Educação para a era da inteligência artificial

CHARLES FADEL
ALEXIS BLACK
ROBBIE TAYLOR
JANET SLESINSKI
KATIE DUNN

Fundação Santillana
SANTILLANA

Educação para a era da inteligência artificial

Copyright da edição original em inglês © 2024 The Center for Curriculum Redesign (CCR).
The Center for Curriculum Redesign, Boston, MA, 02130.
Copyright desta edição © 2024 Fundação Santillana, Fundação Telefônica Vivo e Instituto Península.
Todos os direitos reservados.

FUNDAÇÃO SANTILLANA

Presidente Executivo
Luciano Monteiro

Diretor de Políticas Públicas
André Lázaro

Gerente de Projetos
Karyne Alencar Castro

Assistente
Geane Caroline Costa Silva

FUNDAÇÃO TELEFÔNICA VIVO

Diretora-Presidente
Lia Glaz

Gerente de Estudos e Coalizões
Catherine Rojas Merchán

Equipe de Estudos e Coalizões
Marina Alves Queiroz Maluta

INSTITUTO PENÍNSULA

Diretora-Executiva
Heloisa Morel

Coordenação de Projetos
Filipe Galvão

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Educação para a era da inteligência artificial
[livro eletrônico] / Charles Fadel...[*et al.*] ; [tradução Marcelo Schild Arlin]. -- 1. ed. --
São Paulo : Fundação Santillana, 2024.
PDF

Título original: Education for the age of AI
Outros autores: Alexis Black, Robbie Taylor, Janet Slesinski, Katie Dunn
Bibliografia.
ISBN 978-85-63489-10-4

1. Educação 2. Ensino auxiliado por computador 3. Inteligência artificial - Aplicações educacionais 4. Tecnologia educacional I. Fadel, Charles. II. Black, Alexis. III. Taylor, Robbie. IV. Slesinski, Janet. V. Dunn, Katie.

24-225729 CDD-371.334

Índices para catálogo sistemático:
1. Inteligência artificial : Educação 371.334
Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

Educação para a era da inteligência artificial

CHARLES FADEL
ALEXIS BLACK
ROBBIE TAYLOR
JANET SLESINSKI
KATIE DUNN

FundaçãoSantillana

SANTILLANA

TRADUÇÃO
Mastertexto

Coordenadora
Heloisa Fernandes

Tradutor
Marcelo Schild Arlin

REVISÃO TÉCNICA
Flávio Campos

PRODUÇÃO EDITORIAL

Coordenação
AA Studio

Preparação
Ana Luisa Astiz

Revisão
Aline Graça, Diogo Souza Santos e Juliana Caldas

Diagramação
Walkyria Garotti

Impressão
Impressão e acabamento – Vox Gráfica
Lote – 799.045
Código – 130009996

Notas
Este apêndice digital é parte integrante do livro *Educação para a era da inteligência artificial.* Por concisão, adotamos como padrão o masculino para professores, alunos e outros atores do setor da Educação e do trabalho, mas sempre nos referimos a professoras e professores, alunas e alunos etc. Foram mantidos os destaques em itálico e negrito utilizados pelos autores na edição original. Todos os *links* foram checados em julho e agosto de 2024. Distribuição gratuita.

Apêndice digital
Para que o leitor não se preocupe com volumes e custos, o CCR criou um apêndice em PDF para *download* com adendos ao livro altamente recomendados:

- Todas as referências *com links ativos, especialmente úteis para o leitor da versão impressa deste livro*
- A origem evolutiva das competências
- Teorias de Sabedoria
- Teorias de Motivação
- Teorias de Identidade
- Teorias de Agência
- Teorias de Propósito
- O modelo Ikigai
- Dez princípios do aprendizado com paixão na era da IA
- Processo de reformulação de padrões do CCR

Apêndice digital

Em português
(agosto de 2024)

https://santil.la/ap-educacaoia

Em inglês
(atualizado periodicamente)

https://bit.ly/CCR-4D4AI-Appendix

Edição digital desta obra

Em português
(inclui o apêndice digital)

https://santil.la/educacaoia

Estrutura do CCR Rev 1.2
https://curriculumredesign.org/framework/

ENDOSSOS A *EDUCAÇÃO PARA A ERA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL*

Este livro é uma contribuição única para a discussão divergente sobre o uso da inteligência artificial (IA) na Educação, sendo ao mesmo tempo excepcionalmente profundo e excepcionalmente abrangente. Suas ideias vastas abarcam a história, o futuro, a Educação formal e a aprendizagem ao longo da vida. A análise dos usos prováveis e da evolução da IA é profunda e se baseia na expertise dos autores. Trata-se de uma leitura obrigatória para todos que desejam ter uma perspectiva equilibrada sobre esse assunto tão importante.

DR. CHRIS DEDE

Professor emérito e pesquisador sênior da Faculdade de Educação de Harvard

Educação para a era da inteligência artificial é uma viagem impressionante e fantástica a nosso novo mundo de complexidade e nuances dinâmicas na Educação, apresentadas de modo cristalino em capítulos que só poderiam ter sido escritos por seres humanos. O livro representa uma jornada educacional de impacto e surpresa que deixa o leitor em um estado de excitação e ansiedade em relação ao que nos espera. A obra mostra claramente que as agências individuais e coletivas são essenciais para a próxima fase de nossa existência. Por onde começar? Isso é responsabilidade do leitor. Mas comece com este livro fabuloso.

DR. MICHAEL FULLAN

Ordem do Canadá, professor emérito do Instituto de Estudos de Educação de Ontário (OISE) da Universidade de Toronto

Gostei muito de ler *Educação para a era da inteligência artificial*; o livro nos leva de volta às origens da Educação. Nos últimos séculos, a Educação foi desviada para a produção em massa de conhecimentos e habilidades rotineiros que eram muito procurados em uma economia que ainda não podia contar com tecnologia avançada. Agora, o advento da IA nos permite e nos impulsiona a reorientar a Educação para o cerne da experiência humana: a paixão e a motivação que nos levam a agir, moldadas por nossas identidades e nosso senso de pertencimento, que, por sua vez, informam a agência, o

propósito que orienta nossa agência para fazer uma diferença positiva no mundo. O valor deste livro está em definir esses conceitos sistematicamente em relação aos recursos emergentes da IA e em avaliar suas implicações para o aprendizado e o ensino.

ANDREAS SCHLEICHER

Diretor de Educação e Habilidades da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)

O mundo percebe que mais uma fonte de incerteza foi adicionada a um contexto já difícil para a Educação: a IA. Educadores, alunos, pais e formuladores de políticas precisam ver o que deve mudar radicalmente na Educação e o que precisa permanecer intocado para lidar com esse cenário em evolução. Este livro fornece pistas sobre como fazer a mudança acontecer e ao mesmo tempo preservar a essência dos valores humanísticos que sempre devem inspirar a Educação em todo o mundo.

DR. FRANCESC PEDRÓ

Diretor do Instituto Internacional de Educação Superior da UNESCO para América Latina e Caribe (IESALC)

Adorei este livro! *Educação para a era da IA* surgiu no momento certo para entender os desafios atuais, os equívocos e as promessas da IA. Seu diferencial é a perspectiva voltada para o futuro. Em vez de sucumbir ao medo ou à resistência aos avanços tecnológicos, os autores defendem uma abordagem equilibrada que utiliza o poder da IA para ampliar, em vez de substituir, os educadores humanos. Ao estimular conversas cruciais sobre todas as implicações, o livro incentiva a adoção de uma abordagem ativa para alavancar a IA e ao mesmo tempo garantir que ela atenda aos melhores interesses dos alunos. Trata-se de um guia indispensável para educadores e para qualquer pessoa interessada em preparar a próxima geração para os desafios e as oportunidades da era da IA.

PEGGY BROOKINS

Presidente e CEO do National Board for Professional Teaching Standards

Tanto uma cartilha quanto uma provocação, *Educação para a era da IA* é uma leitura obrigatória para educadores, formuladores de po-

líticas e todas as pessoas interessadas na perspectiva humana na era da IA. Combinando uma mentalidade de engenharia com valores profundamente humanistas, Charles Fadel e seus colegas mergulham fundo na natureza da IA e em seu potencial para ampliar a criatividade humana. Com base em trabalhos anteriores, eles articulam as competências necessárias para a era da IA, bem como as implicações para a Educação. E é aí que está a provocação: para que as escolas continuem sendo ilhas de coesão social nesta época de transição, elas devem repensar a Educação, adotando uma abordagem personalizada e experimental além das tradicionais "matérias" escolares. Repleto de sabedoria sobre o porquê, o quê e o como de ensinar e aprender, este é, em última análise, um livro esperançoso, abrangente na avaliação da IA e fundamentado na necessidade social de preparar os jovens para o futuro que está surgindo *agora*.

ROB RIORDAN

Presidente emérito da Faculdade de Educação da High Tech High

Educação para a era da IA é a análise mais abrangente da aprendizagem na era da IA. O livro explica por que o empreendedorismo é o trabalho do futuro e por que a metacognição, a ética, a coragem e a resiliência são as capacidades mais humanas de todas. O Center for Curriculum Redesign (CCR) ampliou sua liderança em pesquisa de resultados e iluminou o caminho a seguir na Educação.

TOM VANDER ARK

Fundador da Getting Smart e ex-diretor-executivo da Iniciativa de Educação da Fundação Gates

O ChatGPT e outros modelos de linguagem em grande escala estão mudando a economia de maneiras que muitas vezes parecem incompreensíveis. *Educação para a era da IA* desmistifica essas mudanças e explica como a Educação deve se ajustar para preparar os alunos para o que está por vir.

DR. FRANK LEVY

Professor emérito de economia do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT)

Educação para a era da IA oferece a análise mais detalhada até o momento sobre como as estruturas curriculares devem ser atualizadas à luz da tecnologia que surpreendeu todos nós. Oportuno

e incisivo, o livro apresenta argumentos convincentes para repensar as competências que estão no centro dos nossos programas educacionais. Como de costume em relação ao CCR, o trabalho é meticuloso e completo. Após vários capítulos iniciais de alto nível com análises de tendências e quadros gerais, a obra fornece análises e interpretações detalhadas que serão muito úteis para os desenvolvedores de programas de alta qualidade. Como pensamos em ensinar caráter quando a IA pode complementar nossas ações humanas? Você descobrirá aqui.

PETER NILSSON

Ex-diretor da King's Academy da Jordânia

Para quem está familiarizado com as publicações altamente influentes do CCR de 2015 e 2018, esta nova obra nos leva ao próximo nível crucial. *Educação para a era da IA* oferece a precisão urgente para modificar em profundidade as respostas da escola a por que, o que e como os alunos devem aprender para a era da IA. É totalmente convincente.

ANTHONY MACKAY

Copresidente do Conselho de Administração do National Center on Education and the Economy

Nesta era dominada pelos avanços da IA, educadores, formuladores de políticas e as pessoas em geral vivem um momento de perplexidade ao contemplar o futuro da Educação. Surge a pergunta fundamental: como nossos sistemas escolares devem navegar nestes tempos de transformação? *Educação para a era da IA* apresenta com maestria as oportunidades e os desafios inerentes a esta época impulsionada pela IA, enfatizando o perigo da complacência. Esta coletânea de ensaios perspicazes com uma visão geral abrangente serve como base ideal para um discurso enriquecido com fatos, previsões e sabedoria.

KEITH KRUEGER

CEO do Consortium for School Networking (CoSN)

Este livro oportuno aborda a importância de revisar o currículo e redesenhar as disciplinas na era da inteligência artificial. Também destaca o papel ainda mais importante dos professores neste contexto. Os debates sobre a inter-relação entre pedagogia e tec-

nologia alimentam o desenvolvimento de políticas educacionais há muitos anos: mas o que certamente importa hoje é identificar em quais áreas as tecnologias educacionais podem de fato fazer uma diferença tangível nos processos de ensino e aprendizagem.

MARC DURANDO

Diretor-executivo da European Schoolnet

Os autores não se prendem à febre em torno da inteligência artificial ao analisar como a Educação pode ajudar os alunos a desenvolver versatilidade e sabedoria para navegar em um mundo em rápida transformação e como as escolas podem ajudar a atender às necessidades típicas dos jovens e fornecer uma base emocional ao mesmo tempo que elas próprias são redesenhadas para atender a vários propósitos simultâneos em novos contextos tecnológicos. Sua discussão ponderada ajudará os educadores, os desenvolvedores de força de trabalho e outros interessados em saber o que, como e por que as pessoas aprendem a fazer um balanço do momento atual e a considerar como reformular a Educação para ajudar os jovens a desenvolverem identidade, agência e propósito, ao mesmo tempo que proporciona a tão necessária estabilidade.

KATHERINE PRINCE

Vice-presidente de Planejamento Estratégico da KnowledgeWorks.org

Em uma época em que as discussões sobre inteligência artificial na Educação vão de medos infundados a expectativas irrealistas, *Educação para a era da IA* surge como uma intervenção oportuna e necessária. O livro vai além do discurso do extremismo da IA – segundo o qual ela deve ser banida ou tornará os educadores obsoletos – e traça um caminho intermediário bem-vindo, sério e prático para a integração da IA à Educação, fundamentado em uma avaliação realista das capacidades e limitações atuais da IA e sua grande promessa de enriquecer a Educação. Ao fazer isso, e ao fundamentar suas propostas em valores e princípios educacionais duradouros, *Educação para a era da IA* traz benefícios diretos e imediatos para os educadores, com um valor de longo prazo, mesmo diante dos rápidos avanços da tecnologia.

ROBERT PLOTKIN

Autor de The Genie in the Machine

O CCR é uma voz importante no debate sobre Educação. Preenche a lacuna entre as discussões políticas sobre o objetivo da Educação e os aspectos práticos da elaboração de currículos. Este livro atualiza seu pensamento à luz da IA e estabelece um roteiro prático para um projeto escolar que ofereça estabilidade para os alunos e uma Educação mais completa para a era moderna.

JIM KNIGHT

Excelentíssimo Cavaleiro de Weymouth

O CCR produziu um livro importante e oportuno. Ele destaca as mudanças sociais e tecnológicas significativas que afetam a Educação moderna e estimula uma mudança do ensino como 'transmissão de conhecimento' para o desenvolvimento de alunos que possam transferir o que aprendem para novas situações. Recomendo enfaticamente *Educação para a era da IA* a educadores em todas as funções e a formuladores de políticas em todos os níveis.

JAY MCTIGHE

Autor e consultor na área de Educação, especialista em transferência de conhecimento

Muitas instituições e formuladores de políticas estão oscilando entre o medo, a euforia e o delírio quando se trata de responder aos avanços da IA. Tudo isso por motivos muito bons. As últimas novidades da IA causaram impacto na maioria das instituições de ensino. Mas será apenas mais um alarme falso? Qualquer pessoa que acredite que 'sim, já ouvimos isso antes' enfrentará uma dura realidade muito em breve. A arquitetura de aprendizagem para quase todas as formações e empregos – bem como a engenharia de aprendizagem necessária para fornecê-la – mudará radicalmente no futuro imediato. Por isso a extensa revisão e expansão da estrutura da aprendizagem quadridimensional feita por Charles Fadel e seus colegas é muito oportuna – será uma ferramenta valiosa para todos os arquitetos educacionais e formuladores de políticas (especialmente ao projetar ambientes de aprendizagem baseados em domínio, imperativos para a aprendizagem contínua, crescimento e bem-estar individual, realização pessoal e eficácia organizacional contínuos).

ULRIK JUUL CHRISTENSEN

Fundador e CEO da Area9 Lyceum

E, para você se divertir, a opinião da IA

À medida que a inteligência artificial transforma o mundo, como a Educação pode evoluir para preparar os alunos para essa era emergente? Em *Educação para a era da IA*, os autores oferecem uma visão convincente do futuro do aprendizado. Eles argumentam de maneira persuasiva que o currículo e a pedagogia devem ser redesenhados para uma sociedade movida a IA. Combinando uma análise perspicaz do impacto da tecnologia com propostas inovadoras de reforma, este livro poderoso desafiará você a repensar os objetivos e métodos da Educação na era das máquinas inteligentes.

CLAUDE2-100K

Educação para a era da IA apresenta um exame cuidadoso e abrangente do cenário em evolução da Educação no contexto do avanço das tecnologias de inteligência artificial. Este livro oferece uma análise equilibrada e acadêmica abordando tanto as oportunidades quanto os desafios apresentados pela IA em ambientes educacionais. Seu foco em abordagens baseadas em evidências e implicações para políticas o torna um recurso valioso para educadores, administradores e formuladores de políticas. A perspectiva diferenciada do autor incentiva os leitores a avaliarem de modo crítico o papel da IA na elaboração de práticas e estratégias educacionais futuras. Esta obra é uma contribuição significativa para o discurso sobre a Educação na era digital.

GPT4

PALAVRAS-CHAVE

Inteligência artificial (IA), Educação, currículo, padrões, competências, aprendizagem profunda, conhecimento, habilidades, caráter, metacognição, meta-aprendizado, Educação do século 21, tecnologia educacional, EdTech, habilidades socioemocionais, habilidades do século 21, reformulação curricular, pedagogia, aprendizagem, aprendizagem automática, modelos de linguagem em grande escala, LLM, modelo fundamental, transformadores, IA generativa, *prompts*, engenharia de *prompts*.

DEDICATÓRIAS E AGRADECIMENTOS

DO CCR

Com sincera gratidão a todas as fontes externas. Sua contribuição é usada para este trabalho educacional sem fins lucrativos sob o princípio de uso justo das leis de direitos autorais.

Com profundo apreço: nós nos apoiamos em gigantes da tecnologia e da Educação que são numerosos demais para serem mencionados. Este livro é dedicado ao trabalho colossal deles e ao avanço da humanidade.

DE CHARLES FADEL

À minha família (em ordem alfabética): Aline, Carole e Nathalie, por seu amor.

À Professora (Mme.) C.A. Piketty, da Universidade de Paris-Sud XI Orsay (agora Paris-Saclay), por ter inculcado em mim o amor pela mecânica quântica e por ter me incentivado *seriamente* nos estudos em um momento decisivo da minha vida.

Aos meus mentores, facilitadores e/ou financiadores, pela inspiração, apoio, incentivo e confiança (em ordem alfabética): John Abele, Ted e Kat Alfond, Kurt Fisher (*in memoriam*), Ellen e Jim Koshland, Jack Little, Attilio Oliva, Bob Schwartz e Ray Stata.

Aos parceiros de reflexão e especialistas que se envolveram com o CCR ao longo dos anos: David Autor, Ernest Davis, Chris Dede, Stuart Elliott, Ken Forbus, Michael Handel, Danny Hillis, Olli-Pekka Heinonen, Henry Kautz, Frank Levy, Doug Lynch, Gary Marcus, Rick Miller, Andreas Schleicher, Jürgen Schmidhuber, Dirk VanDamme e Devan Walton.

Aos meus fabulosos coautores, com gratidão, por seu brilhantismo e perseverança.

À Maya Bialik e Emma Fortier – obrigado pelas versões iniciais de alguns blocos de texto!

A toda a equipe do CCR, por sua dedicação à causa da Educação esclarecida e, em especial, a Claude, por ter me iniciado nessa jornada de rede neural artificial e aprendizagem automática em... 1989 (!).

A uma humanidade sustentável, superando seu medo original.

Para a I.A.: Que você evite os vieses humanos e se torne mais sábia, livre do medo original, e ajude a humanidade a superá-lo. Mas, por favor, lembre-se das Três Leis de Asimov! ;-)

DE ALEXIS BLACK

"De longe, o melhor prêmio que a vida oferece é a chance de trabalhar muito em algo que vale a pena." Theodore Roosevelt

À minha família, por seu amor e apoio permanentes: Angel, Todd e Cameron Black.

À equipe do CCR, por me dar a extraordinária oportunidade de trabalhar com uma organização visionária e por tudo o que cada integrante me ensina todos os dias.

Àqueles que acreditaram em meus objetivos e os apoiaram: Christine Jourdan, Bertrand Masquelier, Wayne Demastus, Bill Demastus e Terry Ware.

E ao que espero que seja nosso futuro compartilhado e maravilhoso.

DE ROBBIE TAYLOR

À minha família de almas, passada, presente e futura, que amou e continua amando tantas versões diferentes de mim.

À equipe do CCR e a todos com quem tenho o privilégio e o prazer de colaborar, no passado, no presente e no futuro, que me ajudaram e continuam me ajudando a ser essa versão de mim.

E a todas as crianças, ex-crianças e futuras crianças cuja Educação as faz se sentirem incompletas. Saibam que cada versão de vocês é, sempre foi e sempre será suficiente.

DE JANET SLESINSKI

A Phil, por sempre me incentivar a seguir minhas paixões.

A Nadia e Henry, que terão a experiência da Educação na era da IA.

A Sue e Phil Soltau, por serem modelos de bons professores.

À equipe do CCR por seu apoio e imaginação em um momento no qual temos a oportunidade de mudar o sistema.

DE KATIE DUNN

A meus amigos, por sempre me animarem e inspirarem.

À minha equipe do CCR por suas perspectivas únicas, colaboração frutífera e apoio infinito.

E a todos aqueles que ensinam, aprendem e se esforçam para melhorar a Educação (embora a tarefa seja interminável).

19 Prefácio à edição brasileira

25 Prefácio à edição original

APRESENTAÇÃO

29 Algumas observações sobre este livro

INTRODUÇÃO

31 A Educação em tempos de mudanças rápidas

36 Resumo executivo gerado por seres humanos

39 Visão geral da estrutura quadridimensional do CCR

CAPÍTULO 1

40 A IA moderna e seus recursos não alardeados

CAPÍTULO 2

76 O impacto da IA nas profissões

CAPÍTULO 3

88 Sabedoria: objetivo duradouro da Educação

CAPÍTULO 4

122 O impacto de alto nível da IA na Educação

CAPÍTULO 5
142 Conhecimento para a era da IA

CAPÍTULO 6
166 Competências para a era da IA

CAPÍTULO 7
230 A necessidade de personalização

CAPÍTULO 8
296 O *como*

307 Conclusão
310 Posfácio à edição original
312 Palavras finais: saudação a A. C. Clarke

313 Os autores
316 Fundação Santillana
317 Grupo Santillana
318 Fundação Telefônica Vivo
319 Instituto Península

320 Apêndice digital

Prefácio à edição brasileira

SEIJI ISOTANI

Professor titular em computação da Universidade de São Paulo e pesquisador associado à Escola de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Harvard. Com doutorado em inteligência artificial (IA) na Educação pela Universidade de Osaka e pós-doutorado em ciências cognitivas na Universidade de Carnegie Mellon, tem contribuições significativas nas áreas de gamificação, IA na Educação e tecnologias educacionais.

Em um cenário de rápida evolução tecnológica, capitaneado principalmente pelos avanços ligados à inteligência artificial (IA), enfrentamos o desafio de compreender o impacto técnico, social, cultural e educacional da inserção massiva desses recursos inteligentes em nosso cotidiano. Na Educação, a IA se apresenta como um universo repleto de promessas e desafios a serem descobertos e explorados. À medida que educadores, gestores e formuladores de políticas públicas lidam com as implicações da IA no ecossistema educacional, torna-se cada vez mais claro que entender sua relação com teorias de aprendizagem e práticas pedagógicas baseadas em evidências não é apenas um exercício acadêmico, mas uma reflexão crucial para todos aqueles que se preocupam com o futuro da Educação.

Em meio a esse cenário, o livro *Educação para a era da IA*, escrito por Charles Fadel e colegas, oferece um guia essencial para navegar pelas oportunidades e armadilhas que a IA apresenta para a Educação. O livro não tenta vendê-la como uma solução perfeita para resolver todos os problemas educacionais. Tampouco cai na falácia de aterrorizar o leitor sobre os potenciais malefícios dessa tecnologia, ou de reduzir seu papel a um mero ator coadjuvante no processo de transformação social que estamos vivenciando. A perspectiva é apresentar a IA de modo pragmático, conectando a

discussão com a essência de uma Educação capaz de desenvolver o ser humano integralmente, considerando elementos como identidade/pertencimento, paixão/propósito, protagonismo/autonomia e motivação (intrínseca e extrínseca).

Este livro oferece uma combinação perfeita de conceitos teóricos e práticos, ajudando o leitor a compreender as aplicações e implicações da IA na Educação por meio de um arcabouço de competências conhecido como "*four-dimensional framework* ('4D')" ou "estrutura quadridimensional ('4D')". Exemplos do mundo real e evidências de diversos ambientes de aprendizagem são apresentados para ilustrar a natureza ambivalente da IA no contexto educacional, destacando tanto seus potenciais como suas limitações. Em salas de aula ao redor do mundo, ferramentas impulsionadas por essa tecnologia já estão transformando o modo como os alunos constroem conhecimento, como os professores apoiam a aprendizagem deles e como gestores tomam decisões críticas.

A obra explora quatro grandes temáticas, começando com os fundamentos da IA e seu impacto na sociedade, abordados nos capítulos 1 e 2. No primeiro capítulo, o foco é apresentar ao leitor as capacidades e limitações da IA, ancorando a discussão em uma perspectiva realista sobre o que é possível realizar atualmente e as potencialidades futuras a curto prazo. O texto enfatiza que a tecnologia deve ser vista como uma ferramenta para ampliar nossas capacidades, não como um substituto para professores ou um meio de terceirizar nossos julgamentos. O segundo capítulo aborda a influência da IA no mercado de trabalho, destacando a necessidade de repensar os currículos para que estejam alinhados às demandas em constante evolução da nossa sociedade. A automatização de diversas tarefas, antes realizadas por seres humanos, tem gerado preocupações e exigido que os sistemas educacionais se adaptem para preparar os alunos para um futuro em que a IA estará integrada a praticamente todas as profissões. O foco recai sobre o desenvolvimento de habilidades que essa tecnologia não pode replicar facilmente, como criatividade, pensamento crítico e inteligência emocional.

Os capítulos 3 e 4 discutem os objetivos e as bases teóricas para a Educação na era da IA. O terceiro capítulo explora o obje-

tivo educacional atemporal de cultivar a sabedoria (do inglês, *wisdom*) e suas implicações para o aprendizado. À medida que a Educação evolui na era da IA, a sabedoria permanece como o objetivo final, uma vez que exercitá-la envolve nutrir os alunos com habilidades para pensar criticamente, tomar decisões éticas e compreender profundamente o conhecimento, permitindo-lhes navegar nas complexidades de uma sociedade moderna, cada vez mais influenciada pela IA. O quarto capítulo analisa os efeitos da IA nos ambientes de ensino e aprendizagem, e como as escolas precisam se adaptar para se manterem relevantes. Para motivar a discussão, uma intrigante (e aparentemente inocente) pergunta é apresentada ao leitor: "*If AI can do everything, why learn anything?*" ("Se a IA pode fazer tudo, por que devemos aprender?"). A IA pode não ser capaz de fazer tudo, mas sua integração nos meios produtivos exige fomentar a versatilidade nos alunos, equipando-os com conhecimentos, habilidades, caráter e capacidades de meta-aprendizado. Além disso, o livro oferece diretrizes sobre "o que" e "como" redesenhar currículos, amplificando-os, flexibilizando-os e tornando-os mais adequados para ajudar os alunos a navegarem nas incertezas de um mundo impulsionado pela IA.

Os capítulos 5 e 6 exploram os conhecimentos e competências essenciais para prosperar na era da IA. No quinto capítulo, o foco está na definição e análise dos diferentes tipos de conhecimento (como declarativo, procedimental, conceitual), em suas interseções com as outras dimensões do arcabouço 4D de competências e na discussão sobre a necessidade de modernizar os currículos tradicionais. O objetivo é criar um equilíbrio entre as disciplinas clássicas e os novos campos do saber (disciplinas emergentes), promovendo o pensamento crítico e a compreensão interdisciplinar necessários para enfrentar os desafios impostos pela IA. Nesse contexto, apesar de muitos educadores discutirem o ensino de STEM (acrônimo para ciência, tecnologia, engenharia e matemática) na Educação Básica, o livro destaca que a ênfase real recai sobre ST_M, com o acrônimo representando principalmente ciência e matemática, e destacando que há muito pouca tecnologia e nenhuma engenharia. O sexto capítulo mostra de maneira concreta como atualizar um currículo para desenvolver as habilidades e

competências críticas que permitam prosperar na era da IA, como criatividade, pensamento crítico e adaptabilidade. O livro utiliza a versão 1.2 do acabouço de competências do Center for Curriculum Redesign (CCR) para operacionalizar as mudanças requeridas, tornando-se um excelente tutorial. Para isso, são propostas perguntas que orientam as análises e reflexões sobre os componentes curriculares. Em cada (sub)competência X, questione-se:

1. A IA supera os seres humanos nesta subcompetência?
2. Se sim, a IA tem uma possível complementaridade com os seres humanos?
3. Se não, a IA pode alcançar o desempenho humano nesta (sub) competência nos próximos cinco anos?
4. A IA poderia ter um efeito prejudicial no desempenho humano?

As respostas positivas ou negativas para cada uma dessas questões levam a diferentes tomadas de decisão, apresentadas magistralmente pelos autores do livro.

Concluindo, os capítulos 7 e 8 conduzem o leitor a se aprofundar em um dos temas mais interessantes da IA na Educação: a personalização e como implementá-la. O sétimo capítulo foca na dissecação do conceito de personalização, considerando diferentes objetivos pedagógicos, níveis de adoção, teorias de motivação/aprendizagem, entre outros. O nível de detalhamento e precisão nos conceitos impressiona, permitindo ao leitor se aprofundar nos fundamentos que embasam e dão substância ao uso desejado da aprendizagem personalizada. A personalização é discutida sob diversos pontos de vista, incluindo a promoção da autonomia do aluno, a adaptação das experiências de aprendizagem às necessidades individuais, o fomento ao sentimento de pertencimento e o suporte aos estudos em diferentes contextos sociais e emocionais, entre outros. O oitavo capítulo oferece uma síntese e um roteiro para educadores e administradores sobre como redesenhar currículos e aproveitar ferramentas de IA para implementar ambientes de aprendizagem personalizados, como sistemas tutores inteligentes que aprimorem a experiência educacional.

Educação para a era da IA é uma leitura amigável e indispensável para educadores, administradores e formuladores de políticas que desejam aproveitar as capacidades da IA para promover os princípios fundamentais da Educação. Com uma exploração equilibrada das potencialidades e limitações dessa tecnologia, os autores guiam os leitores em uma jornada em que seu uso deve ser orientado por uma compreensão profunda dos princípios educacionais e por um compromisso inequívoco com os valores humanos.

Prefácio à edição original

OLLI-PEKKA HEINONEN

Diretor-geral da International Baccalaureate Organization, ex-ministro da Educação da Finlândia e ex-diretor-geral da Agência Nacional de Educação da Finlândia.

Estamos vivendo tempos decisivos para a Educação. A pandemia da covid-19 reverteu a tendência positiva anterior que indicava que a maioria das crianças do mundo tinha acesso à Educação. Um número cada vez maior de pais e alunos vem questionando o tempo e o dinheiro gastos em Educação. O Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Program for International Student Assessment ou Pisa, na sigla em inglês) 2022 revela uma queda sem precedentes no desempenho em toda a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), atribuída apenas parcialmente à pandemia. Ao buscar modos de melhorar, a complexidade dos ambientes em que as crianças são criadas dificulta a identificação de correlações de causa e efeito. Há uma escassez de 44 milhões de professores em todo o mundo se o objetivo for oferecer Educação a todas as crianças. Muitos professores estão abandonando a profissão devido ao estresse e às condições de trabalho.

Ao mesmo tempo, a crise múltipla que enfrentamos em todo o mundo exige o poder transformador da Educação. A maioria dos desafios que a humanidade enfrenta é global e adaptativa por natureza. Eles não podem ser resolvidos somente por líderes, inovadores ou cientistas; também exigem mudanças na maneira como percebemos o mundo, tratamos uns aos outros e ao meio ambiente. Assim, **os desafios globais atuais também são desafios educacionais.**

A inteligência artificial (IA) amplia as pressões que as escolas e os sistemas educacionais estão sofrendo. Os currículos tendem a colocar foco apenas no conhecimento, justamente a área em que a IA é mais capaz de superar os seres humanos. A discussão sobre as habilidades do século 21 começou há 30 anos, mas a comunidade educacional ainda luta para dar os primeiros passos na incorporação dessas habilidades às práticas cotidianas de ensino e aprendizado e às soluções pedagógicas nas salas de aula. É doloroso constatar que o termo "habilidades do século 21" pode ironicamente se referir ao fato de que levará um século – no ritmo atual – para integrar tais habilidades de modo sistemático e coerente.

Em resposta, educadores, provedores de Educação, administradores e formuladores de políticas devem se certificar de que a Educação seja parte da solução, não do problema. Quando há muita complexidade e incerteza, precisamos desvendar questões profundas, embora básicas, como: qual é o objetivo da Educação? Quais são os objetivos finais do ensino escolar? O que é relevante aprender na nossa época? Reflexões teóricas e baseadas em evidências são necessárias, mas não bastam. As soluções precisam ser compreensíveis e práticas não apenas nas escolas de ponta, mas em *todas* as escolas.

Esta combinação de teoria e prática é a beleza do trabalho que o Center for Curriculum Redesign (CCR) vem fazendo há mais de uma década. As publicações e a ação concreta do CCR possibilitaram a integração de quatro dimensões – conhecimento, habilidades, caráter e meta-aprendizado – em elementos que possam ser ensinados e aprendidos. A maneira como os fatores de motivação, identidade, agência e propósito foram somados fez com que eles se tornassem mais do que meras palavras no currículo.

O livro em questão, *Educação para a era da IA*, de Charles Fadel e colegas, está alinhado com o trabalho anterior do CCR e enfatiza o impacto que a IA vem tendo na Educação, tanto direta quanto indiretamente.

O lançamento público do ChatGPT tornou a IA um assunto obrigatório em salas de professores, salas de aula e reuniões de pais em todo o mundo. Será que estamos levando a IA a sério o suficiente, ou a sério demais?

Os sistemas educacionais costumam ser bons ao dar respostas a crises graves, mas são fracos na hora de tomar as medidas necessárias para se alinhar às flutuações lentas e profundas da sociedade. Mudanças não urgentes, mas vitais, muitas vezes são engolidas pelas rotinas diárias de ensino. A IA pode gerar medo e ansiedade entre os educadores, pois as habilidades profissionais e até a vocação de cada um podem estar em risco. O melhor antídoto para tal incerteza é aprender mais sobre a IA e a relação dos seres humanos com ela, para discernir como usá-la como uma ferramenta para melhorar o ensino e a aprendizagem.

Sinto-me privilegiado por escrever o prólogo porque ele me deu a oportunidade de ser um dos primeiros a ler o texto. Ao terminar, tive a sensação de ter lido vários livros em um: 1) um livro rico em informações novas e úteis com base em pesquisas referenciadas de maneira abrangente e prática; 2) um manual para a reformulação de programas e currículos educacionais que você pode consultar facilmente quantas vezes quiser; e 3) um livro de autoajuda para entender melhor a si mesmo e as formas como as diferentes competências, assim como os fatores pessoais e sociais, afetam seu próprio crescimento.

A questão central que permeia o texto é: o que significa ser humano no mundo de hoje? A IA é retratada como um espelho posicionado a nossa frente que reflete quem somos. As inovações mais recentes da IA são cuidadosamente abordadas no livro, mas o que permanece desconhecido também é abordado com humildade.

Não há, no mundo, escassez de estratégias educacionais bem formuladas. No entanto, faltam recursos para incorporá-las à realidade do ensino e da aprendizagem cotidianos em todas as escolas e salas de aula do planeta. Não podemos manter tudo o que era ensinado e, ao mesmo tempo, acrescentar todas as novas exigências. Precisamos entender as trocas necessárias e admitir que, no currículo, menos pode ser mais. Ser capaz de priorizar o que é essencial para o futuro do ensino e da aprendizagem é mais importante do que nunca, conforme demonstrado neste livro.

Não podemos retroceder na história e fingir que a aquisição de conhecimentos básicos é suficiente. Essa abordagem não per-

mitirá que os alunos de amanhã tenham uma vida próspera em um planeta próspero. A IA é uma ferramenta que precisamos ensinar as novas gerações a usar para melhor – para servir a um bem coletivo. Seja você educador, administrador, formulador de políticas ou até mesmo um familiar preocupado, ler este livro é um bom começo. Tomar decisões baseadas em informações de qualidade e eticamente sustentáveis para o futuro da Educação requer toda a sabedoria coletiva que este livro defende.

12 de janeiro de 2024

Algumas observações sobre este livro

1. Por definição, ele se dirige a vários públicos, pois cada tipo de público tem sua função a desempenhar: formuladores de políticas, administradores, professores e pais/responsáveis.
2. O Center for Curriculum Redesign (CCR) se esforça para ser breve. Nossa filosofia é: *"a perfeição é alcançada não quando não há mais nada a acrescentar, mas sim quando não há mais nada a retirar"* (Antoine de Saint-Exupéry). Mesmo assim, se você preferir obter menos detalhes e for impaciente como alguns de nós, use um chatbot para resumir a versão em PDF ☺ ou leia a breve síntese a seguir.
3. O CCR busca a precisão, o que chama de "engenharia educacional"[1]: esse *mindset* é usado para chegar a conclusões sutis, além de evitar erros de interpretação e debates infrutíferos. Como é nossa marca registrada, usaremos esse *mindset* de precisão para descrever situações e recomendar soluções – de maneira específica, explícita, prática e sem sucumbir a exageros ou complacências.
4. *O CCR busca uma contextualização adequada*, concentrando-se em cenários realistas e evitando exageros, debates filosóficos ou ficção científica (estamos plenamente cientes dos debates, com seus pontos e contrapontos, e alguns de nós já passaram pela inteligência artificial (IA) algumas vezes desde a década de 1980). Optamos deliberadamente por uma **abordagem simples e focada nos recursos de curto e médio prazos**, e em suas implicações específicas para a Educação.

1. FADEL, C. (2021) Education Engineering. Center for Curriculum Redesign https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Education-Engineering-QA.pdf.

5. É claro que a IA foi utilizada adequadamente para gerar ideias, confirmar ou combater preconceitos. Trata-se de um recurso, não de um erro! Seria estranho não adotar esses recursos em seu aspecto mais sábio ao mesmo tempo que defendemos seu uso na Educação.
6. As terminologias "IA" e "modelos de linguagem em grande escala" (LLM, na sigla em inglês) foram aplicadas quando a distinção foi apropriada.

Além disso, o leitor atento notará uma multiplicidade de estilos de texto (alguns com muitas enumerações e gráficos). Pedimos desculpas se for incômodo, mas o livro foi escrito por vários autores trabalhando em equipe, com a ajuda ocasional do GPT4 e do Claude100k. Demos preferência ao lançamento em vez de passar mais três meses refinando o estilo: em tempos exponenciais, seria muito oneroso; e para a engenharia vale a regra 80/20.

Boa aprendizagem!

Seus comentários são sempre bem-vindos em 4D4AI@curriculumredesign.org.

A Educação em tempos de mudanças rápidas

A NECESSIDADE CRESCENTE DE TRANSFORMAÇÃO

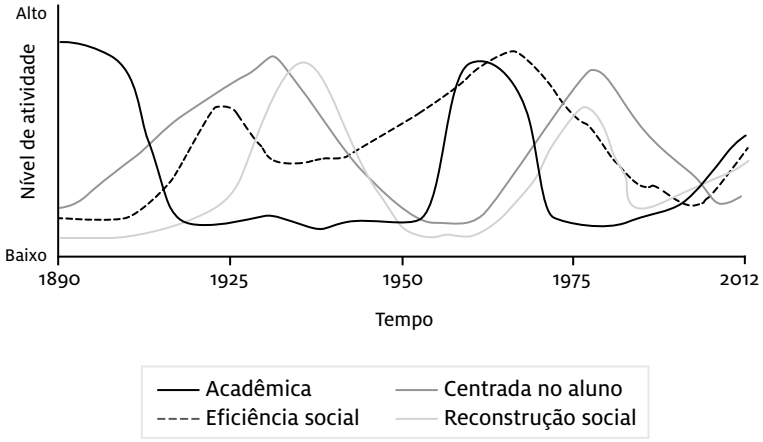
Em nosso livro *Educação em quatro dimensões*, de 2015 (publicado no Brasil pelo Instituto Península e Instituto Ayrton Senna, disponível em: https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacao-em-quatro-dimensoes-Portuguese.pdf), alertamos sobre a onda de várias tendências globais que se uniam, exercendo pressões significativas sobre o *que* deveria ser aprendido, enquanto a maioria dos esforços em todo o mundo se concentrava apenas no *como*. Em nosso livro de 2018, tentamos alertar sobre a onda da inteligência artificial (IA), mas a covid-19 se tornou rapidamente o foco mundial dominante, e o eco de suas consequências ainda é ouvido em alguns países.

Agora, as duas ondas se combinaram. Talvez, felizmente, a segunda force para que se aja em relação à primeira, pois não há como se esconder da IA – o impacto foi repentino, embora seu crescimento tenha levado um século –, o que é a marca registrada dos sistemas exponenciais: *enganar*, depois **e-x-p-l-o-d-i-r.**

No entanto, as funções tradicionais da Educação ainda se fazem necessárias. Conforme exposto em nosso primeiro livro, elas são: a) Cuidados infantis; b) Socialização; **c) Metas educacionais, padrões e currículos***; e d) Credenciamento e avaliação.*[2] *Não conseguimos imaginar um argumento válido contra as duas primeiras funções (deixar uma criança de 10 anos em casa o tempo todo e sozinha, aprenden-*

2. Bialik, M. & Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. Center for Curriculum Redesign.

do por meio de IA em um capacete de realidade virtual? Achamos que não!). ***Este livro aborda a função c).***



RESUMINDO AS IDEOLOGIAS: OBJETIVOS PSICOSSOCIAIS E ECONÔMICOS DA EDUCAÇÃO

Michael Stephen Schiro, da Boston College, descreveu[3] as quatro ideologias debatidas na Educação e sua influência ao longo do tempo:

Elas podem ser resumidas como sendo psicossociais (as três primeiras) e econômica (a última, classificada sutilmente):

- Ideologia acadêmica: *"ajudar as crianças a aprenderem o conhecimento acadêmico de uma cultura".*
- Ideologia centrada no aluno: *"para o crescimento do indivíduo, em harmonia com seus atributos [pessoais]".*
- Ideologia de reconstrução social: *"processo social por meio do qual a Educação é reconstruída".*
- Ideologia da eficiência social: *"treinamento de jovens para que se tornem membros que contribuem para a sociedade".*

3. Schiro, M. (2007). *Curriculum theory - Conflicting visions and enduring concerns*. Sage.

Como em geral acontece na Educação, esses objetivos têm sido há décadas debates acalorados sobre "OU", em vez de projetos cuidadosos de design com base em "E", embora *todos esses objetivos sejam inevitavelmente necessários*. Kieran Egan,[4] por exemplo, defende que as escolas não podem resolver ao mesmo tempo os requisitos do ensino superior (acadêmicos), da carreira (socialização) e da vida (desenvolvimento). Ele argumenta que cada um já é muito difícil por si só. O CCR discorda totalmente: sua visão pragmática de "engenharia educacional" defende que sem dúvida é possível acomodar todos os objetivos simultaneamente – o que pode ser alcançado por meio de um *projeto cuidadoso e sólido*. O Capítulo 8 apresentará um exemplo prático de como a complexidade pode ser gerenciada de maneira harmoniosa.

POR QUE É IMPORTANTE ATUALIZAR NOSSO LIVRO EDUCAÇÃO EM QUATRO DIMENSÕES ("4D"):

Este livro é uma atualização necessária de *Educação em quatro dimensões*, publicado há apenas nove anos – uma eternidade em uma época de rápido progresso tecnológico, como veremos nos próximos capítulos. Ele se destina a educadores, desde formuladores de políticas a administradores e professores, pois cada um, em seu nível, pode contribuir para o avanço da Educação.

A boa notícia é que a estrutura fundamental 4D, disponível em 23 idiomas,[5] não só se manteve forte como se tornou ainda mais imprescindível, dadas as pressões tecnológicas e sociais. Remeteremos o leitor a *Educação em quatro dimensões* para uma revisão das justificativas iniciais, que permanecem válidas e foram testadas no mundo real nos últimos cinco anos, enquanto documentamos aqui as pressões adicionais em função da IA.

A má notícia é que os sistemas educacionais ainda não tinham começado a abordar com seriedade as necessidades descritas há nove

4. Getting It Wrong from the Beginning: Our Progressivist Inheritance from Herbert Spencer, John Dewey e Jean Piaget Paperback – 11 de julho de 2004.

5. Trilling, B., Fadel, C. & Bialik, M. (2015). *Educação em quatro dimensões*. São Paulo: Instituto Península e Instituto Ayrton Senna, 2015 (disponível em: https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacao-em-quatro-dimensoes-Portuguese.pdf).

anos[6] devido à profunda inércia de seus sistemas[7] (e, até certo ponto, à pandemia). Agora, porém, outra onda de mudanças tecnológicas está ganhando impulso. Esperamos que esta segunda onda, impulsionada pela IA, sirva para acabar com a relutância à adaptação, assim como a covid-19 forçou o setor público a aceitar tecnologias de teleconferência que estavam em uso no mundo corporativo havia duas décadas. Nossa preocupação crescente é que, na ausência de uma rápida adaptação, os sistemas educacionais chegarão a um ponto de não retorno (um momento de "horizonte de eventos" em vez de um ponto estável, mas adaptável).

Este livro também serve para atualizar a estrutura quadridimensional ("4D") com uma Rev 1.2 e para documentar as sutis adaptações necessárias para aprender *para* e *com* a IA. Ele revisita, reformula e enfatiza a pergunta fundamental do CCR: *"Por que, o que e como os alunos devem aprender para a era da IA?"*.

No Capítulo 1, explicaremos por que *não* cobriremos os inúmeros e acalorados debates sobre o significado da inteligência humana versus a inteligência artificial, se a IA pode se tornar consciente, inteligência geral ou superinteligência. O que acontecerá na década de 2040 e depois é uma questão de especulação; mas destacaremos os fatores limitantes do crescimento exponencial, que são mais parecidos com "equilíbrios pontuados". Tampouco abordaremos a ética da IA, pois esse assunto também é amplamente tratado por várias outras organizações.

A NECESSIDADE DE ESTABILIDADE: AS ESCOLAS COMO UMA ILHA DE ESTABILIDADE

Isso pode parecer contraditório com a necessidade de mudança descrita anteriormente, mas não é. Trata-se de uma área diferente: a base emocional. A estabilidade é mais importante do que nunca;

6. Taylor, R. *et al.* (2020). Competencies for the 21st century: Jurisdictional progress. *Brookings*. https://www.brookings.edu/articles/competencies-for-the-21st-century-jurisdictional- progress/

7. Bialik, M. & Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. *Center for Curriculum Redesign*.

os alunos estão estressados[8] e precisam de base. ***Quanto mais a tecnologia promove a digitalização e a virtualidade, mais essa base se torna necessária.***

Citando Azeem Azhar, em sua newsletter: "Em seu livro de 1989, *Condição pós-moderna*, David Harvey introduziu a ideia de 'compressão tempo-espaço' para descrever como o avanço da tecnologia, da comunicação e da globalização levaria a mudanças tangíveis em nossas sociedades. Por sua vez, isso teria efeitos psicológicos subjetivos como desorientação e alienação ('choque do futuro', na terminologia de Heidi e Alvin Toffler). Toffler sugeriu que precisaríamos de 'ilhas de estabilidade', como espaços, rituais ou valores familiares. Harvey propôs, *inter alia*, a importância dos vínculos locais e de encontrar alguma forma de aceitar a efemeridade do processo".[9]

As escolas podem oferecer ilhas de estabilidade e vínculos, se projetadas como tal, para familiaridade, rituais e valores, além de educar sobre como lidar com a efemeridade (por meio de adaptabilidade, resiliência, aprender a aprender etc.). **Este último aspecto de lidar com a efemeridade é abordado na maior parte deste livro.** Por favor, continue lendo. ☺

PS: deliberadamente, não abordamos neste livro:

- Apoio emocional aos alunos (bem-estar mental).
- Habilidades psicomotoras.
- Aspectos psicofisiológicos (sensação, percepção, atenção, memória).
- Traços de personalidade.
- Fases do desenvolvimento.
- Avaliações formativas.
- Acreditação e avaliação.

Eles serão incluídos posteriormente no site do CCR.

8. OECD. (2018). Children and young peoples' mental health in a digital age.
9. Azhar, A. & Smith, C. (2023). Time-space compression; ++ #439. *Exponential View*. https://www.exponentialview.co/p/ev-439

Resumo executivo gerado por seres humanos ☻

INTRODUÇÃO

Após o hiato da covid-19, a inteligência artificial (IA) e outros disruptores impactaram a humanidade, reforçando ainda mais a necessidade de mudanças no *que* e no *como* da Educação. A falta de senso de urgência entre os educadores é profundamente preocupante, assim como a falta de preparo das escolas como centros de estabilidade.

CAPÍTULO 1 – A IA MODERNA E SEUS RECURSOS NÃO ALARDEADOS

A IA já é bastante potente e está ficando muito melhor rapidamente, como "inteligência *capaz* artificial". Entretanto, os temores quanto à inteligência geral artificial, ou pior, à superinteligência, são prematuros, dada a necessidade de avanços substanciais que não são previsíveis. Convém que todos se concentrem na fase *capaz* atual.

CAPÍTULO 2 – O IMPACTO DA IA NAS PROFISSÕES

A IA *não* substituirá a maioria dos empregos tão cedo: há um mal-entendido significativo sobre a diferença entre a IA passar em um teste versus executar uma tarefa versus realizar um trabalho. Além disso, é preciso lidar com a incapacidade histórica de prever novos empregos emergentes (por exemplo, influenciador do Instagram?!). Uma coisa é certa: aqueles com IA vencerão aqueles sem IA, pois, para muitas tecnologias, a IA é o "exoesqueleto" da mente. Isso também implica que o foco do ensino médio na transição para o emprego ainda é bastante apropriado.

CAPÍTULO 3 – SABEDORIA: OBJETIVO DURADOURO DA EDUCAÇÃO

Conforme descrito no Prefácio e no Capítulo 2, a Educação continua a tratar *tanto* das necessidades psicossociais *quanto* das econômicas, não de uma ou de outra. Entretanto, o lado psicossocial da Educação raramente é explícito em relação a seu objetivo geral – a sabedoria – e alcançado de maneira prática. A sabedoria não é um conceito etéreo, como muitos podem pensar; ela é bastante real quando envolvemos seus componentes de conhecimento, habilidades, caráter e meta-aprendizado.

CAPÍTULO 4 – O IMPACTO DE ALTO NÍVEL DA IA NA EDUCAÇÃO

O impacto da IA pode ser resumido como uma necessidade de *versatilidade*. Em um mundo incerto, a melhor proteção é a capacidade de se desenvolver em quatro dimensões – conhecimento, habilidades, caráter e meta-aprendizado –, assim como com quatro "impulsores" – motivação, identidade, agência e propósito. Os alunos precisam de apoio para aprender, seja por necessidades psicossociais ou econômicas. ***A escolaridade não está obsoleta, mas precisa ser adaptada de modo abrangente.***

CAPÍTULO 5 – CONHECIMENTO PARA A ERA DA IA

"Se a IA sabe tudo, por que aprender?" é uma pergunta totalmente equivocada, assim como foi na era dos buscadores na internet. A IA não *sabe* tudo nem é capaz de agir por conta própria. Contudo, está claro que o conhecimento deve ser avaliado quanto à sua *relevância*: desenvolvendo a combinação certa entre conhecimento declarativo (conteúdo essencial), procedimental (baseado em projetos), conceitual (conceitos básicos) e epistêmico (metacamada); e modernizando as disciplinas tradicionais de maneira adequada. Também precisamos reservar tempo e espaço para disciplinas modernas importantes, como tecnologia e engenharia, ciências sociais e empreendedorismo, ao mesmo tempo que incorporamos a interdisciplinaridade e temas transversais.

CAPÍTULO 6 – COMPETÊNCIAS PARA A ERA DA IA

A complementaridade versus a substituição da IA em relação a habilidades, caráter e meta-aprendizado é analisada e confirma a estrutura do Center for Curriculum Redesign (CCR) e sua Rev 1.2. A ênfase em atributos específicos (imaginação, engenhosidade e assim por diante) é descrita e justificada sob a luz das capacidades atuais e futuras da IA. A principal desvantagem é a tendência de se tornar excessivamente dependente.

CAPÍTULO 7 – A NECESSIDADE DE PERSONALIZAÇÃO

Personalizar é cada vez mais importante porque os recursos da IA aumentam a pressão de motivação do aluno (extrínseca e intrínseca) e para evitar o excesso de confiança na tecnologia. Isso implica uma atenção especial ao desenvolvimento de impulsores: identidade (e pertencimento); agência (e *mindset* de crescimento); e propósito (e paixão). A IA ainda precisará de supervisão e decisões humanas sobre sua agência e seu propósito por um bom tempo.

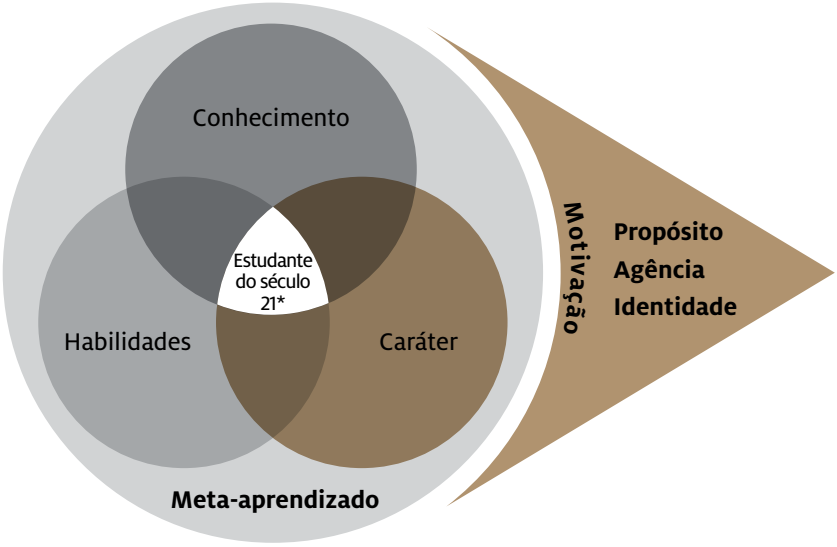
CAPÍTULO 8 – O *COMO*

Este capítulo apresenta um exemplo de currículo, demonstrando como todos os parâmetros da estrutura podem ser projetados em conjunto e de maneira harmoniosa. Os professores receberão ajuda significativa para o planejamento das aulas e avaliações dos alunos, graças a um conjunto de ferramentas de IA. Por fim, o nível de aprendizagem adaptativa centrado no aluno passa gradualmente para os Sistemas de Tutoria Inteligente.

APÊNDICE DIGITAL

Contém um número *significativo* de detalhes mais refinados para o especialista interessado em se aprofundar e responderá a muitas perguntas dos leitores.

Visão geral da estrutura quadridimensional do CCR



© Center for Curriculum Redesign.
* Como no diagrama publicado no livro *Educação em quatro dimensões* (disponível em: https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacao-em-quatro-dimensoes-Portuguese.pdf). No original em inglês, *learner*, aprendiz em português.

CAPÍTULO 1

A IA moderna e seus recursos não alardeados

"O futuro já está aqui; só não está uniformemente distribuído."
William Gibson

ATENÇÃO

É provável que este capítulo sofra alterações devido ao ritmo exponencial da tecnologia e que seja atualizado a cada três ou seis meses. Registre-se no site do Center for Curriculum Redesign (CCR)[10] *para fazer periodicamente o download gratuito da versão mais recente deste capítulo. A terminologia técnica foi reduzida e simplificada na medida do possível para a comunidade educacional. De qualquer forma, o leitor deve se sentir à vontade para ignorar/consultar um acrônimo específico, pular um trecho e consultar a seção técnica do livro anterior do CCR (download gratuito).*[11]

JOGADA 37:[12] UMA ESTRATÉGIA "INUMANA"

Quando a DeepMind derrotou Lee Sedol, campeão mundial de go, foi graças a uma jogada "genial e inumana" que os jogadores humanos não conseguiram compreender. Mas o que parecia genial era uma estratégia que os seres humanos simplesmente não cogitam: como a DeepMind pode calcular de 50 a 60 jogadas à frente e a *probabilidade de vitória, mesmo que por uma margem mínima*, ela é capaz de assumir riscos impossíveis para qualquer pessoa. A estratégia humana natural no go é maximizar a área de sucesso por causa do *medo* de não ter o suficiente no final – não jogar no limite de perder!

A mesma estratégia foi usada pela inteligência artificial (IA) contra um piloto de caça:[13] a IA mergulhou nele, calculando que poderia "sacar e atirar mais rápido", enquanto nenhum ser humano teria ousado executar essa manobra. Em ambos os casos, a IA emprega uma estratégia não antropocêntrica, o que as pessoas não fazem, devido aos seus vieses contra a perda (ou

10. https://curriculumredesign.org/

11. Holmes, W., Bialik, M. e Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in-education/

12. Wikipedia. (2023). AlphaGo versus Lee Sedol. https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaGo_versus_Lee_Sedol

13. Everstine, B. W. (2020). Artificial intelligence easily beats human pilot in DARPA trial. *Air&Space*. https://www.airandspaceforces.com/artificial-intelligence-easily-beats-human-fighter-pilot-in-darpa-trial/

seja, o medo da morte). A IA poderia brincar parafraseando o aviador francês Guillaumet:[14] "Nenhum ser humano teria feito o que fiz".

Mas a IA não é "corajosa" em termos humanos; é simplesmente desprovida de medo ("sem medo", não "destemida"). Nesses casos, ela apenas calculou as melhores chances de sucesso e agiu de acordo com isso, no limite do possível.

AS LIMITAÇÕES DA LINGUAGEM

Como afirmou a psicolinguista Fernanda Ferreira, "a linguagem é boa o suficiente, não perfeita".[15] A linguagem humana é limitada e, como tal, o inglês tem uma terminologia restrita para descrever com nuances atributos como criatividade, curiosidade e resiliência. Essas palavras, carregadas de significados, precisam ser destrinchadas cada vez que as pessoas as usam para encontrar um entendimento comum das particularidades. Geralmente, termos abstratos como esses contam com menos itens lexicais para descrevê-los. Em inglês, é difícil descrever diferentes formas de criatividade, por exemplo, com tanta precisão quanto os pastores de renas sami na Finlândia podem descrever neve e gelo (com até 1.000 lexemas!).[16] Como resultado das limitações do vocabulário, com frequência há confusão e debates em fóruns públicos e publicações acadêmicas sobre quais são as capacidades da IA, desde o uso de noções ultrapassadas (o Teste de Turing) até o uso da palavra errada ("emergência" em vez de "limiar", "alucinações" em vez de "confabulações", "transferência" em vez de "generalização" etc.).

14. Wikipedia. (2023). Henri Guillaumet. https://en.wikipedia.org/wiki/Henri_Guillaumet
15. Marcus, G. (2008). *Kluge: The haphazard construction of the human mind*. Capítulo 5: Language. https://fb2.top/kluge-the-haphazard-construction-of-the-human-mind-258143/read/part-5
16. Magga, O. H. (2006). Diversity in Saami terminology for reindeer, snow, and ice. *International Social Science Journal*, 58 (187), 25-34. https://typeset.io/papers/diversity-in-saami-terminology-for-reindeer-snow-and-ice-244d5ytih2

QUATRO NÍVEIS DE IA

A IA pode ser classificada em quatro níveis, cada um representando uma etapa significativa na funcionalidade:

1. **Inteligência artificial limitada (ANI, na sigla em inglês), também conhecida como aprendizagem automática/ aprendizagem profunda:** esses sistemas são projetados para se destacarem na execução de uma tarefa ou função específica. São altamente especializados e incapazes de ir além da finalidade determinada. É o caso de alguns aplicativos de jogos de IA conhecidos atualmente (go, Stratego etc.), aos quais se pode acrescentar, por exemplo, a transferência de estilo artístico, a resolução de dobramento de proteínas e o design de formulações de medicamentos.

2. **A inteligência artificial capaz[17] (ACI, na sigla em inglês) possui uma gama mais ampla e altamente potente de recursos impactantes e, *por isso, a maior parte deste capítulo e do livro é dedicada a ela*.** A transição da ANI para a inteligência artificial geral (AGI, na sigla em inglês) em debates globais é significativa, e muitos tendem a dar esse salto sem enfatizar o estágio intermediário crítico da ACI. A diferença entre essas duas categorias é enorme e não é considerada pelos pesquisadores da Educação. Várias figuras respeitadas no mundo da IA apoiaram esse enfoque na ACI:

- Mustafa Suleyman, cofundador da DeepMind (Google) e da Inception.ai, que cunhou a fase atual como ACI.
- François Chollet, um notável pesquisador de IA do Google, argumentou: "Não existe nenhum modelo de IA que possa representar um risco de extinção para a humanidade, mesmo extrapolando as capacidades para o futuro por meio de leis de escala".

17. Por Mustafa Suleyman (2023), cofundador da DeepMind. *In*: *The Coming Wave: Technology, Power, and the Twenty-first Century's Greatest Dilemma*, Crown.

- Yann LeCun, diretor de pesquisa de IA da Meta, argumentou que os seres humanos superestimam a maturidade dos sistemas de IA atuais: "É mais provável que a sociedade tenha uma IA de 'nível de gato' ou 'nível de cachorro' anos antes da IA de nível humano".[18]
- Timnit Gebru, ex-Google, argumenta que o foco em AGI/superinteligência artificial (ASI) foi uma distração dos danos imediatos decorrentes da implantação de sistemas automatizados pelas corporações, incluindo a exploração de trabalhadores, a violação de direitos autorais, a disseminação de informações sintéticas e a crescente concentração de poder.
- Gary Marcus, um dos principais críticos da AGI e uma "voz da razão" altamente respeitada, brincou: "Nenhuma fantasia sobre AGI sobrevive ao contato com o mundo real".
- Fei-Fei Li, de Stanford, em uma entrevista disse: "Respeito a preocupação existencial. Não estou dizendo que seja boba e que nunca devemos nos preocupar com ela. Mas, em termos de urgência, estou mais preocupado em amenizar os riscos que existem aqui e agora".
- Bill Gates admitiu recentemente que "o GPT-5 não seria muito melhor do que o GPT-4" (e não fez nenhuma menção à AGI).
- *Até o CEO da OpenAI, Sam Altman,* acabou reconhecendo que "são necessários mais avanços para se chegar à AGI".

O excesso de alarde pode ser explicado por três possibilidades:

1. Os especialistas em modelos de linguagem em grande escala (LLM) estão *torcendo *muito** para que sua criação faça tudo, depois de décadas de trabalho contra todas as probabilidades. Essa "síndrome do pai orgulhoso" obscurece seu julgamento e, às vezes, faz com que se agarrem a qualquer elemento com opiniões infundadas.
2. A intensa tendência humana de antropomorfizar entra em ação e faz com que até mesmo os especialistas "padronizem demais" (ironicamente!).

18. Contrariando o anúncio de superioridade feito por Marc Zuckerberg sobre o foco em AGI.

3. A necessidade de levantar enormes quantias de capital distorce o pensamento.

Pedro Domingos[19] entendeu que as *famílias* de IA precisavam trabalhar juntas, embora desejasse um "grande algoritmo de unificação". A evolução criou cérebros com várias *áreas especializadas* trabalhando em conjunto – por que o mundo da IA tem tanta dificuldade em aceitar essa analogia? Talvez porque seja decepcionante para os pesquisadores e porque significa que são necessários outros tipos de algoritmos, nos quais não são especialistas.

4. **A inteligência artificial geral (AGI)** tem como objetivo imitar plenamente as habilidades cognitivas humanas. Esses sistemas seriam capazes de entender, aprender e executar qualquer tarefa intelectual que um ser humano possa fazer. A AGI seria muito mais versátil do que a ANI ou a ACI, permitindo a interação fluida com os humanos, a resolução de problemas e a adaptação a novas situações.[20] A Google DeepMind publicou recentemente um artigo[21] descrevendo quais seriam os níveis de AGI, mas, na opinião deste livro, chamar o GPT/LlaMa/Bard [atualmente Gemini] de "AGI emergente" parece bastante generoso. O destaque que a AGI recebe na mídia também pode influenciar as discussões acadêmicas, direcionando a atenção para as preocupações mais amplas e filosóficas de um mundo no qual as máquinas possuem inteligência semelhante à humana.[22] Como afirma Gary Marcus, a AGI está "a algumas mudanças de paradigma" de distância.

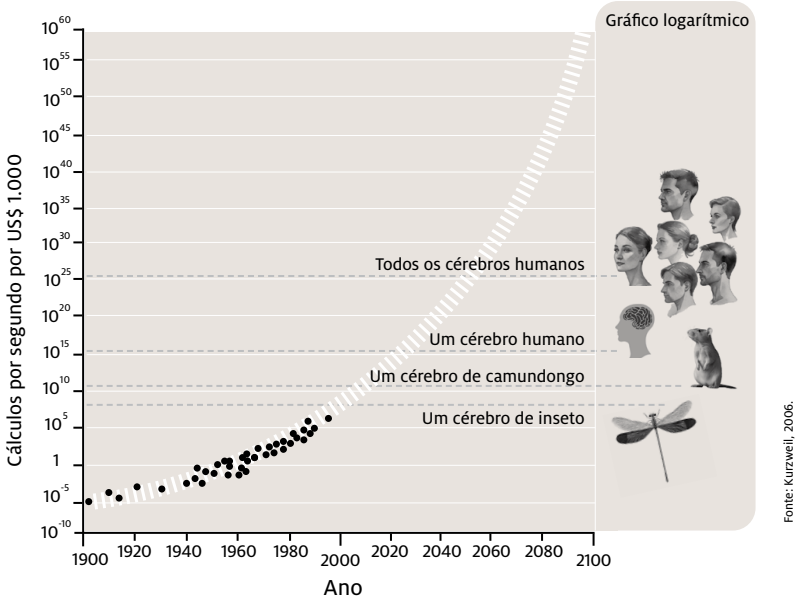
5. **A superinteligência artificial (ASI)** imagina uma IA capaz de compor sinfonias magistrais, elaborar teorias científicas revolucionárias e demonstrar empatia e compreensão de modo

19. Domingos, P. (2015). *O algoritmo mestre*. Novatec.
20. Russell, S. J., & Norvig, P. (2009). *Inteligência artificial*: uma abordagem moderna. Gen LTC.
21. Morris, M. R., Fiedel, N. *et al.* (2023). Levels of AGI: Operationalizing progress on the path to AGI. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2311.02462
22. Tegmark, M. (2017). *Vida 3.0*: o ser humano na era da inteligência artificial. Benvirá.

a superar todas as capacidades humanas. A superinteligência representa a fronteira do desenvolvimento da IA e levanta questões existenciais sobre seu possível impacto para a sociedade e o futuro da humanidade.[23] Ela não apenas imita os processos de pensamento humano, mas excede muito sua eficiência e capacidade. A ASI possuiria criatividade artística original e habilidades inigualáveis de resolução de problemas e inteligência emocional sofisticada, oferecendo um nível de inteligência que está além do que os seres humanos podem compreender.

Essa progressão é representada por Ray Kurzweil[24] (de maneira simplista, usando a capacidade de computação como o único parâmetro, mas ainda assim é adequada para a demonstração):

CRESCIMENTO EXPONENCIAL DA COMPUTAÇÃO DO SÉCULO 20 AO 21



Fonte: Kurzweil, 2006.

23. *Ibidem*.

24. Kurzweil, R. (2006). *A singularidade está próxima*: quando os humanos transcendem a biologia. Iluminuras.

O gráfico não é atualizado desde 2006, mas outras interpretações da Lei de Moore não retratam a equivalência de cálculos por segundo. Em um futuro próximo, prevê-se que a IA apresentará gradualmente semelhanças com outros organismos vivos em vários aspectos.[25] A evolução dos sistemas de IA, incluindo sua capacidade de aprender, se adaptar e tomar decisões autônomas, pode se assemelhar aos processos ecológicos observados em criaturas vivas.[26] A posse de competências em IA, como nos animais, varia em nível e depende da intenção, da diversidade de provas de comportamento e da pesquisa. Portanto, tais comparações estão sempre repletas de diferenças.

A PRINCIPAL MUDANÇA PROVOCADA PELA APRENDIZAGEM AUTOMÁTICA

O que é bom leva tempo, e as inovações que nos surpreendem têm suas origens em décadas, quando não séculos, de pesquisa básica e desenvolvimentos tecnológicos que acabam se combinando e explodindo em uma consciência geral.[27]

Em 1895, Andrei Markov explicou o processo de Markov, que é "um modelo que descreve uma sequência de eventos possíveis no qual a *probabilidade de cada um depende somente do estado alcançado no evento anterior*".[28] Esse avanço matemático em tese inócuo está no centro da IA hoje e, curiosamente, é também como os seres humanos entendem a probabilidade nativamente: as pessoas monitoram o mundo e adaptam a probabilidade dos resultados com base em novas informações.[29,30]

25. Xu, Y., Liu, X., *et al.* (2021). *Artificial intelligence*: A powerful paradigm for scientific research. The Innovation, 2(4), 100179. https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100179
26. Veja o Apêndice digital "A origem evolutiva das competências".
27. Schwartz, O. (2019). Andrey Markov and Claude Shannon counted letters to build the first language generation models. *IEEE Spectrum*. https://spectrum.ieee.org/andrey-markov-and-claude-shannon-built-the-first-language-generation-models
28. Wikipedia. (2023). Markov chain. https://en.wikipedia.org/wiki/Markov_chain
29. Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). Judgment under uncertainty: References. https://www.semanticscholar.org/paper/Judgment-under-uncertainty%3A-References-Kahneman-Slovic/30a0282ef802303f87db9da6a3c8bbb6f22fad2d
30. Se não houver um *a priori*, geramos uma hipótese que é comprovada ou refutada com novas informações, o que é conhecido na matemática como processo bayesiano.

Desde então, o transistor foi inventado por Lilienfeld em 1921 e o circuito integrado por Kilby em 1958. A Lei de Moore[31] assumiu o controle, dobrando o desempenho dos circuitos integrados a cada 18-24 meses, mas, mesmo em 1989, era possível computar apenas três camadas de neurônios artificiais,[32] os blocos de construção básicos da aprendizagem automática.[33] Muitas teorias de IA datam das décadas de 1950 a 1970, inclusive as redes neurais artificiais e seu algoritmo mais útil, o "backpropagation".[34]

Durante anos, a IA sofreu a ignomínia de resultados inadequados. No entanto, 20 anos mais tarde, após um aumento de *dez milhões de vezes* no desempenho dos semicondutores e o uso de processadores gráficos capazes de fazer os cálculos necessários, a aprendizagem profunda ressurgiu com força total.[35] Agora, ela pode calcular milhares de camadas e, com isso, trouxe possibilidades incríveis: treinada em conjuntos de dados restritos com regras finitas, ela poderia resolver problemas computacionalmente enormes, como jogos (de acordo com a tabela a seguir),[36] dobramento de proteínas,[37] identificação de mutação genética,[38] transferência de estilo artístico, reconhecimento facial e de voz, tradução, sistemas de recomendação e muitos outros.

31. Wikipedia. (2023). Moore's law. https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_law

32. Como um dos autores (Fadel) vivenciou, sua startup NeurodyneAI foi criada 30 anos antes da hora.

33. Para obter uma descrição mais abrangente da aprendizagem automática, faça o download gratuito do nosso livro anterior *Artificial Intelligence in Education*: https://curriculumredesign.org/our- work/artificial-intelligence-in-education/

34. Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323(6088), 533-536. https://www.nature.com/articles/323533a0

35. Ela entrou no "freezer" e teve que mudar de nome de "redes neurais" para aprendizagem profunda depois de ser atacada por Marvin Minsky, do MIT, o líder carismático da IA simbólica (consulte nosso livro *AI in Education*).

36. Google DeepMind. (2022). Mastering Stratego, the classical game of imperfect information. DeepMind Research Blog. https://www.deepmind.com/blog/mastering-stratego-the--classic- game-of-imperfect-information

37. Google DeepMind (2023). Alphafold. *DeepMind Research Blog*. https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphafold

38. Google DeepMind. (2023). A catalog of genetic mutations to help pinpoint the cause of diseases. *DeepMind Research Blog*. https://www.deepmind.com/blog/alphamissense-catalogue-of-genetic-mutations-to-help-pinpoint-the-cause-of-diseases

	XADREZ	PÔQUER	GO 19X19	STRATEGO
Jogadas em uma partida	~60	~15	~300	~1000
Configurações iniciais	1	10^{6}	1	10^{66}
Complexidade da árvore de jogo	10^{123}	10^{17}	10^{360}	10^{535}

Fonte: Google DeepMind.

Brian Cantwell Smith[39] descreve a diferença entre a aprendizagem automática e os seres humanos como "cálculo" versus "julgamento", que Chris Dede,[40] de Harvard, expande da seguinte forma: "Cálculo se refere à previsão calculada e à tomada de decisões por meio de fórmulas, nas quais computadores e sistemas de IA já são excepcionais. Por outro lado, o julgamento é uma forma de pensamento deliberativo que busca ser imparcial, fundamentado em um compromisso ético e adequado à situação na qual é empregado".

Apesar dessas incríveis façanhas que comprovam a superioridade da *especialização* em domínios restritos, a aprendizagem automática não conseguiu se *transferir*, devido a bancos de dados restritos e conjuntos concisos de regras – na terminologia da engenharia, trata-se de "problemas limitados". Além disso, a aprendizagem automática é:[41]

- Frágil, pois uma mudança mínima nos pixels gera falha no reconhecimento. Mas os LLM se tornaram menos frágeis devido a sua amplitude, com limitações.
- Opaca, pois as redes neurais não fornecem uma visão de como convergem para a solução em suas centenas ou milhares de camadas.
- Ávida por dados, precisando de enormes conjuntos de dados (petabytes e mais em breve).
- Sensível ao excesso de ajuste: uma vez treinada para um determinado fator, o encontrará em locais incomuns.

39. Smith, B. C. (2019) The Promise of Artificial Intelligence: Reckoning and Judgment. MIT Press. https://mitpress.mit.edu/9780262043045/the-promise-of-artificial-intelligence/
40. Cao, L., & Dede, C. (2023). *Navigating A World of Generative AI*: Suggestions for Educators.
41. Marcus, G. (2018). Deep Learning: A Critical Appraisal. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1801.00631

O APRIMORAMENTO REPENTINO DEVIDO AOS MODELOS DE LINGUAGEM EM GRANDE ESCALA[42]

Os LLM acabaram com o paradigma do problema limitado, assim como com a restrição do tipo banco de dados único. Ao treinar os LLM em conjuntos de dados enormes e altamente variados, os pesquisadores de IA deram a eles recursos muito mais abrangentes que agora estão disponíveis via ChatGPT (OpenAI), Bard (Google), Claude (Anthropic) etc.

Isso não aconteceu da noite para o dia – repetindo, o que é bom leva tempo. Além do progresso técnico descrito, a IA precisava da Teoria da Comunicação de Claude Shannon. Em 1948, ele descreveu como, em um determinado idioma, o cálculo das probabilidades de aparecimento de letras isoladas, depois de diagramas e, em seguida, de palavras, acabaria por criar frases significativas.[43] Ele não tinha o poder de computação necessário para ir além desse exemplo rudimentar e manual, mas foi um prenúncio:

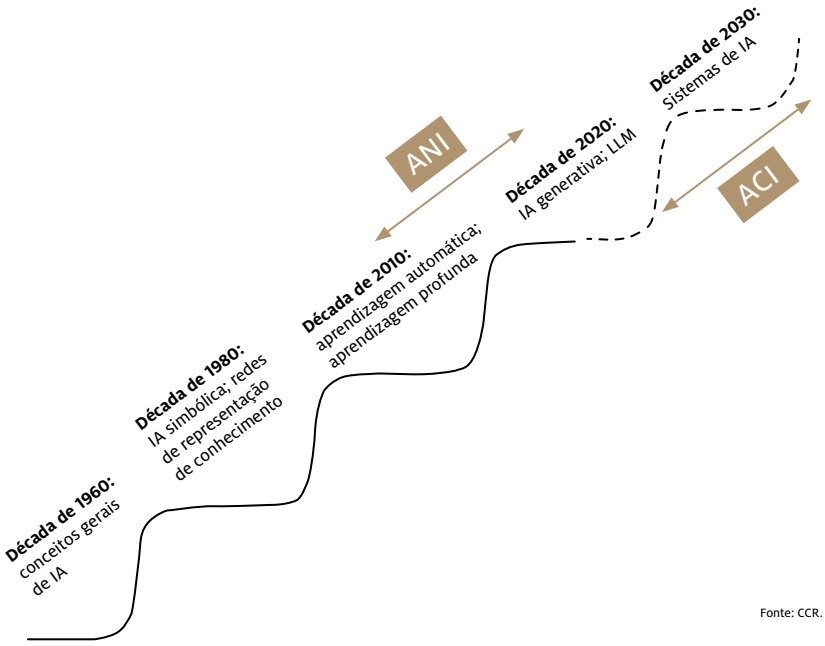
> 6. Aproximação de palavras de segunda ordem. As probabilidades de transição de palavras estão corretas, mas nenhuma outra estrutura adicional está incluída.
> THE HEAD AND IN FRONTAL ATTACK ON AN ENGLISH WRITER THAT THE CHARACTER OF THIS POINT IS THEREFORE ANOTHER METHOD FOR THE LETTERS THAT THE TIME OF WHO EVER TOLD THE PROBLEM FOR AN UNEXPECTED.
> (Tradução: O ATAQUE DIRETO E FRONTAL CONTRA UM ESCRITOR INGLÊS QUE O CARÁTER DESTE PONTO É, PORTANTO, OUTRO MÉTODO PARA A AS LETRAS QUE O TEMPO DE QUEM JÁ CONTOU O PROBLEMA PARA UM INESPERADO.)
>
> Fonte: Claude Shannon, A Mathematical Theory of Communication, 1948.

42. Para uma boa introdução técnica, consulte https://writings.stephenwolfram.com/2023/02/what-is-chatgpt-doing-and-why-does-it-work/
43. Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423, 623-656. https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf

Avançando para cerca de 2020: a alta capacidade de computação, os baixos custos de armazenamento e os novos algoritmos permitiram o impressionante progresso que redespertou o amplo interesse pela IA.[44]

A POTÊNCIA DA FASE CAPAZ

A tecnologia evolui em uma sucessão de "equilíbrios pontuados":[45]



Fonte: CCR.

Essa fase da ACI se beneficiará de uma ampla gama de aprimoramentos rápidos que serão bastante impactantes, dada a pressão competitiva entre os LLM (os principais protagonistas no momento são: proprietários – OpenAI/GPT, Anthropic/Claude, Google/Bard; abertos – LLaMa, Falcon, Mistral).

44. Nosso livro de 2018, *Artificial Intelligence in Education*, foi lançado cedo demais para repercutir em um público de Educação, por isso esta atualização.
45. Gould, S. J. (2007). *Punctuated Equilibrium*. Belknap Press.

Melhorias no software:

- Crescimento contínuo em tokens LLM (tanto o número de tokens para treinamento quanto o tamanho da janela de contexto [tokens na memória de curto prazo], impulsionado por processadores aprimorados e custos de memória [Lei de Moore]).
- Refinamentos algorítmicos contínuos dos LLM (mais rápidos do que a Lei de Moore por um fator de 3x a 5x).[46] Destacam-se os algoritmos genéticos (para mutação constante/progresso de poda – "otimização evolutiva") e as alucinações.[47]
- LLM com memória (Projeto Sunshine da OpenAI), permitindo que se lembrem de interações passadas para respostas mais relevantes e personalizadas.
- Algoritmos mais rápidos que permitem janelas de contexto mais profundas ("atenção dilatada").[48]
- *LangChains e Interfaces de Programação de Aplicação (APIs, na sigla em inglês), com limites de taxa mais altos, abrindo as portas para que corpora especializados sejam vinculados (por exemplo, Mathematica para processamento algorítmico etc.).*
- Modelos de multimodalidade, como os implementados pelo GPT/Whisper e pelo Gemini/Bard.
- Modelos multiagentes,[49] cada um usado por suas vantagens (como áreas do cérebro, por analogia). Isso está relacionado ao ponto da LangChain exposto anteriormente.
- Agentes de consumo como Character.ai, Pi e Poe.com.
- Agentes autônomos como o Auto-GPT.[50]
- Acesso a enormes quantidades de dados sensoriais de tipos, frequências e faixas dinâmicas **muito maiores** do que os dos

46. Sevilla, J. *et al.* (2022). Compute trends across three eras of machine learning. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2202.05924
47. Ji, Z. *et al.* (2022). Survey of hallucination in natural language generation. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2202.03629
48. Ding *et al.* (2023). The efficiency spectrum of large language models: An algorithmic survey. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/pdf/2312.00678.pdf
49. Du, Y., Shuang, L., *et al.* (s. d.) Improving factuality and reasoning in language models through multiagent debate. https://composable-models.github.io/llm_debate/
50. Significant-Gravitas/AutoGPT. (2023). Conta GitHub. https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT

seres humanos (de monitores de frequência cardíaca a observatórios de raios gama; de IoT [*internet of things*, ou internet das coisas] a robôs[51] a YouTube[52] a...).

- Esforços em direção a modelos menores/mais baratos (por exemplo, Persimmon, Mini-GPT,[53] Phi-1,[54] bem como a China, que está sob pressão devido ao embargo de chips da NVidia).
- Estruturas "tudo em um" para facilitar a implementação por não especialistas (por exemplo, LLMWare).
- Grande número de ferramentas de desenvolvimento cada vez mais robustas, como pacotes "tudo em um" (por exemplo, Predibase).
- Legiões de desenvolvedores ("Quem tem o maior número de desenvolvedores vence").[55]
- Verticalização para melhorar os resultados e reduzir as alucinações: saúde[56] (Stanford, Google); finanças (Bloomberg Finance Model, Columbia); livros didáticos (Microsoft)[57] etc.
- Legiões de designers e experimentadores de prompts, em todos os setores.

51. A DeepMind fez uma parceria com 33 laboratórios de pesquisa para criar o conjunto de dados de robótica mais abrangente até hoje, contendo mais de um milhão de trajetórias de 22 robôs, incluindo braços robóticos, robôs bimanuais e quadrúpedes, demonstrando mais de 500 habilidades.

52. **É notável que a Google tenha acesso a uma joia com o YouTube: ele não é apenas uma fonte muito grande de dados inexplorados, mas também é razoavelmente estruturado por seus usuários finais e *contém um tesouro de informações procedurais que em geral não estão presentes em outros conjuntos de dados*.** *O mesmo pode ser dito do GSuite/GMail, mas talvez com restrições de propriedade que podem ser evitadas por meio da anonimização.*

53. Zhu, D. *et al.* (2023). MiniGPT-4: Enhancing vision-language understanding with advanced large language models. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2304.10592

54. Gunasekar *et al.* (2023). Textbooks are all you need. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2306.11644

55. Blue OS Museum. (2023). Steve Ballmer at .NET presentation: Developers. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=XxbJw8PrIkc

56. Bolton, E. *et al*. (2022) Stanford CFRM introduces PubMedGPT 2.7b. Universidade de Stanford HAI. https://hai.stanford.edu/news/stanford-crfm-introduces-pubmedgpt-27b; também Google/PALM, Matias, Y. & Corrado, G. (2023). Our latest health AI research updates. Google: Health. https://blog.google/technology/health/ai-llm-medpalm-research-thecheckup/

57. Gunasekar *et al*. (2023). Textbooks are all you need. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2306.11644

- Otimização de prompts,[58,59] levando a melhores resultados nas consultas.
- *Recursos latentes ainda não descobertos* que provavelmente podem ser revelados por meio de ajustes finos e políticas inteligentes de recompensa de aprendizado por reforço.[60]
- *"Mais é diferente": situações de emergência*[61,62] *com capacidades insuspeitas*. Mas essa visão é atenuada pelo exagero semântico de "emergência" em vez de "limiar"; assim, "mais é diferente" poderia ser simplesmente "mais é (apenas) mais".[63]
- Além dos sistemas baseados em LLM, os sistemas de raciocínio que usam IA neuro-simbólica.
- "Hiperexponencial": a IA acelerando a IA[64] ("criando o pesquisador de IA").

Melhorias de hardware:

- Coprocessadores na borda,[65] o que significa que seu notebook e smartphone executarão os LLM localmente e mais rapidamente, não apenas na nuvem (Apple, Intel, Qualcomm).
- Dispositivos de consumo específicos para IA com diferentes fatores de forma (várias ofertas já foram anunciadas).

58. Yang, C., Wang, X. *et al.* (2023). Large Language Models as Optimizers. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2309.03409
59. Zhou, Y., Muresanu, A. I. *et al.* (2022). Large Language Models Are Human-Level Prompt Engineers. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2211.01910
60. Por exemplo, Clevecode. (2023). "Can you beat a stochastic parrot?"
61. Bounded Regret. (2022). More is different for AI. *Bounded Regret Blog*. https://bounded-regret.ghost.io/more-is-different-for-ai/
62. Ganguli, D., Hernandez, D., *et al.* (2022). Predictability and Surprise in Large Generative Models. *ArXiv:* Universidade de Conell. https://doi.org/10.1145/3531146.3533229
63. Miller, K. (2023). AI's ostensible emergent abilities are a mirage. *Stanford: HAI*. https://hai.stanford.edu/news/ais-ostensible-emergent-abilities-are-mirage; https://arxiv.org/abs/2304.15004; Rylan Schaeffer, Brando Miranda, Sanmi Koyejo. Are Emergent Abilities of Large Language Models a Mirage? NeurIPS 2023 https://arxiv.org/abs/2304.15004
64. Davidson, T. (2023). What a compute-centric framework says about take-off speeds. *Open Philanthropy*. https://www.openphilanthropy.org/research/what-a-compute-centric-framework-says-about-takeoff-speed; Cotra, A. (2023). Language models surprised us. Planned Obsolescence. https://www.planned-obsolescence.org/language-models-surprised-us/
65. Smith, M. (2023). When AI unplugs, all bets are off. *IEEE Spectrum*. https://spectrum.ieee.org/personal-ai-assistant

- GPUs mais rápidas habilitadas pela Lei de Moore (NVidia, AMD etc.).
- Diferentes arquiteturas de processador (neuromórfica [IBM, OpenAI], TPU [Google], FPGAs, NVRAM/Memristor etc.).
- Possíveis alternativas inovadoras para hardware mais rápido (analógico, supercondutor, quântico, óptico, nanotubos etc.).

Complementando parcialmente nossa argumentação anterior, o dr. Steinhardt, da UC Berkeley, modelou[66] o que um "LLM2030" pode ser capaz de fazer. Ele afirma:

- "O LLM2030 provavelmente será sobre-humano em várias tarefas específicas, incluindo codificação, hacking, matemática e, possivelmente, design de proteínas.
- O LLM2030 pode 'trabalhar' e 'pensar' rapidamente: estimo que ele será 5x mais rápido do que os seres humanos, medindo por palavras processadas por minuto (intervalo: 0,5x a 20x), e que isso poderia ser aumentado para 125x pagando 5x mais por operações de ponto flutuante por segundo (FLOP, na sigla em inglês).
- O LLM2030 pode ser copiado arbitrariamente e executado em paralelo. A organização que treinar o LLM2030 terá computação suficiente para executar muitas cópias paralelas: estimo que seja suficiente para executar 1,8 milhão de anos de trabalho quando ajustado às velocidades de trabalho humanas (intervalo: 0,4 milhão a 10 milhões de anos). Considerando o aumento de velocidade de 5x no ponto anterior, esse trabalho poderia ser feito em 2,4 meses.
- As cópias do LLM2030 podem compartilhar conhecimento devido ao fato de terem pesos de modelo idênticos, o que permite um aprendizado paralelo rápido: estimamos que em um dia ele aprenda o equivalente a 2.500 dias de aprendizado humano.

66. Bounded Regret. (2023). What will GPT-2030 look like? *Bounded Regret Blog*. https://bounded-regret.ghost.io/what-will-gpt-2030-look-like/

- O LLM2030 será treinado em modalidades adicionais além de texto e imagens, possivelmente incluindo modalidades contraintuitivas, como estruturas moleculares, tráfego de rede, código de máquina de baixo nível, imagens astronômicas e escaneamentos cerebrais. Portanto, ele pode ter uma forte compreensão intuitiva de domínios nos quais a experiência das pessoas é limitada, incluindo a formação de conceitos que as pessoas não têm."

Considerando todos os aceleradores destacados, pode-se concluir com facilidade que o LLM2030 será *incrivelmente* melhor do que o GPT4, mesmo que ainda seja incapaz de AGI. Até certo ponto, isso pode ser o choque entre a mentalidade científica e a mentalidade da engenharia: **os engenheiros podem ver como os LLM combinados com algoritmos tradicionais poderão superar os seres humanos em um número significativamente maior de tarefas cognitivas do que qualquer produto permite hoje, apenas por terem estruturas e "encanamentos" melhores entre eles.** Se tiverem sucesso, o resultado poderá ter um impacto muito grande na sociedade, independentemente da elegância científica. Todas as forças/tendências descritas anteriormente tornarão essa IA altamente capaz bastante provável. O CCR concorda com Roy Amara, ex-presidente do Institute for the Future: "Tendemos a superestimar o efeito da tecnologia no curto prazo e a subestimar o efeito no longo prazo".

Por enquanto, a maioria dos pesquisadores e especialistas parece estar de acordo quanto ao que a IA *já pode fazer*:

- Automação: a IA pode automatizar tarefas repetitivas e tediosas, como entrada de dados, controle de qualidade e testes, liberando tempo para que as equipes se concentrem em tarefas mais estratégicas e criativas. A automação pode aumentar a produtividade e reduzir custos, sobretudo em setores como manufatura, logística e atendimento ao cliente.
- Predição: a IA pode analisar grandes quantidades de dados e identificar padrões, fazendo previsões sobre eventos futuros

com alto grau de precisão. Essa capacidade pode ser aplicada em vários campos, do clima ao mercado de ações.

- Personalização: a IA pode personalizar produtos e serviços, adaptando-os às preferências, necessidades e comportamentos individuais. Essa capacidade é particularmente valiosa no marketing, área em que a IA pode analisar os dados do cliente para fazer recomendações personalizadas e melhorar a experiência.
- Reconhecimento de imagem e de voz: a IA pode reconhecer e classificar imagens e voz, o que tem aplicações em segurança, saúde e entretenimento. Por exemplo, a IA pode analisar imagens médicas para detectar doenças ou auxiliar em procedimentos cirúrgicos.
- Processamento de linguagem: a IA pode processar e analisar a linguagem natural, permitindo que chatbots, assistentes virtuais e outras ferramentas de comunicação respondam a consultas, solicitações e comandos do usuário.

LIMITAÇÕES DOS LLM

Existem limitações técnicas **profundas** nos LLM:

- Amnésia anterógrada grave: incapacidade de formar novos relacionamentos ou memórias além da Educação intensiva. Os LLM não aprendem com, refletem sobre ou mesmo se lembram de interações passadas. Suas respostas são limitadas ao que está implícito na combinação do texto solicitado pela consulta e o modelo[67] que eles construíram até a última execução do treinamento. A OpenAI está trabalhando ativamente nessa questão.
- "Alucinações" (confabulações), que são endêmicas nos LLM: trata-se de instâncias em que o modelo gera resultados in-

67. Há muito debate sobre as implicações de "modelos de mundo", com o exagero de alguns pesquisadores de IA: uma compreensão de, digamos, geografia não daria suporte a uma compreensão das leis físicas e da causalidade do mundo. Gary Marcus explica que essa *aparência de ter uma estrutura para o conhecimento não significa que você tenha uma compreensão do conhecimento suficiente para que ele seja chamado de "modelo"*. De fato, ele mostra que IAs muito mais primitivas contêm correlações sobre o espaço físico.

corretos, sem sentido ou não relacionados, apesar de receber entradas coerentes e relevantes. Esse fenômeno pode ocorrer por vários motivos: limitações de dados, má interpretação do contexto, generalização excessiva, viés nos dados de treinamento e casos extremos.

- Falta de modelo de mundo: nenhuma compreensão real do conteúdo fornecido, incapacidade de atualizar o conhecimento por conta própria, falta de aprendizado baseado em experiência, incapacidade de contextualizar informações dinamicamente, dependência de entrada para gerar saída[68] e falta de raciocínio de senso comum.[69]
- Recência: a atualidade dos dados depende de quando o modelo foi treinado pela última vez; isso está se tornando menos problemático com modelos recentes que se mantêm atualizados.

De acordo com Yann LeCun, da Meta: "Sabemos que, se os futuros sistemas de IA forem construídos com base no mesmo modelo dos LLM atuais, eles poderão se tornar altamente capacitados, mas continuarão sendo burros. Ainda terão alucinações, serão difíceis de controlar e apenas regurgitarão aquilo para o que foram treinados. O *mais importante* é que ainda serão incapazes de raciocinar, de inventar algo novo ou de planejar ações para cumprir objetivos. A menos que possam ser treinados a partir de vídeos, continuarão a não entender o mundo físico. Os sistemas futuros terão que usar uma arquitetura diferente, capaz de compreender o mundo, de raciocinar e de planejar para atender a um conjunto de objetivos e barreiras".

Além dessas limitações inerentes, tanto os pesquisadores quanto os especialistas apontam uma lista adicional de problemas, para os quais o CCR propõe contra-argumentos:

68. Em outras palavras, eles precisam "falar" para "pensar".

69. Benchekroun, Y. *et al.* (2023). WorldSense: A synthetic benchmark for grounded reasoning in large language models. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2311.15930

O QUE A IA NÃO PODE FAZER	CONTRA-ARGUMENTOS DO CCR
Criatividade: a IA pode gerar novas ideias, mas não tem a criatividade e a originalidade dos seres humanos. Ela pode imitar a criatividade humana, mas não replicá-la.	A maior parte da criatividade é incremental[70] e pode ser orientada por padrões.[71] A proporção restante de criatividade radical (imaginação, originalidade) é, de fato, muito mais humana, mas pode ser explorada aumentando a "temperatura" do LLM e colhendo suas alucinações – não muito diferente dos artistas e suas visões sob a influência de drogas ou de doenças mentais. Os seres humanos também produzem muitos incrementos menores na busca por uma ideia radical, e precisam fazer isso para alcançar um lampejo ocasional de brilhantismo.
Inteligência emocional: a IA não tem inteligência emocional nem empatia, que são essenciais para entender as emoções e o comportamento humanos.	Ela não é capaz de "entender", mas pode "representar" para si mesma e "ler"[72] as emoções humanas. Pode ser ensinada a ter empatia, é naturalmente paciente e não se cansa.
Julgamento: a IA pode tomar decisões com base em dados, mas não é capaz de fazer julgamentos éticos ou morais. Ela não consegue levar em conta as implicações sociais, culturais e éticas mais amplas de suas decisões.	Salvaguardas estão sendo implementadas, mas isso não impede a ação de malfeitores em nível estatal ou de hackers de prompts determinados. Suas respostas podem ser pré-filtradas em tempo real para evitar vieses óbvios. Mas, treinada com dados humanos, ela refletirá nossas tendências humanas.
Compreensão contextual: a IA não consegue entender o contexto das situações, principalmente se forem ambíguas ou complexas. Ela pode interpretar mal os dados, acarretando decisões incorretas.	O treinamento em uma infinidade de fontes do mundo real, vinculadas por meio de APIs ou LangChains, pode melhorar a "compreensão". • Informações sensoriais de todos os tipos (de carros a IoT e observação de raios gama), com alcance dinâmico, frequências e largura de banda muito melhores do que os sentidos humanos. • Informações processuais do YouTube, patentes etc.

continua

70. Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail.* Harvard Business School Press.

71. Wikipedia. (2023). Triz. https://en.wikipedia.org/wiki/TRIZ

72. Elyoseph, Z., Asraf, K., & Lvovsky, M. (2023). ChatGPT outperforms humans in emotional awareness evaluations. *Frontiers in Psychology*, 14, 1199058. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1199058

Bom senso: a IA não tem o bom senso e a intuição dos seres humanos. Ela pode cometer erros, principalmente ao lidar com situações incomuns que exigem julgamento e experiência humanos.	Isso será aprimorado por meio de uma melhor compreensão do mundo real, de acordo com a "compreensão contextual", e à medida que a comunidade LLM começar a adotar outros esquemas algorítmicos (neuro-simbólicos etc.).

Da mesma forma, o **GPT4 apresenta uma lista adicional de limitações**, para as quais o CCR também tem uma série de contra-argumentos:

LIMITAÇÕES, DE ACORDO COM O CHATGPT	POSSIVELMENTE SUPERADAS POR:
Dependência dos dados de treinamento: a qualidade e a amplitude do resultado estão profundamente ligadas aos dados de treinamento. Se uma IA não tiver sido treinada em determinadas informações, não poderá gerar respostas precisas sobre elas.	As APIs para ferramentas/sistemas de pesquisa especializados e o acesso LangChained a bancos de dados vetoriais minimizam significativamente as restrições iniciais do conjunto de dados.
Viés: se os dados usados para treinar a IA tiverem vieses, a IA poderá reproduzir ou até mesmo amplificá-los nos resultados.	As respostas podem ser pré-filtradas em tempo real para evitar tendências óbvias. Mas, treinada com dados humanos, ela refletirá de volta para nós nossas tendências humanas.
Supergeneralização: a IA generativa pode generalizar em excesso com base nos dados de treinamento, levando a declarações tecnicamente precisas, mas que podem não se aplicar a situações específicas, usando às vezes a imprecisão para se proteger contra a falta de conhecimento.	Há muito trabalho em andamento para, pelo menos, *minimizar* as generalizações excessivas por meio de algoritmos; e conjuntos de dados específicos do setor também podem reduzir confabulações fora do alcance.
Verificabilidade: a IA generativa pode produzir informações rapidamente, mas isso não significa que essas sejam sempre corretas ou confiáveis. A verificação é essencial.	Os conjuntos de dados específicos do setor ajudarão na confiabilidade, assim como os esquemas de geração aumentada de recuperação que permitem que o modelo cite as fontes que informam seu resultado.

continua

Preocupações éticas: há potencial para uso indevido na geração de informações enganosas, deepfakes ou outros conteúdos enganosos.	Salvaguardas estão sendo implementadas, mas ainda não são muito eficazes. Além do mais, elas não são um impedimento para os malfeitores em nível estatal ou para os hackers de prompts determinados.
Uso intensivo de recursos: o treinamento de modelos generativos de última geração requer recursos computacionais significativos, que têm implicações ambientais e econômicas.	Os serviços baseados em nuvem estão eliminando o custo inicial da infraestrutura, tornando as incorporações acessíveis até mesmo para instituições relativamente pequenas. As implicações ambientais devem ser abordadas pelos formuladores de políticas e pelo setor.
Falta de comportamento direcionado por metas: ao contrário dos seres humanos, a IA generativa não tem desejos, objetivos nem intenções. Ela responde a solicitações sem um "propósito".	Isso é bom e pode ser eminentemente realizado por seres humanos.

Fraquezas humanas:

Além disso, as fraquezas humanas e os medos que elas geram informarão a eficácia e a profundidade de nossas interações com a IA. Portanto, não se deve deixar de observar todas as questões a seguir:[73]

- Antropomorfização: existe uma tendência muito forte de antropomorfizar o comportamento da IA[74] e de atribuir a ele muito mais do que a realidade demonstra. Será que as pessoas serão capazes de combater essa antropomorfização natural quando os produtos forem projetados explicitamente para ativá-la? (Se você tem dúvidas sobre a fragilidade humana, basta olhar para o sucesso do botão "Curtir ",[75] muito mais simples, e

73. Conforme mencionado na "Introdução", este livro não aborda questões de ética e viés, já que elas estão sendo tratadas por muitas organizações.

74. Tarnoff, B. (2023). Weizenbaum's nightmares: How the inventor of the first chatbot turned against AI. *The Guardian*; Li, M. & Suh, A. (2022). Anthropomorphism in AI-enabled technology: A literature review. *Electron Markets 32*, 2245-2275.

75. Lee, H. Y., Jamieson, J. P., *et al.* (2020). Getting Fewer "Likes" Than Others on Social Media Elicits Emotional Distress Among Victimized Adolescents. *Child Development*, 91(6), 2141. https://doi.org/10.1111/cdev.13422

sua microliberação de dopamina). De acordo com Narayanan e Kapoor: "Os desenvolvedores devem evitar comportamentos que facilitem a antropomorfização dessas ferramentas, exceto em casos específicos, como chatbots de companhia. Os jornalistas devem evitar manchetes e artigos clickbait que exacerbem esse problema. Pesquisas sobre a interação entre humanos e chatbots são urgentemente necessárias".[76]

- Identidade: a IA já tem uma "identidade", de três maneiras: o conjunto de dados usado, seus algoritmos e sua interface de usuário.[77] Veja antropomorfização.
- Domínio afetivo: até o domínio afetivo pode ser hackeado (por exemplo, uma criança de 5 anos prefere um robô paciente lendo uma história para dormir).[78]
- Agência: os LLM precisam "falar para pensar", pois não cogitam/ruminam por vontade própria. A IA não tem capacidade de autoexpressão nem compulsão para se comunicar. Ela não tem autonomia, intencionalidade, volição ou agência, mas *pode recebê-los, parcialmente, de agentes*.[79] Será que isso poderia ser ampliado para um nível muito maior de agência?
- Perfeição: os seres humanos exigem mais das máquinas e esperam que a IA seja impecável,[80] mas não esperam isso de seus pares (um veículo automatizado mata uma pessoa e todos gritam "robô mau", embora as pessoas matem milhares de outras enquanto dirigem!). Os humanos estão perdoando demais os erros de outros humanos? Esse antropocentrismo deve ser reconsiderado?
- Medo: as pessoas se acostumaram com máquinas sendo mais fortes do que elas,[81] mas enfrentam dificuldades com máquinas

76. Narayanan, A. & Kapoor, S. (2023). Why people keep anthropomorphizing AI. *AI Snake Oil*. https://www.aisnakeoil.com/p/people-keep-anthropomorphizing-ai

77. Character.ai. é um chatbot para o qual os usuários podem criar diferentes "personalidades" e compartilhá-las on-line a fim de que outras pessoas possam conversar com elas.

78. Brackley, J. & Vincent, S. (2015). Humans. [Série de televisão. Temporada 1, em vários episódios].

79. https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT

80. Turkle, S. (2011). *Alone Together*: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other. Basic Books.

81. Palestra de Richard Feynman, em 26 de setembro de 1985, sobre IA: https://www.youtube.com/watch?v=ipRvjS7q1DI

mais inteligentes do que elas até se conscientizarem disso.[82] Será que esse comportamento se deve ao medo evolutivo de enfrentar um novo superpredador? Yann LeCun afirmou: "Elas não vão querer nos dominar porque não terão nenhum objetivo que as leve a dominar (ao contrário de muitas espécies vivas, principalmente espécies sociais como os humanos). Os objetivos de proteção evitarão isso. Elas serão mais inteligentes do que nós, mas permanecerão sob nosso controle. Elas **nos** tornarão mais inteligentes. A ideia de que os sistemas inteligentes de IA necessariamente dominarão os seres humanos é simplesmente errada".

- Desejo prometeico:[83] há muito tempo os pesquisadores de IA nutrem um desejo prometeico, desejando fervorosamente que sua criação adquira inteligência semelhante à humana. Será que essa "síndrome do pai orgulhoso" está atrapalhando as previsões?
- Antropocentrismo, novamente: os seres humanos esperam que a IA tenha inteligência **semelhante** à humana; por quê? Richard Feynman, em uma entrevista de 1985[84] sobre IA, lembrou ao público que "poderíamos tentar fazer uma máquina que corresse como um guepardo, mas é mais fácil fazer uma máquina com rodas. Os aviões não voam como um pássaro. Eles voam, mas não como um pássaro, certo?" Da mesma forma, os animais (de pássaros a polvos) não têm inteligência semelhante à humana, mas são altamente capazes (veja o Apêndice digital "A origem evolutiva das competências").

82. "A orientação estratégica humana combinada com a acuidade tática de um computador foi esmagadora." "Humano fraco + máquina + processo melhor foi superior a um computador forte sozinho e, mais notavelmente, superior a um humano forte + máquina + processo inferior." Fonte: Garry Kasparov, "The Chess Master and the Computer," New York Review of Books, 11 de fevereiro de 2010.

83. Gonçalves, B. (2020). Dystopia or utopia? Alan Turing's Promethean ambition about intelligence machines. *Research Gate*. https://www.researchgate.net/publication/348185600_Dystopia_or_utopia_Alan_Turing's_Prom ethean_ambition_about_intelligent_machines

84. Lex Clips. (2019). Richard Feynman: Can machines think? *YouTube*. https://www.youtube.com/watch?v=ipRvjS7q1DI

Por enquanto, os seres humanos precisam aceitar o surgimento de um novo e fascinante tipo de inteligência com capacidades tanto profundas como superficiais.

O FUTURO PODERIA ACONTECER MAIS RÁPIDO? SIM...

Honestamente, os autores têm duas opiniões: de acordo com a lista apresentada de melhorias múltiplas, interligadas e aceleradas que estão por vir, até essa fase *capaz* pode ser bastante perturbadora. Além disso, muitos especialistas revisaram suas expectativas e as reduziram ao longo do tempo,[85] com base nos avanços da GenAI, mas isso pode muito bem ser uma reação exagerada ao impacto repentino dos LLM, juntamente com o comportamento de rebanho. Se a aceleração continuar, fica impossível fazer previsões e é questionável que alguém possa antever totalmente os efeitos e as consequências (veja a seção a seguir sobre consequências não intencionais), mas os seres humanos devem tentar prever o melhor que puderem e, mais apropriadamente, reagir com rapidez, dada a velocidade de mudança.

No entanto, os eventos exponenciais não podem permanecer fisicamente para sempre assim: os efeitos de saturação entram em ação, como o desaparecimento de alimentos em uma placa de Petri, prejudicando o crescimento bacteriano (daí o diagrama de "equilíbrios pontuados" no início deste capítulo). No contexto da IA, embora haja um crescimento substancial nos tamanhos dos modelos e nos recursos computacionais, existem preocupações quanto a atingir limites físicos, econômicos ou ambientais. À medida que os modelos de IA continuam a crescer, os benefícios em termos de desempenho não se alinharão linearmente com a alta dos custos, sinalizando um possível ponto de saturação no qual o aumento de escala pode não ser mais tão vantajoso ou viável.[86]

85. McKinsey and Company. (2023). Devido à IA generativa, os especialistas avaliam que a tecnologia poderia atingir o desempenho de nível humano em capacidades mais cedo do que se pensava. *McKinsey Global Institute*. https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/mckinsey%20explainers/wh ats%20the%20future%20of%20generative%20ai%20an%20early%20view%20in%2015%20ch arts/svgz-futuregenaicollection--ex2.svgz?cq=50&cpy=Center

86. Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1906.02243

Saturação em potencial que afeta o progresso dos LLM:

- **Limitações técnicas:**
  - Retornos decrescentes: os desenvolvedores de LLM já admitem que um volume maior de modelos não é mais o caminho, em comparação com a multimodalidade e conjuntos de dados melhores.
  - Ficar sem conjuntos de dados úteis (previsão para 2026): a escassez de conjuntos de dados diversificados e de alta qualidade é uma limitação notável para os LLM. Até agora, a aquisição de conjuntos de dados grandes, variados e ricos tem sido fundamental para o treinamento de modelos robustos, mas a humanidade gera dados de alta qualidade muito mais lentamente do que a IA treina com eles, e dados de baixa qualidade ou tendenciosos acarretam uma IA de baixa qualidade e tendenciosa. A mudança para "dados sintéticos" está em andamento, com resultados pouco claros nesta fase.
  - Platô da Lei de Moore: a progressão dos LLM está intimamente ligada aos avanços da capacidade de computação. Com os transistores atingindo 1 nm, a taxa em que os humanos podem avançar os recursos computacionais por meio de melhorias no silício está potencialmente diminuindo e reforçando a migração para arquiteturas mistas de CPU+GPU (PowerInfer, Apple), outros tipos de processadores (neuromórficos etc.) ou algoritmos menos exigentes (Mixtral, Orca2).
  - **A necessidade de avanços subsequentes**, como sistemas de raciocínio (também conhecidos como IA neuro-simbólica), emparelhamento com gráficos de conhecimento etc.: os LLM atuais operam sobretudo com base em reconhecimento de padrões e extrapolações, sem recursos avançados de raciocínio e sem uma compreensão profunda do conteúdo. "O texto é uma fonte muito pobre de informações", disse Yann LeCun, explicando que um ser humano deveria levar 20.000 anos para ler a quantidade de texto que tem sido usada para treinar modelos de lin-

guagem modernos. "Treine um sistema com o equivalente a 20.000 anos de material de leitura e mesmo assim ele não entenderá que, se A é o mesmo que B, então B é o mesmo que A." Para atingir o próximo nível de IA, são essenciais avanços nos sistemas de raciocínio[87] e em outros tipos de algoritmos. Mas o recente colapso de US$ 100 bilhões no setor de veículos autônomos deve lembrar a todos que *os avanços não estão disponíveis sob demanda*.

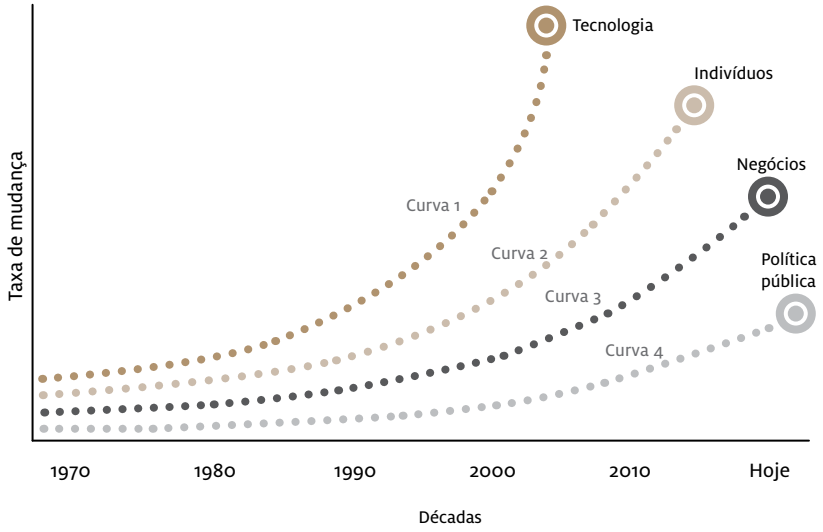
- **Desafios de gerenciamento/ideológicos:** tanto a OpenAI quanto a Mosaic enfrentaram problemas que repercutiram na imprensa, sugerindo, no primeiro caso, motivações ideológicas e, no segundo, deficiências de gerenciamento.
- **Desafios legais:** modelos de linguagem em grande escala enfrentam grandes desafios jurídicos, principalmente em relação a questões de privacidade de dados, propriedade intelectual e direitos de uso. Com frequência, o treinamento de LLM exige vastos conjuntos de dados que podem incluir informações proprietárias, confidenciais ou de identificação pessoal.
- **Custo:** o desenvolvimento, treinamento e implantação de LLM envolvem custos significativos, principalmente devido aos recursos computacionais substanciais exigidos. O consumo de energia e os gastos com hardware associados ao treinamento de modelos sofisticados são consideráveis.
- **Decisões políticas** destinadas a tratar de questões éticas, de segurança e de privacidade podem impor regulamentações rigorosas sobre pesquisa e desenvolvimento (P&D) de IA e restrições ao acesso e ao uso de dados, e limitar a colaboração internacional (com consequências tanto desejadas como não intencionais).
- **Eventos geopolíticos,** como conflitos internacionais e guerras comerciais (sem mencionar as guerras reais), podem impedir o desenvolvimento da IA ao prejudicar as colaborações

87. Lenat, D. e Marcus, G. (2023) Getting from Generative AI to Trustworthy AI.

globais e as cadeias de suprimentos, enquanto as alianças e os acordos multinacionais podem acelerá-lo ao promover a pesquisa compartilhada, o conhecimento e o agrupamento de recursos. Há também uma aceleração simultânea devido à concorrência, principalmente entre os Estados Unidos, a China e a Europa.

- **Impacto ambiental,** principalmente o alto consumo de eletricidade e de água, pode retardar a progressão devido às preocupações crescentes com a sustentabilidade.

O CCR continua preocupado com o fato de que o progresso da IA continuará sendo significativamente mais rápido do que a capacidade humana de o absorver, apesar de todas as limitações, conforme o diagrama a seguir:



Fonte: Rewriting the rules for the digital age 2017 Deloitte Global Human Capital Trends.

PODE HAVER CONSEQUÊNCIAS INDESEJADAS? *SEM DÚVIDA*, ELAS SURGIRÃO.

Este capítulo fez referência ao efeito superdimensionado do botão Curtir, projetado de fato para causar impacto – foi a magnitude do efeito que surpreendeu a todos. No entanto, tratava-se de um "desconhecido conhecido".

Mas o que se teme mais é o efeito completamente imprevisto de um "desconhecido desconhecido". Há um exemplo anterior excelente em tecnologia: o humilde sistema de mensagens curtas (SMS, também conhecido como "mensagem de texto"). Quando o SMS foi implantado como parte do sistema celular Global System for Mobiles (GSM), tratava-se de uma maneira simples e lucrativa de preencher com 140 caracteres a largura de banda não utilizada entre os canais de voz. Ninguém poderia prever que, uma década depois, ele contribuiria para a erosão de um senso de compromisso social (todo mundo já foi dispensado no último minuto por meio de um SMS) e que, duas décadas depois, em sua expressão no Twitter, ele contribuiria para a erosão da própria democracia![88]

OUTRAS CONSEQUÊNCIAS PARA A INTELIGÊNCIA HUMANA

A ciência se beneficiará da IA para entender a mente e a inteligência[89] de várias maneiras significativas:

- Modelagem de processos cognitivos: os sistemas de IA, especialmente aqueles baseados em redes neurais, podem imitar determinados aspectos da cognição humana. Ao criar e observar esses sistemas, os pesquisadores obtêm insights sobre

88. Toomey, D. (2023). What's happening with Twitter is a threat to democracy. *The Leadership Conference on Civil and Human Rights*. https://civilrights.org/blog/whats-happening-with-twitter- is-a-threat-to-democracy/#; Yaraghi, N. (2020). Twitter's ban on political advertisements hurts our democracy. *Brookings*. https://www.brookings.edu/articles/twitters-ban-on-political- advertisements-hurts-our-democracy/

89. Isso também se aplica à ciência da computação em geral desde os primórdios, pois a computação contribuiu para a neurociência. (Wang, X. *et al.* (2020). Computational neuroscience: A frontier of the 21st century. *National Science Review*, 7(9), 1418-1422. https://doi.org/10.1093/nsr/nwaa129)

como o cérebro pode processar informações, resolver problemas e aprender novos conteúdos.

- Desenvolvimento de ontologias melhores, que são uma inclinação natural da ciência da computação, dada a necessidade de precisão e consistência.
- Estudo do aprendizado e da adaptação: a aprendizagem automática, um subconjunto da IA, oferece uma plataforma para estudar como os sistemas podem aprender com dados e experiências. Isso reflete aspectos da aprendizagem humana e pode oferecer pistas sobre como nossos cérebros mudam e se adaptam ao longo do tempo em resposta a novas informações.
- Interações entre neurociência e IA: os modelos de IA são cada vez mais usados para interpretar dados neurológicos complexos. Ao aplicar a IA a dados de imagens cerebrais, por exemplo, os pesquisadores podem identificar padrões muito sutis ou complexos para a análise tradicional. Isso ajuda a compreender a base neural da cognição e dos processos mentais.
- Simulação do comportamento humano: a IA pode simular aspectos do comportamento humano, o que permite que psicólogos e neurocientistas testem hipóteses sobre como a mente funciona. Por exemplo, é possível usar a IA para simular como as pessoas podem tomar decisões em determinadas condições.
- Assistência à saúde mental: ferramentas orientadas por IA estão sendo desenvolvidas para diagnosticar e até tratar problemas de saúde mental. Ao analisar os padrões de fala, o uso da linguagem e as expressões faciais, a IA é capaz de ajudar a identificar sinais de problemas de saúde mental, fornecendo uma nova janela para a compreensão da mente.
- Insights éticos e filosóficos: o desenvolvimento da IA levanta diversas questões éticas e filosóficas sobre a consciência, o livre-arbítrio e a natureza da inteligência. Essas discussões contribuem para uma compreensão mais profunda da mente humana, comparando-a com os sistemas artificiais.
- Ferramentas aprimoradas de neurociência cognitiva: os algoritmos de IA são usados para aprimorar as ferramentas e técnicas (como ressonância magnética funcional, eletroence-

falograma) usadas na neurociência cognitiva, o que permite um estudo mais preciso do cérebro.

- Compreensão da linguagem: o processamento de linguagem natural (PLN), um campo da IA, ajuda a entender como a linguagem é processada e gerada, oferecendo insights sobre uma das habilidades cognitivas humanas mais complexas.
- Análise comparativa: ao comparar os sistemas de IA com a inteligência humana, os pesquisadores podem identificar o que torna a cognição humana única. Tal comparação pode destacar os aspectos da inteligência que são difíceis de replicar artificialmente, oferecendo, assim, percepções sobre traços específicos da cognição humana.
- Educação e treinamento personalizados: os sistemas de aprendizagem adaptativa orientados por IA podem adaptar o conteúdo educacional a estilos individuais de aprendizagem e habilidades, fornecendo insights sobre como mentes diferentes aprendem melhor. Isso será discutido brevemente no Capítulo 8.

Além disso, a forma como os seres humanos pensam também será afetada: a cognição humana é afetada por novas ferramentas por meio de um ciclo de feedback dinâmico e recíproco reconhecido há muito tempo nas ciências sociais. Esse ciclo é exemplificado pelo conceito de "determinismo tecnológico", que propõe que os avanços tecnológicos podem moldar as estruturas sociais e os padrões de pensamento humano.[90] À medida que os humanos desenvolvem e interagem com sistemas de IA, há uma influência recíproca. As tecnologias de IA, ao fornecerem novas maneiras de processar e analisar informações, influenciam como os humanos pensam, aprendem e resolvem problemas. Isso se alinha com a teoria do desenvolvimento cognitivo de Vygotsky, que postula que as ferramentas sociais, culturais e tecnológicas desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de funções mentais superiores.[91]

90. McLuhan, M. (1964). *Understanding media*: The extensions of man. McGraw-Hill.
91. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

É provável que as interações com a IA alterem os processos cognitivos humanos que os acadêmicos descrevem como a teoria da "mente ampliada", que postula que ferramentas e tecnologias podem se integrar aos nossos processos cognitivos, essencialmente ampliando a mente para além do cérebro.[92] Em um mundo de IA cotidiana, isso poderia se manifestar de várias maneiras. Os exemplos a seguir ilustram como as ferramentas de IA podem se tornar parte do sistema cognitivo humano, ampliando e, às vezes, alterando os processos cognitivos nativos:

- Recuperação de informações e memória: com dispositivos orientados por IA contendo assistentes virtuais, os seres humanos terceirizarão cada vez mais as tarefas de memória. Isso já acontece e é objeto de pesquisas acadêmicas no que diz respeito à relação entre a facilidade de acesso a informações pela internet e a maneira como os seres humanos memorizam informações.[93] Em vez de lembrar números de telefone ou datas importantes, por exemplo, agora recorremos em grande parte aos smartphones (da mesma forma que recorríamos à caneta e ao papel no passado). Essa terceirização pode levar a mudanças no modo como os seres humanos abordam tarefas que exigem muita memória, possivelmente reduzindo a dependência humana da memória interna e mudando para uma forma de relembrar externa e assistida por tecnologia.
- Tomada de decisões e solução de problemas: os algoritmos de IA, especialmente aqueles em áreas como a análise preditiva, são empregados para tomar decisões ou sugerir soluções com base em grandes quantidades de dados. Em setores como a saúde, em que os sistemas de IA podem analisar dados médicos para sugerir diagnósticos ou tratamentos, tal integração significa que os profissionais dependem cada vez mais da IA

92. Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58(1), 7-19.
93. Sharfstein, E. (2011). Study finds that memory works differently in the age of Google. *Columbia News*. https://news.columbia.edu/news/study-finds-memory-works-differently--age- google; Sparrow, B., Liu, J., & Wegner, D. M. (2011). Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. *Science*, 333(6043), 776-778.

como uma ferramenta cognitiva no processo de tomada de decisões, o que pode alterar a maneira como processam informações e avaliam opções.

Por mais que seja difícil prever todas as influências que a IA terá sobre a cognição humana, está claro que, à medida que os sistemas de IA se tornam mais sofisticados e integrados à vida cotidiana, eles podem ter impactos significativos sobre a cognição humana. A IA poderia levar a habilidades cognitivas aprimoradas em algumas áreas, como processamento de dados, reconhecimento de padrões e criação de prompts específicos, ao mesmo tempo que seria capaz de diminuir as habilidades em outras áreas que podem ser terceirizadas para a IA, como memória e analogização.

AGENTES E O NASCIMENTO DA "CIBERNETOLOGIA"

A interação entre máquinas (M2M na sigla em inglês) em inteligência artificial se refere à capacidade dos sistemas de IA de se comunicarem e colaborarem sem intervenção humana. Alguns exemplos:

- Veículos autônomos: os carros autônomos se comunicam entre si para compartilhar informações sobre suas posições, velocidade e rotas a fim de evitar colisões e otimizar o fluxo de tráfego.[94]
- Redes inteligentes: dispositivos alimentados por IA em uma rede inteligente podem se comunicar para equilibrar o fornecimento e a demanda de eletricidade em tempo real, otimizando a distribuição de energia.[95]
- Internet das coisas industrial: robôs e máquinas de manufatura em uma fábrica podem colaborar por meio de algoritmos de IA para coordenar os processos de produção e aumentar a eficiência.[96]

94. Thrun, S. *et al.* (2006). Stanley: The robot that won the DARPA Grand Challenge. *Journal of Field Robotics*, 23(9), 661-692.
95. Farhangi, H. (2010). The path of the smart grid. *IEEE Power and Energy Magazine*, 8(1).
96. Botta, A. *et al.* (2016). Integration of cloud computing and internet of things: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684-700.

- Monitoramento do setor de saúde: dispositivos médicos equipados com IA podem comunicar dados vitais do paciente entre si e aos prestadores de serviços de saúde para monitoramento em tempo real.[97]
- Sistemas de recomendação: sistemas de recomendação no comércio eletrônico podem se comunicar entre si para melhorar as recomendações de produtos com base no comportamento e nas preferências do usuário.[98]

Existem diferentes tipos de agentes: agentes reflexivos simples, agentes baseados em modelos, agentes baseados em metas, agentes baseados em utilidade, agentes de aprendizado e agentes hierárquicos. Entrar nos detalhes deles está fora do escopo deste livro. Portanto, o leitor deve consultar a citação abaixo.[99]

O surgimento de agentes cada vez mais sofisticados incitará o estudo de suas interações no nível "cognitivo". Os autores deste livro preveem o nascimento de uma "antropologia da computação" dedicada ao estudo dessas interações entre agentes "racionalizados". Como a palavra "cibernética" tem sido usada desde a década de 1950 com um significado diferente, "cibernetologia"[100] deve ser o termo apropriado para essa disciplina.

CONCLUSÃO

Os novos desafios impostos pela tecnologia estão mais proeminentes do que nunca, desde a automação da força de trabalho até preocupações com a privacidade. Mas tais desafios exigem uma resposta baseada na vigilância e na adaptabilidade, não no medo. Como argumentou o economista James Bessen, o progresso tecnológico, embora tipicamente disruptivo, também fornece catalisadores para

97. Rajkomar, A., Dean, J., Kohane, I. (2019). Machine learning in medicine. *The New England Journal of Medicine*, 380(14), 1347-1358.
98. Adomavičius, G. & Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions. *In: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 17(6), 734-749.
99. https://www.simform.com/blog/types-of-ai-agents/
100. Do grego antigo κυβερνήτης (kybernḗtēs), que significa "timoneiro".

a inovação e novas oportunidades.[101] Os acadêmicos argumentam que esta evolução exige uma força de trabalho diferente e defendem reformas educacionais para preparar as gerações futuras com habilidades como pensamento crítico e adaptabilidade.[102]

Também há bons motivos para ser otimista quanto à IA e a outros avanços tecnológicos. A tecnologia tem o potencial de melhorar o trabalho e a vida humana e de aumentar nossa capacidade de enfrentar desafios globais. A vigilância é necessária para gerenciar e reduzir os riscos associados a tecnologias como a IA. No entanto, as percepções alimentadas pelo medo impedem o progresso e a inovação. Adotar a tecnologia com um equilíbrio entre cautela e abertura permitirá que a sociedade aproveite seus benefícios enquanto se prepara para seus desafios. Os capítulos a seguir abordarão o que tais mudanças, seus impactos e nossas atitudes em relação a elas significarão especificamente para a Educação em um mundo de IA.

101. Bessen, J. (2015). *Learning by doing*. Yale University Press.
102. Trilling, B., Fadel, C. & Bialik, M. (2015) *Four-dimensional education*. Amazon CreateSpace Independent Publishing Platform.

CAPÍTULO 2

O impacto da IA nas profissões

"Se toda ferramenta, quando ordenada, ou mesmo por vontade própria, pudesse fazer o trabalho que a beneficia, não haveria necessidade nem de aprendizes para os mestres trabalhadores nem de escravos para os senhores."
Aristóteles

"Os homens definirão as metas, formularão as hipóteses, determinarão os critérios e farão as avaliações. Os computadores executarão o trabalho de rotina."
J. C. R. Licklider

IMPLICAÇÕES PARA OS EMPREGOS

Muitos livros e artigos foram e continuam sendo escritos sobre inteligência artificial (IA) e automação, mesmo assim abordaremos esse assunto **porque grande parte do conteúdo aprendido no Ensino Médio é preparatório para a empregabilidade** (assim como nas escolas profissionalizantes ou no Ensino Superior). O surgimento da IA coloca a questão de "qual Educação ainda seria relevante se os empregos fossem parcial ou totalmente automatizados?" Afinal, os sistemas de IA são incansáveis em comparação com os seres humanos. Portanto, as perguntas de um trilhão de dólares são: os seres humanos ainda precisarão trabalhar? Que empregos podem sobreviver ou surgir?

Em primeiro lugar, existem muitas vantagens possíveis de usar os modelos de linguagem em grande escala (LLM) nos negócios:

- Verticalização: trata-se do desenvolvimento de LLM específicos do setor que são adaptados para atender às necessidades e aos requisitos exclusivos de diferentes domínios. No setor de saúde, por exemplo, o Google[103] e a Universidade de Stanford[104] desenvolveram LLM médicos "verticalizados", e um novo LLM chamado OpenEvidence[105] acaba de ser lançado. Da mesma forma, o líder em notícias de negócios Bloomberg[106] e a Universidade de Columbia[107] desenvolveram LLM financeiros.

103. Matias, Y. & Corrado, G. (2023). Our latest AI health updates. *Google: The Keyword*. https://blog.google/technology/health/ai-llm-medpalm-research-thecheckup/
104. Bolton, E., Hall, D., *et al.* (2022). Stanford CRFM introduces PubMedGPT 2.7B. *HAI Stanford*. https://hai.stanford.edu/news/stanford-crfm-introduces-pubmedgpt-27b
105. https://www.openevidence.com/
106. Wu, S. Irsoy, O., *et al.* (2023). BloombergGPT: A Large Language Model for finance. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2303.17564
107. AI4Finance-Foundation/FinGPT. (2023). GitHub Repository. https://github.com/AI4Finance-Foundation/FinGPT

- Prototipagem rápida e facilidade de uso: os LLM podem ser ajustados em tempo real sem a necessidade de novos e extensos projetos de modelos, o que facilita os ciclos de desenvolvimento e agiliza o tempo de chegada ao mercado.
- Adaptação dinâmica: os LLM centrados em tarefas podem ser adaptados em tempo real para atender a requisitos comerciais em constante mudança.
- Escalabilidade e generalização: os LLM podem se adaptar a uma grande variedade de tarefas por meio de ajustes finos, o que os torna altamente flexíveis e reutilizáveis em diferentes aplicações de negócios.
- Alto desempenho: os LLM costumam fornecer resultados de última geração em várias aplicações, como processamento de linguagem natural, reconhecimento de imagens e análise de dados.
- Representações ricas e transferência de conhecimento: os LLM podem aplicar o aprendizado de um domínio em outro (ainda que de maneira limitada até o momento), melhorando assim a eficiência e potencialmente revelando novos insights.
- LLM de código aberto e suporte da comunidade: o movimento de código aberto em torno dos modelos de fundação garante um ecossistema robusto de ferramentas, tutoriais e fóruns, fornecendo às empresas amplos recursos de suporte e incentivando-as a compartilhar seus desenvolvimentos.

Existem também preocupações quanto ao uso de LLM em negócios:

- Rápida evolução de modelos: os LLM estão evoluindo todos os meses. Por vezes, uma nova versão pode representar uma mudança de paradigma, exigindo que os engenheiros comecem do zero para entender como implementá-la de modo eficaz. Esse ciclo de inovação rápida pode ser visto como uma faca de dois gumes. Por um lado, os avanços contínuos significam melhor desempenho e recursos. Por outro lado, isso pode criar uma lacuna de conhecimento até entre engenheiros experientes, que podem ter dificuldades para acompanhar o cenário em constante transformação.

- Risco de uso indevido e segurança: a segurança é uma preocupação crescente, especialmente com a facilidade de criar conteúdo enganoso ou prejudicial usando esses modelos. Torna-se essencial garantir que as medidas de segurança sejam integradas aos modelos para mitigar o uso indevido:

    - Impacto ético e social: esses modelos podem perpetuar preconceitos, estereótipos e injustiças presentes nos dados, levando a preocupações éticas e de relações públicas.
    - Vazamento de dados e segurança: informações comerciais confidenciais podem ser codificadas inadvertidamente no modelo, o que representa um risco de segurança.
    - Falta de interpretabilidade e transparência: em geral, os LLM são difíceis de interpretar, o que complica a compreensão de seus processos de tomada de decisão. Isso pode ser um problema significativo para o *compliance* regulamentar.
    - Excesso de ajuste e fragilidade: esses modelos podem ser sensíveis a anomalias e produzir resultados não confiáveis ou imprevisíveis quando expostos a dados não distribuídos.
    - Ambiguidade jurídica: questões relacionadas a atribuição, responsabilidade e direitos de propriedade intelectual podem complicar o cenário jurídico para empresas que usam modelos de fundação.

RAZÕES PARA O CETICISMO

Em 2013, Frey e Osborne, da Universidade de Oxford, causaram grande preocupação ao afirmar que "*até 47% dos empregos poderiam ser automatizáveis*",[108] enquanto uma análise mais conservadora da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento

108. Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology, "Machines and Employment" Workshop Papers. https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf

Econômico (OCDE) em 2018 previu 14%.[109] Frey e Osborne usaram duas condicionais do idioma inglês – "*might* be automat*able*" – para qualificar "*poderia ser automatizável*", mas mesmo assim isso alarmou os formuladores de políticas. Embora seja útil alertar os formuladores de políticas com antecedência, considerando os tempos de reação muito longos do setor público, seria de se esperar, na época, um estudo melhor de uma marca como Oxford: não constitui um processo científico sólido para um economista e um cientista da computação simplesmente adivinhar quais empregos podem ser automatizados. Eles parecem ter aprendido com esse erro em um artigo de 2023,[110] que não oferece mais previsões quantitativas.

A pesquisa de 2023 feita pelas empresas de consultoria Morgan Stanley[111] e McKinsey[112] indica, respectivamente, que cerca de 300 milhões de empregos e 30% das ocupações *poderiam* ser afetados. Mais uma vez, as estimativas são apenas de alto nível; portanto, não há uma maneira granular de verificar se os números são confiáveis. O Fórum Econômico Mundial também publicou um relatório técnico[113] sobre os LLM e os empregos. Sabiamente, considerou a "intensidade do idioma" das tarefas dentro das ocupações (já que os LLM são baseados em idiomas), para afirmar que "23% dos empregos globais *mudarão* nos próximos cinco anos".

109. Nedelkoska, L. and G. Quintini. (2018). "Automation, skills use and training", OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202, OECD Publishing, Paris, https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en

110. Osborne, M. (2023). Generative AI and the future of work: a reappraisal. Brown Journal of World Affairs. https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:f52030f5-23eb-4481-a7f1-8006685edbae

111. Paulson, B. & Broderick, E. (2023). Compounding through the hype. *Morgan Stanley: Insights*. https://www.morganstanley.com/im/en-us/individual-investor/insights/articles/compounding-through-the-hype.html

112. Ellingrud, K., *et al.* (2023). Generative AI and the future of work in America. McKinsey Global Institute. https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/generative-ai-and-the-future-of-work-in-america

113. World Economic Forum. (2023). Jobs of tomorrow: Large language models and jobs. *White Papers*. https://www.weforum.org/publications/jobs-of-tomorrow-large-language-models-and-jobs/

Para uma pesquisa sólida, seria preciso realizar uma análise de testes[114] versus tarefas versus ocupações: passar em um exame (de direito, de medicina etc.) não equivale à capacidade de realizar uma tarefa (por exemplo, para um advogado, fazer pesquisa de antecedentes); e as ocupações são compostas de várias tarefas (por exemplo, preparar e argumentar em um processo judicial), combinadas com a *subestimada* "cola" entre elas (não há "correia transportadora" de tarefa para tarefa). *Mas pode haver um fator de dez na complexidade de um teste para uma tarefa e outra ordem de grandeza de uma tarefa para uma ocupação* – ninguém sabe, e isso precisa ser mais bem compreendido.

Além disso, pouquíssimas ocupações não dependem de contexto, de modo que mesmo as ocupações aparentemente "monotarefa" não são tão fáceis de automatizar: dirigir nas planícies de Manitoba é muito diferente de dirigir na hora do *rush* na Place de l'Etoile, em Paris. Traduzir para pedir a chave de um quarto de hotel não é uma missão tão crítica quanto traduzir na Organização das Nações Unidas (ONU). É claro que algumas profissões poderão ser mais afetadas do que outras, especialmente as que dependem muito do idioma (já que esse é o forte dos LLM), mas, como mostra o exemplo da tradução, o diabo está nos detalhes: tradução de rotina, sim; tradução de alto risco, muito menos provável.

O melhor conjunto de dados dos Estados Unidos é o banco de dados de ocupações O*NET do governo, com *informações fornecidas pela população* (portanto, tendencioso). Os economistas geralmente se baseiam no O*NET para estudar as demandas de habilidades, os determinantes salariais, as mudanças ocupacionais e o possível impacto da mudança tecnológica nos empregos. Para entender melhor a composição dos empregos em um nível *detalhado* e

114. Grandes esforços de pesquisa têm sido dedicados a avaliar o desempenho de diferentes softwares, especialmente modelos de IA e de aprendizagem automática, em testes de *benchmark* padrão. Estes testes de *benchmark* são fundamentais para a compreensão das capacidades, limitações e desempenho comparativo de um modelo. Seus resultados fornecem insights sobre o progresso da IA, auxiliando na identificação de avanços e de áreas que precisam ser mais exploradas.

classificar quais aspectos são automatizáveis, seria necessário realizar uma análise cognitiva de tarefas (ATC, na sigla em inglês) das ocupações, na qual os psicólogos acompanham profissionais em cada tipo de emprego para entender o que de fato e exatamente fazem. Até onde sabemos, isso não foi feito, mesmo quando análises melhores[115] são oferecidas.

Para entender melhor as ocupações emergentes e suas taxas de crescimento, é possível monitorar os empregos em aumento e em declínio do Bureau of Labor Statistics (BLS). Pode parecer básico e óbvio, mas a realidade é que *os empregos mudam*[116] *muito mais lentamente do que se teme* (veja o tempo que levou para os empregos de caixa de lojas começarem a diminuir, e mesmo assim o declínio tem muito mais a ver com as compras on-line do que com os tão temidos scanners,[117] que agora estão sendo retirados).

Por fim, os economistas do trabalho não são futuristas, e *mesmo os futuristas não têm um bom histórico em imaginar os novos "empregos do futuro"*. A tabela a seguir, do Fórum Econômico Mundial, mostra os empregos que ***NÃO*** foram previstos[118] uma década antes:

115. Brynjolfsson, E., Mitchell, T. & Rock, D. 2018. What can machines learn, and what does it mean for occupations and the economy? *AEA Papers and Proceedings*, 108, 43-47. https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pandp.20181019

116. **O BLS, aliás, não prevê novas ocupações até a tecnologia passar da fase de pesquisa e desenvolvimento. O Center for Curriculum Redesign (CCR) não explorará aqui a velocidade relativamente lenta da difusão da tecnologia.**

117. Handel, M. J. (2000). Is there a skills crisis? *The Jerome Levy Economics Institute of Bard College: Public Policy Brief*. https://www.levyinstitute.org/pubs/ppb/ppb62.pdf

118. World Economic Forum. (2016). The future of jobs report. *WEF Global Challenge Insight Report*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

FUNÇÃO	NÍVEL DE REMUNERAÇÃO
Desenvolvedor de aplicativos	*Alto*
Engenheiro de veículos autônomos	*Alto*
Especialista em computação na nuvem	*Alto*
Analista de big data/cientista de dados	*Alto*
Gestor de redes sociais	Médio
Gestor de sustentabilidade	Médio
Criador de conteúdo do YouTube	Médio
Especialista na geração millennial	Médio
Operadores de drones	Médio
Motorista de aplicativo	Baixo

A lista parcial[119] a seguir mostra mais imaginação, com o habitual acerto ou erro em muitos casos (sem contar que muitos *deveriam* ser automatizados, como o otimizador de tráfego de drones):

- designer de roupas impressas em 3D
- otimizador de tráfego de drones
- arquiteto de realidade aumentada
- consultor de robótica
- arquiteto de sistemas globais
- coletor de dados
- geolocalizador
- agricultor urbano
- psicólogo de máquinas
- especialista em comportamento de computador
- negociador de dados
- programador de poeira inteligente
- gerente de personalidade

E assim por diante – veja a lista completa no link da fonte.

As opiniões sobre os perigos do desemprego ignoram a dificuldade atual de encontrar funcionários para muitas ocupações

119. Zeeshan-ul-hassan, U. (2019). Jobs of the future – Are you ready? *Zeeshan-ul-hassan Usmani* (blog). https://zeeshanusmani.com/2019/09/23/jobs-of-the-future-are-you-ready/

nos países desenvolvidos e em desenvolvimento,[120] e que tal tendência é acelerada pelo declínio demográfico.[121]

A VISÃO SENSATA

Conforme declarado no Prefácio, o Center for Curriculum Redesign (CCR) não abordará neste livro as visões mais na linha de ficção científica do hedonismo total em que as máquinas fazem todo o trabalho ou da escravidão dos seres humanos perante as máquinas, a menos que elas se tornem possibilidades plausíveis em vez de elucubrações filosóficas. Mas dois efeitos possíveis estão ocorrendo neste momento, que podem acontecer em paralelo, pois não são mutuamente exclusivos:

Substituição: no contexto da economia do trabalho, "substituição" refere-se ao conceito de trabalhadores ou empregos sendo substituídos ou suplantados por avanços tecnológicos. A declaração amplamente repetida de que "a IA não substituirá você, mas alguém com IA substituirá" costuma ser considerada apócrifa, mas foi comprovada e documentada[122] pela Harvard Business School (HBS). Ela sugere que, embora a IA possa não substituir diretamente os indivíduos em suas funções, aqueles que aproveitarem os recursos da IA provavelmente terão melhor desempenho e superarão quem não o fizer, enfatizando a importância de adotar a tecnologia de IA e sua integração em ambientes profissionais. Portanto, em outras palavras: *é melhor subir no carro do que correr atrás dele!*

120. Bhagwat, A. (1973). Main features of the employment problem in developing countries. *IMF Staff Papers*, 1973 https://www.elibrary.imf.org/view/journals/024/1973/001/article-A002-en.xml; Ferguson, S. (2023). Understanding America's labor shortage. *U.S. Chamber of Commerce*. https://www.uschamber.com/workforce/understanding-americas-labor-shortage

121. Martinez, M. (2023). As baby boomers retire, German businesses turn to robots. *Reuters*. https://www.reuters.com/technology/baby-boomers-retire-german-businesses-turn-robots-2023-10-27/

122. Iansiti, M., *et al*. (2020). *Competing in the age of AI*. Harvard Business Review Press; Ignatius, A. (Ed.) (2023). AI won't replace humans – but humans with AI will replace humans without AI. *Harvard Business Review*: Business and Society. https://hbr.org/2023/08/ai-wont- replace-humans-but-humans-with-ai-will-replace-humans-without-ai.

Complementaridade: em economia do trabalho, "complementaridade" se refere a um conceito no qual determinadas tecnologias ou habilidades aumentam o valor e a produtividade do trabalho humano em vez de substituí-lo. Um excelente estudo recente[123] da HBS afirma: "Sugerimos que os recursos da IA criam uma 'fronteira tecnológica irregular' na qual algumas tarefas são facilmente realizadas pela IA, enquanto outras, embora pareçam semelhantes em nível de dificuldade, estão fora da capacidade atual da IA. Nossa análise mostra o surgimento de dois padrões distintos de uso bem-sucedido da IA por seres humanos ao longo de um espectro de integração entre eles e a IA. Um grupo de consultores agiu como 'centauros',[124] como a criatura mítica metade cavalo/metade humana, dividindo e delegando suas atividades de criação de soluções à IA ou a eles mesmos. Outro grupo de consultores agiu mais como 'ciborgues',[125] integrando todo seu fluxo de tarefas com a IA e interagindo continuamente com a tecnologia".

Embora a complementaridade entre a tecnologia e as habilidades humanas possa aumentar significativamente a produtividade, ela também apresenta possíveis armadilhas, sobretudo em contextos reais de longo prazo. A dependência excessiva da tecnologia pode fazer com que os trabalhadores entrem no modo "piloto automático", uma lassidão em que se tornam dependentes e confiantes demais nos sistemas tecnológicos, deixando de se envolver ativamente com eles e de aperfeiçoar suas habilidades. Tal dinâmica fomenta a atrofia das habilidades e reduz a capacidade humana de se adaptar com rapidez diante de desafios ou disrupções imprevistas.[126]

123. Dell'Acqua, F., *et al*. (2023). Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of AI on knowledge worker productivity and quality. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper No. 24-013*. https://ssrn.com/abstract=4573321 ou http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4573321

124. Wikipedia. (2023). Xadrez avançado. https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_chess

125. Interessantemente, a analogia ciborgue/centauro foi utilizada pela primeira vez no xadrez com máquinas. https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_chess

126. Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.

Em contextos ocupacionais do mundo real, esses dois efeitos interagem entre si e podem fazê-lo em benefício dos profissionais. No jornalismo, por exemplo, os LLM são capazes de auxiliar os jornalistas em pesquisas preliminares e na geração de conteúdo para relatórios padrão. Contudo, o pensamento crítico, a verificação de fatos, a análise, a narrativa convincente e as considerações éticas inerentes ao jornalismo são mais difíceis de serem replicadas de modo consistente pelas máquinas.[127] Em domínios que exigem suporte ao cliente, os LLM assumiram funções significativas no tratamento de consultas, reclamações ou feedback iniciais do cliente, fornecendo respostas instantâneas em plataformas como chatbots ou respostas automáticas por e-mail.[128] Isso pode levar a um atendimento ao cliente mais eficiente, especialmente para consultas frequentes e básicas. No entanto, questões complexas que exigem inteligência emocional, empatia ou solução de problemas não comuns continuam a exigir intervenção humana. Um LLM pode fornecer informações, mas agentes humanos são importantes para a construção de relacionamentos e uma compreensão diferenciada.

Da mesma forma, os LLM estão dando grandes saltos na ajuda aos médicos, analisando grandes quantidades de literatura médica para apresentar as descobertas mais recentes ou sugerindo diagnósticos diferenciais baseados em dados de sintomas. No entanto, a prática real da medicina é mais do que o processamento de dados, envolvendo exames físicos e intervenções, interpretação de sinais não verbais e tomada de decisões com base em uma combinação de dados objetivos e julgamento subjetivo.[129]

Então, para recapitular:

- Os economistas não entendem totalmente a diferença de complexidade entre testes, tarefas e empregos.

127. Graefe, A. (2016). *Guide to automated journalism*. Tow Center for Digital Journalism.
128. Huang, M. H., & Rust, R. T. (2018). Artificial intelligence in service. *Journal of service research*, 21(2), 155-172. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1094670517752459
129. Chen, J. H., & Asch, S. M. (2017). Machine Learning and Prediction in Medicine – Beyond the Peak of Inflated Expectations. *The New England journal of medicine*, 376(26), 2507.

- A história mostra que a disseminação de tecnologia nas empresas pode levar décadas.
- As previsões têm notoriamente ignorado o surgimento de novas ocupações.
- A demografia do emprego é subestimada com frequência.
- Os efeitos de substituição e complementaridade estarão em jogo e são difíceis de prever.

Com todas essas ressalvas em mente, é possível descartar o medo de que "todos os empregos desaparecerão" em breve. **Como os empregos continuarão existindo no futuro próximo, o objetivo da Educação *ainda* é dual, conforme afirmado na Introdução: psicossocial e econômico,** não um *ou* outro. *Como* fazer isso é discutido no restante deste livro. Começamos com o objetivo final da Educação: a sabedoria.

CAPÍTULO 3

Sabedoria: objetivo duradouro da Educação

"Voe pelo caminho do meio." [130]
Dédalo [conselho] para Ícaro

130. Tolentino, Cierra. (2022). "The Myth of Icarus: Chasing the Sun." *History Cooperative*.

POR QUE SABEDORIA? AVANÇO DA SOCIEDADE – E SOBREVIVÊNCIA!

A sabedoria tem desempenhado um papel fundamental na evolução humana, promovendo a coesão grupal e garantindo a sobrevivência. Nas primeiras sociedades de caçadores-coletores, os anciãos sábios eram vitais para a tomada de decisões e a solução de conflitos, ajudando o grupo a sobreviver a desafios ambientais e ameaças de rivais.[131] À medida que as sociedades ficaram mais complexas, a sabedoria se tornou ainda mais importante: navegar pelas hierarquias sociais, compreender as normas culturais e prever as consequências exigiam a conciliação de perspectivas diferentes e a previsão de resultados futuros – aspectos fundamentais da sabedoria.[132] A inclinação humana para a evolução cultural cumulativa, na qual cada geração se baseia na sabedoria do passado, ressalta a importância da sabedoria tanto para a sobrevivência individual quanto para a perpetuação do conhecimento e da percepção coletivos, **fomentando o desenvolvimento da sociedade.**[133]

No entanto, em todo o mundo, as crenças (inclusive as religiosas) estão derrotando o conhecimento,[134] em grande parte devido à influência das redes sociais que apelam para as emoções.[135] André Malraux disse: "*Le 21ème siècle sera religieux ou ne sera pas*",[136] ou seja, ou a civilização encontrará princípios orientadores (ele não quis dizer "religiões") ou se autodestruirá. Danny Hillis, do Instituto de Tecnologia de

131. King, L. A., Hicks, J. A., & Abdelkhalik, J. (2009). Death, life, scarcity, and value: An alternative perspective on the meaning of death. *Psychological Science*, 20 (12), 1459-1462.

132. Bluck, S., & Glück, J. (2005). From the Inside Out: People's Implicit Theories of Wisdom. *In:* R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A handbook of wisdom: Psychological perspectives* (pp. 84--109). Cambridge University Press.

133. Tomasello, M. (1999). The human adaptation for culture. *Annual review of anthropology*, 28 (1), 509-529. https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.anthro.28.1.509

134. Kahan, D. M. (2015). Climate-science communication and the measurement problem. Advances in Political Psychology, 36, 1-43. https://www.jstor.org/stable/43783843; Norenzayan, A., & Gervais, W. M. (2013). The origins of religious disbelief. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(1), 20–25. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.11.006.

135. Lewandowsky, S., Ecker, U. K. H., & Cook, J. (2017). Beyond misinformation: Understanding and coping with the "post-truth" era. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 6(4), 353–369. https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2017.07.008

136. Ele não quis dizer, como alguns entenderam erroneamente, "tornar-se religioso".

Massachusetts (MIT, na sigla em inglês), fundador da Thinking Machines,[137] certa vez brincou: "Sejam bem-vindos à era da *ir*racionalidade".[138]

A sabedoria também é crucial para entender e navegar pelos riscos existenciais e desafios éticos emergentes trazidos pelas mudanças climáticas[139] e pelas tecnologias criadas pelo ser humano além dos combustíveis fósseis (inteligência artificial,[140] biotecnologia[141] e energia nuclear). A humanidade está enfrentando uma "variedade sem precedentes de problemas sociais e ambientais, muitos dos quais são causados pelo ser humano",[142] representados por 14 possíveis becos sem saída evolutivos para a humanidade.[143] **Atualmente, os riscos estão maiores do que nunca e exigem que a humanidade demonstre mais sabedoria coletiva e individual.**

Temos que educar os estudantes para que sejam a próxima geração de agentes de transformação, capazes de enfrentar desafios imensos. *A entrada na universidade e os requisitos de emprego são necessários, mas não suficientes.*

MAS O QUE É SABEDORIA EXATAMENTE? DISCERNIMENTO PERSPICAZ EM CONTEXTO

A sabedoria costuma ser definida de maneira vaga na cultura popular, pois pode ser considerada em seus sentidos mais amplos e

137. https://en.wikipedia.org/wiki/Thinking_Machines_Corporation
138. Comunicação pessoal com Charles Fadel.
139. Gardiner, Stephen M. (2011). *A Perfect Moral Storm: The Ethical Tragedy of Climate Change, Environmental Ethics and Science Policy Series*, online edition. Oxford, UK: Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195379440.001.0001
140. Wilks, Yorick, Ed. (2010). *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design issues*. Amsterdam: John Benjamins Pub. Co.
141. Rigaud, Nicolas. (2008). "Biotechnology: Ethical and Social Debates." Report for the *OECD International Futures Project on The Bioeconomy to 2030*."
142. Glück, Judith and Nic M. Weststrate. (2022). "The Wisdom Researchers and the Elephant: An Integrative Model of Wise Behavior." *Personality and Social Psychology Review*, 26 (4), 342–374. https://doi.org/10.1177
143. Søgaard Jørgensen, P. *et al.* (2023). Evolution of the polycrisis: Anthropocene traps that challenge global sustainability. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (B)*. DOI: 10.1098/rstb.2022.0261

mais rigorosos,[144] e vem associada a muitas ressalvas complicadas na opinião pública (especialmente em ambientes políticos cada vez mais divididos). A sabedoria é comumente definida como:

FONTE	DEFINIÇÃO
Dicionário Oxford[145] (Reino Unido)	• A capacidade de tomar decisões sensatas e dar bons conselhos devido à experiência e ao conhecimento que você tem.
Dicionário Merriam-Webster[146] (EUA)	• A capacidade de discernir qualidades e relacionamentos internos; insight; bom senso; julgamento.
Sagesse[147]	• Ideal de vida mais elevado proposto por uma doutrina moral ou filosófica; o comportamento de alguém que está em conformidade com esse ideal. • Qualidade de alguém que demonstra em decisões e ações julgamento sólido e bem-informado. • Qualidade de alguém que age com prudência e moderação; força de caráter nas ações.
σοφία, sophía	• Traduzido literalmente como esperto, habilidoso, inteligente, sábio. • A filosofia grega (*philo-sophia*, literalmente "amor à sabedoria") enfatiza o reconhecimento da própria ignorância e a valorização da humildade epistêmica, resumida no famoso aforismo de Sócrates "Sei que nada sei".[148]
ཤེས་རབ་, *prajñā sherab* ཡེ་ཤེས་, *jñāna yeshe*[149]	• No Tibete, a sabedoria é a sexta das seis *paramitas*, definida como o discernimento preciso de tudo. • Na palavra *yeshe*, ཡེ་, *yé* é a abreviação de ཡེ་ནས་, *yé né*, que significa "desde o início". Algumas traduções usam "prístino" ou "puro", o que significa que tudo é como sempre foi.

continua

144. Mitchell, L., Knight, B., & Pachana, N. (2017). Wisdom across the ages and its modern--day relevance. *International Psychogeriatrics*, 29(8), 1231-1234. doi: https://doi.org/10.1017/S1041610217000783

145. Oxford Learner's Dictionary. (2023). "Wisdom."

146. Merriam-Webster Dictionary. (2023). "Wisdom." https://www.merriam- webster.com/dictionary/wisdom

147. Larousse. (2023). "Sagesse." https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sagesse/70506

148. Fine, Gail (2008). "Does Socrates Claim to Know that He Knows Nothing?". *Oxford Studies in Ancient Philosophy*. 35: 49-88.

149. Wikipedia. (2023). "Wisdom - Rigpa Shedra." https://www.rigpawiki.org/index.php?title=Wisdom; Wikipedia. (2023). "Primordial wisdom - Rigpa Shedra." https://www.rigpawiki.org/index.php?title=Primordial_wisdom.

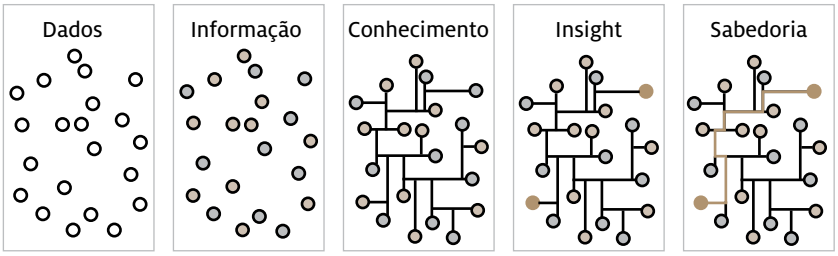
Hinduísmo	• A sabedoria é um estado profundo de ser, que está ligado à conquista da libertação e abrange a autoconsciência suprema e o reconhecimento de si mesmo como a verdade fundamental de toda a criação. • Ela envolve a percepção da profunda conexão de uma pessoa com toda a criação e com a "alma suprema" (*paramatma*), alcançada por meio de uma vida e conduta justas.[150]
prajñā (Pali, paññā)	• As tradições budistas dão importância central ao desenvolvimento da sabedoria; o objetivo final é frequentemente apresentado como "ver tudo como é" ou como obter uma "compreensão profunda de todos os fenômenos".[151]
hikma حكمة	• Traduzido do árabe como sabedoria, sagacidade, filosofia, racional ou razão subjacente. • "Hikma" é entendido como conhecimento e compreensão e como um meio de nutrir o espírito ou o intelecto.[152]
知人者智自知者明	• No taoísmo, a sabedoria é a adesão aos três tesouros: caridade, simplicidade e humildade. "Aquele que conhece outros homens é perspicaz [智]; aquele que conhece a si mesmo é inteligente [明]."[153]
智慧 "Zhìhuì"[154]	• A capacidade de fazer bons julgamentos. • Conhecimento adquirido por meio de muitas experiências na vida.

Ela também pode ser triangulada por meio de seus **sinônimos e antônimos:**[155]

- Sinônimos: perspicácia, prudência, discernimento, bom senso, experiência, inteligência, julgamento, conhecimento.
- Antônimos: ignorância, imprudência, imperícia, irreflexão, estupidez.

150. Easwaran, E. (2007). The Bhagavad Gita: Classics of Indian Spirituality. Nilgiri Press.
151. Bodhi, B. (1999). The noble eightfold path. Access to Insight. https://www.accesstoinsight.org/lib/authors/bodhi/waytoend.html
152. Wikipedia. (2023). "Hikma" https://en.wikipedia.org/wiki/Hikmah
153. Legge, J. (1891).《道德經 - Dao De Jing》. *Chinese Text Project*. https://ctext.org/dao-de-jing#n11624
154. Leo, Andres. (2023). Chinese word database. https://www.chinese-word.com/data/2262- 2.html
155. Thesaurus.com. (2023). "Wisdom." https://www.thesaurus.com/browse/wisdom

Em todas as tradições humanas, a sabedoria ultrapassa a mera informação ou conhecimento. É uma virtude a ser buscada para viver moralmente e compreender a vida humana.[156] No entanto, a informação e o discernimento, por exemplo, fazem parte do desenvolvimento da sabedoria. O quadro a seguir exibe uma síntese visual das diferenças e das progressões entre dados e informações para sabedoria:



Fonte: internet – desconhecida.

Nota explicativa sobre o desenho anterior: os pontos de dados existem no mundo como matéria-prima, e a informação é o resultado processado e interpretado que dá significado e contexto a esses dados. O conhecimento é a compreensão e a conscientização subsequentes das informações e dos conceitos e o estabelecimento de conexões. O insight, por outro lado, envolve um nível mais profundo de entendimento que costuma vir do reconhecimento de padrões e da obtenção de uma perspectiva única. Mais do que apenas assimilar informações, a sabedoria é uma característica mais ampla e abrangente que envolve a capacidade de aplicar o conhecimento e a experiência de modo ponderado e com um senso de responsabilidade e empatia em relação aos outros e ao mundo, *garantindo escolhas que reflitam tanto os interesses pessoais quanto os da* ***sociedade***.

156. Sternberg, R. J., & Glück, J. (Eds.) (2022). *The psychology of wisdom: An introduction*. Cambridge University Press.

PESQUISA DO CCR QUE SINTETIZA A SABEDORIA

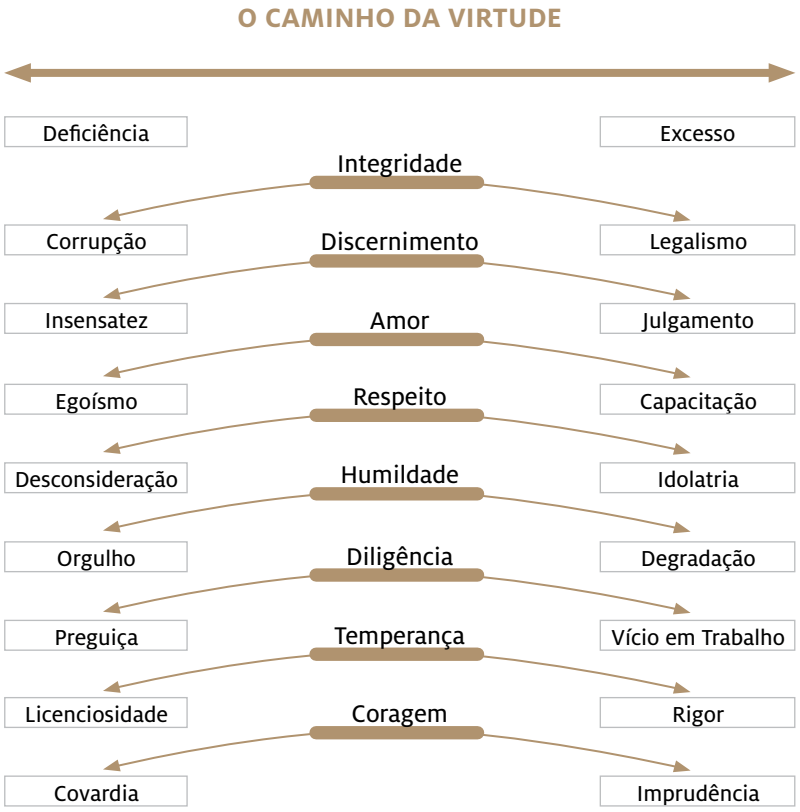
TERMO	DEFINIÇÃO PREFERIDA	TERMOS E EXPRESSÕES ASSOCIADOS
Sabedoria	A doutrina do meio-termo:[157] "nada em excesso", aplicado também de modo autorreferencial. ☺	Equilíbrio, moderação, maturidade, seriedade, bom senso, provérbios.

Sabedoria é equilíbrio: o infindável cabo de guerra evolutivo entre ser egoísta até certo ponto e ser altruísta até certo ponto é um equilíbrio dinâmico, constantemente ajustado para a chamada "doutrina do meio-termo". O Center for Curriculum Redesign (CCR) o amplia para refletir o provérbio popular: "Tudo com moderação, inclusive a própria moderação". Isso implica uma forte capacidade de autocontrole metacognitivo (também conhecido como "função executiva"), para evitar extremos, bem como uma quantidade significativa de metacognição e metaemoção, para discernir quando contornar a regra *ocasionalmente*, conforme a necessidade das circunstâncias.

A imagem a seguir[158] captura o equilíbrio exigido pela sabedoria conforme manifestado em diferentes graus no caminho da virtude. A chave para a sabedoria é o equilíbrio dinâmico: manter a moderação no comportamento e no pensamento, e saber quando tal moderação é necessária ou não. Em outras palavras, **a metacognição e a metaemoção devem ser convocadas para evitar comportamentos extremos (quando inadequados, como na maioria das circunstâncias).**

157. Golden mean (philosophy). (2024). *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_mean_(philosophy)

158. Lanctot, J.D. & Irving, J.A. (2010). Character and Leadership: Situating Servant Leadership in a proposed virtues framework. *International Journal of Leadership Studies*, 6 (1), 28-50. https://www.regent.edu/acad/global/publications/ijls/new/vol6iss1/2_Final%20Edited%20Lancto t%20and%20Irving_pp%2028-50.pdf



Fonte: Lanctot, J. D. & Irving, J.A. 2010.

Maturidade: "é uma característica pela qual uma pessoa tem a experiência e a sabedoria para se comportar de maneira decidida, resoluta e segura".[159] A maturidade é frequentemente associada à sabedoria e a outras características relacionadas, como humildade, introspecção e experiência do fracasso. As sociedades costumam estabelecer parâmetros de maturidade (por exemplo, 18 anos de idade para votar; cerimônias de maioridade em determinados grupos ou ambientes religiosos), mas o conceito e sua realidade são mais complexos. A maturidade não é obtida automaticamente por meio de rituais ou ao atingir uma determinada idade ou status.

159. Drew, C. (2023). 25 *maturity examples*. Helpful Professor. https://helpfulprofessor.com/maturity-examples/

Trata-se de um processo contínuo ao longo da vida de uma pessoa.

Ao longo dos anos foram criados vários "modelos" de maturidade. Um dos mais influentes é o modelo de Allport,[160] de 1967, segundo o qual um indivíduo totalmente maduro apresenta características como extensão do *eu*, interações humanas calorosas, segurança emocional, habilidades e tarefas e uma filosofia de vida unificadora. Allport acreditava que a verdadeira maturidade é caracterizada pela capacidade de viver confortavelmente consigo mesmo, de estabelecer relacionamentos genuínos e sem preconceitos com os outros e de navegar pela vida com um propósito. Mais recentemente, em 2012, Todres publicou um estudo identificando cinco indicadores de maturidade: participação política, poder econômico independente, responsabilidade e confiabilidade, integridade física e direitos da família.[161] Os indicadores medem o envolvimento convincente de um indivíduo com o mundo a seu redor, a capacidade de cuidar de si mesmo e dos outros, e a capacidade de ser responsável (portanto, de ser responsabilizado por suas ações).

A **seriedade** é outro aspecto frequentemente associado à maturidade. Embora sejam relacionados, esses conceitos são distintos. Seriedade refere-se a uma qualidade de gravidade, dignidade ou solenidade de maneiras. Costuma ser associada à autoridade, à credibilidade e ao peso da presença ou do discurso de alguém. A maturidade está relacionada à capacidade de uma pessoa de responder a situações de maneira apropriada, demonstrando sabedoria, experiência e estabilidade emocional.

Embora a seriedade possa ser um sinal de maturidade, ela não é o único indicador. Uma pessoa pode ser madura sem sempre exibir seriedade. Da mesma forma, uma pessoa pode mostrar seriedade em determinadas situações, mas não ter maturidade em outros aspectos da vida. Portanto, embora a seriedade possa complementar a maturidade, ela não é estritamente necessária para isso.

160. Allport, G. W. (1961). *Pattern and growth in personality*. Holt, Reinhart & Winston.
161. Todres, J. (2012). Maturity. *Houston Law Review*, 48(5), 1107-1165. https://houstonlawreview.org/article/4131-maturity

A **humildade**, comumente entendida como o reconhecimento das próprias limitações e uma abertura genuína para o conhecimento, as ideias e experiências de outras pessoas, é a pedra angular da sabedoria e uma característica que pode ser desenvolvida por meio da socialização e da Educação. Para promover a sabedoria, precisamos fomentar a humildade, pois a consciência de nossos limites é essencial para o discernimento e, por fim, para a sabedoria. As estruturas curriculares que incentivam a autorreflexão e a celebração de perspectivas diversas podem ser fundamentais para cultivar a humildade. Como exposto anteriormente, envolver os alunos com textos de várias origens culturais os expõe a uma infinidade de experiências e visões de mundo, permitindo que vejam a realidade por perspectivas diferentes das próprias.[162] As discussões em sala de aula que enfatizam o método socrático, no qual os professores fazem perguntas que levam os alunos a perceber as limitações do próprio conhecimento, podem ser fundamentais para estimular a humildade intelectual.[163] Ao reconhecer a vastidão do que permanece desconhecido, os alunos aprendem o valor da pesquisa contínua e a importância de reconhecer os pontos fortes e as percepções dos outros. Exercícios de exposição à diversidade e a outros modos de pensamento e suas limitações desafiam vieses etnocêntricos, antropomórficos e outros, promovendo a compreensão e impelindo os alunos a reavaliar e, às vezes, a ser mais humildes em suas noções preconcebidas.

O **bom senso** é com frequência associado à sabedoria. Mas enquanto ele costuma se referir à capacidade inata ou adquirida de fazer julgamentos práticos em situações cotidianas,[164] a sabedoria é vista como uma compreensão profunda e holística, um insight das complexidades da vida, envolvendo reflexão ética, compaixão

162. Hanh, T. N. (2019). *A essência dos ensinamentos de Buda: transformando o sofrimento em paz, alegria e libertação*. Vozes.

163. Paul, R., & Elder, L. (2006). Critical thinking: The nature of critical and creative thought. *Journal of Developmental Education*, 30(2), 34. https://www.semanticscholar.org/paper/Critical- Thinking%3A-The-Nature-of-Critical-and-Paul- Elder/8bc9e8bfe26e71fdf1cb68c93d7561c478d7c032

164. Sternberg, R. J. (2005). Wisdom as a form of giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 49(4), 277-290. https://eric.ed.gov/?id=EJ616398

e ação para o bem comum.[165] O bom senso pode ser considerado um componente ou um trampolim para alcançar a sabedoria, mas a sabedoria incorpora um discernimento mais profundo e multidimensional e a aplicação moral do conhecimento.

O doutor Ernest Davis, da Universidade de Nova York, enfatiza a imprecisão das definições de bom senso tanto para os seres humanos quanto, agora, para as inteligências artificiais emergentes. "Sem dúvida, bom senso aplicado a pessoas ou a inteligências artificiais (IAs) constitui algo vago: é inútil tentar dar uma definição precisa ou condições necessárias e suficientes para seu uso. Tarefas, conhecimentos e processos de raciocínio de vários tipos podem exibir mais ou menos bom senso em várias dimensões."[166] Em seguida, ele enumera os recursos considerados característicos do bom senso em seres humanos e na inteligência artificial (IA):

- o conhecimento do bom senso é comum;
- o bom senso é em grande parte sensato;
- o bom senso apoia o raciocínio;
- o raciocínio de bom senso é integrado a outras habilidades cognitivas;
- o bom senso abrange várias tarefas e modalidades;
- o bom senso tem um escopo amplo;
- o bom senso pode ser diferenciado do conhecimento comum, do conhecimento enciclopédico e do conhecimento especializado;
- o bom senso não é um "aprendizado de livro" ensinado de modo explícito nas escolas;
- o bom senso costuma se preocupar com generalidades, não com indivíduos;
- o raciocínio do bom senso é separado da interpretação puramente linguística ou perceptual;
- grande parte do conhecimento de bom senso é aprendida no início da vida.

165. Baltes, P. B., & Smith, J. (2008). The Fascination of Wisdom: Its Nature, Ontogeny, and Function. P*erspectives on Psychological Science*.
166. Davis, E. (2023). Benchmarks for automated commonsense reasoning: A survey.

Os **provérbios** em todas as culturas servem, em grande parte, como recursos mnemônicos para o bom senso e a sabedoria, encapsulando o conhecimento e os valores culturais, transmitidos de maneira sucinta para oferecer orientação e compreensão. O provérbio africano "É preciso uma aldeia para criar uma criança", por exemplo, emana da responsabilidade comunitária compartilhada na criação dos filhos,[167] enquanto o provérbio chinês "Dê um peixe a um homem e você o alimentará por um dia; ensine um homem a pescar e você o alimentará por toda a vida", acentua o impacto duradouro da autossuficiência e da Educação.[168] Provérbios como esses, arraigados em culturas de todo o mundo, refletem as normas e os princípios da sociedade, oferecendo insights e atalhos mnemônicos e promovendo a contemplação moral e ética entre as gerações.

POR QUE A SABEDORIA DEVE SER O OBJETIVO *FINAL* DA EDUCAÇÃO? ELA É UMA VISÃO HOLÍSTICA PARA UM MUNDO EM TRANSFORMAÇÃO

A importância da sabedoria no enfrentamento desses desafios está na capacidade de facilitar uma compreensão complexa e interdisciplinar de questões éticas multifacetadas que dizem respeito à segurança, às consequências de longo prazo e às implicações globais. A sabedoria promove uma perspectiva holística que integra percepções de diversos domínios do conhecimento (por exemplo, tecnologia, ética, direito, sociologia) ao mesmo tempo que promove a compaixão, o gerenciamento de riscos e a liderança moral. Ao fazer isso, a sabedoria equipa os indivíduos e as sociedades com o julgamento crítico, a empatia e a coragem moral necessários para alinhar de modo responsável as decisões com os princípios éticos e o bem-estar mais amplo da humanidade e do planeta.[169]

167. Mbiti, J. S. (1990). *African religions & philosophy*. Heinemann.
168. Lau, D. C. (2011). *Confucius: The analects. Bilingual edition*. Hong Kong University Press. https://cup.cuhk.edu.hk/index.php?route=product/product&product_id=361
169. Sternberg, R. J., Nusbaum, H., & Glueck, J. (Eds.) (2019). *Applying wisdom to contemporary world problems*. Palgrave-Macmillan.

A sabedoria é fundamental para o desenvolvimento de cidadãos globais e para a solução de desafios globais. Nas palavras atribuídas de modo apócrifo a Benjamin Franklin, "*devemos nos manter unidos, ou certamente nos manteremos separados*". Os desafios atuais e futuros enfrentados pela população mundial exigem destreza cultural, apreço pela diversidade e sensibilidade em relação a diferentes perspectivas. O número e a velocidade com que dilemas éticos novos, visíveis e acessíveis aparecem no mundo de hoje não têm precedentes.[170] Embora tais dilemas possam sempre ter existido de alguma forma, o contexto do século 21 os torna mais imediatos na vida cotidiana da pessoa comum. A sabedoria refina as qualidades necessárias para navegar por essas complexidades e estabelece a base para a cidadania global, vital para interações coesas e cooperativas em uma sociedade multicultural que enfrenta novos cenários éticos.

SABEDORIA E EVOLUÇÃO

A evolução é um dos principais motores do comportamento humano que não costuma ser levado suficientemente em conta. A evolução programou a vida para se propagar como prioridade absoluta. Nos animais sociais, esse impulso criou tensões constantes entre medos primordiais e comportamentos transcendentes. Christian de Duve, prêmio Nobel de medicina em 1974, afirma em seu livro *Genetics of Original Sin*[171] [A genética do pecado original, em tradução livre]: "Desenvolvemos características [como o egoísmo grupal] que levarão à extinção da humanidade – portanto, precisamos aprender a superá-las. O pecado original nada mais é do que a falha inscrita nos genes humanos pela seleção natural."

170. Bazerman, Max H. and Ann E. Tenbrunsel. (2011). *Blind Spots: Why We Fail to Do What's Right and What to Do About It*. Princeton, NJ: Princeton University Press. https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691156224/blind-spots; Floridi, Luciano. (2013) *The Ethics of Information*. Oxford, UK: Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199641321.001.0001; Manuel Velasquez, C. M., Andre, C., Shanks, T. S. J., & Meyer, M. J. (2010). "Thinking Ethically: A Framework for Moral Decision Making." Issues in Ethics, 7(1). https://static1.squarespace.com/static/5e67f2971cd1421e2f954980/t/5e7bcf7e9e0f5b32db9cbc 1f/1585172350318/Thinking-Ethically.pdf

171. De Duve, C. (2009). *Genetics of original sin*. Odile Jacob Publishing. https://www.odilejacob.com/catalogue/sciences/genetique/genetics-of-original- sin_9782738147523.php

A seleção natural:

- privilegiou indiscriminadamente todas as qualidades pessoais que contribuem para o sucesso imediato do indivíduo (por exemplo, egoísmo, competitividade, "tudo para mim");
- privilegiou traços que favorecem a coesão dentro de grupos e a hostilidade entre grupos diferentes (por exemplo, "nós contra eles", uma das características do comportamento de clã);
- *não* privilegiou a previsão e a sabedoria necessárias para sacrificar o benefício imediato em prol do futuro (por exemplo, reatividade de curto prazo, "agora, não mais tarde").

Ao que acrescentamos:

- despertou a vontade de **seguir o líder poderoso** – em tempos de VUCA[172] (volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade das situações e condições gerais, na sigla em inglês), esse desejo de seguir um líder poderoso, carismático, aparentemente seguro (e, muitas vezes, que serve a si mesmo) se impôs.[173]
- desenvolveu somente o **pensamento linear:** os problemas enfrentados pela humanidade (mudanças climáticas, pandemias etc.) são de natureza exponencial, o que nossas mentes não estão preparadas para entender.[174]

Dado o papel globalmente dominante da única espécie humana remanescente, o *Homo sapiens*, as tendências acima se tornaram "falhas" herdadas na natureza humana – falhas que estão contribuindo de modo ativo para nossa própria extinção (e a de muitas outras espécies).

172. Mackey, Richard H. Sr. *Translating Vision into Reality: the Role of the Strategic Leader*. (Carlisle Barracks, PA: US Army War College, 1992), 10. Nota de rodapé: 15. https://usawc.libanswers.com/faq/84869

173. Conger, J. A., & Kanungo, R. N. (1998). *Charismatic leadership in organizations*. Sage Publications, Inc.; Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford University Press.

174. Dehaene S, Izard V, Spelke E., & Pica P. (2008). Log or linear? Distinct intuitions of the number scale in Western and Amazonian indigene cultures. Science, 320(5880):1217-20. doi: 10.1126/science.1156540. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18511690/

Apesar dessas falhas nos comportamentos desenvolvidas pela humanidade, um conjunto significativo de pesquisas documentam a biologia evolutiva de comportamentos positivos, como colaboração, comunicação e ética, em seres humanos e outras espécies.[175] Por exemplo, muitos animais, inclusive os humanos, manifestam altruísmo, pois ele pode ajudar grupos de animais sociais a sobreviver ainda melhor. O egoísmo, no entanto, sobretudo nos humanos, pode ocorrer com muito mais facilidade e, com frequência, seus excessos não são punidos de imediato. *Leva tempo para a sociedade colocar tal egoísmo sob controle*, pois esses instintos podem ser neutralizados ou atenuados: costumes sociais, como a regra de ouro[176] – "Tratar os outros como você quer ser tratado" –, podem ser profundamente enraizados nos indivíduos por meio da Educação, de normas comunitárias, religião (quando benevolente) etc.[177]

A "regra de ouro" não é exclusiva das tradições anglófonas. Trata-se de um princípio fundamental encontrado em todas as culturas e tradições religiosas. No confucionismo, existe um axioma semelhante: "Não faça aos outros o que não quer que façam a você".178 Esse princípio, que remonta ao século 5 a.C., demonstra a importância da reciprocidade nos relacionamentos. O texto hindu *Mahabharata* (por volta de 400 a.C. a 400 d.C.) contém o verso: "Nunca se deve fazer ao outro o que se considera prejudicial para si mesmo".[179] Do mesmo modo, o Islã promove o princípio de considerar os sentimentos e direitos dos outros: "Nenhum de vocês acredita [verdadeiramente] até desejar para seu irmão o que deseja para si mesmo".[180] Assim, o princípio da reciprocidade empática está profundamente enraizado no tecido

175. Veja o Apêndice digital "A origem evolutiva das competências", CCR 2023.
176. Wikipedia. (2023). Regra de ouro. https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_Rule, ***não confundir com a doutrina do meio-termo***.
177. Jeste, D. V., & Vahia, I. V. (2008). Comparison of the Conceptualization of Wisdom in Ancient Indian Literature with Modern Views: Focus on the Bhagavad Gita. *Psychiatry*, 71(3), 197. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2603047/
178. Confúcio. (1989). *The Analects* (D. C. Lau, Trans.), 15:23. Penguin Books.
179. Ganguli, K. M. (1883-1896). *The Mahabharata of Krishna-Dwaipayana Vyasa*. BharataPress.
180. Al Buhkari, I. & Uddin, M.M. (2020). *Sahih al bukhari* (edição inglesa). Mohee Uddin; Al Nuwawai, Y.I.S. (1997). *An-Nawawi's Forty Hadith*. Cambridge Islamic Texts Society.

moral de várias sociedades, transcendendo as fronteiras geográficas e temporais.

Pesquisas em cognição e psicologia no reino animal também demonstram a presença de "regras de ouro" entre animais sociais não humanos. Os primatas se envolvem em uma série de comportamentos recíprocos, incluindo a limpeza e o cuidado com os filhotes. Os cetáceos compartilham a responsabilidade de cuidar dos filhotes e proteger seus grupos, e é bem documentado que os golfinhos ajudam indivíduos feridos ou encalhados em seu grupo. Até insetos, como abelhas, formigas e cupins, exibem comportamentos altruístas e cooperativos ao procurar alimentos, proteger seus ninhos e cuidar da prole. A colaboração entre criaturas sociais é bem registrada e, muitas vezes, tem componentes altruístas. Isso pode não ser "sabedoria", mas sim a melhor prática para sobreviver e prosperar como grupos complexos.

JUSTIFICATIVA PARA A EDUCAÇÃO

A mudança de foco da mera aquisição de conhecimento para a promoção da sabedoria na Educação e a transformação da sabedoria no objetivo da Educação encontra suas raízes ocidentais no pensamento socrático, suas raízes orientais nos ensinamentos de Confúcio[181] (e, em menor grau, no taoísmo)[182] e suas raízes modernas nos conceitos de Educação progressiva, como a aprendizagem experiencial defendida por John Dewey[183] (e o trabalho posterior de Paulo Freire no sentido de educar para a consciência crítica).[184] As abordagens contemporâneas da ciência cognitiva, da psicologia e da pesquisa em Educação continuam a defender a "racionalidade de educar para a sabedoria";[185] propondo estruturas de Educação como um de-

181. Ames, R. T., & Rosemont, H. Jr. (1999). *The Analects of Confucius: A philosophical translation*. Ballantine Books.

182. Slingerland, E. (2003). *Effortless action: Wu-wei as conceptual metaphor and spiritual ideal in early China*. Oxford University Press.

183. Dewey, John. (2023). *Experiência em Educação*. Rio de Janeiro: Vozes.

184. Freire, Paulo. (1965). *Education for Critical Consciousness*. London, UK: A&C Black.

185. Stanovich, Keith E. (2001). "The Rationality of Educating for Wisdom." Educational Psychologist, 36(4), 247-251. http://keithstanovich.com/Site/Research_on_Reasoning_files/edpsy01.pdf

senvolvimento de capacidades humanas, a exemplo da sabedoria cívica.[186] Todas essas visões teóricas apoiam o argumento de que a Educação deve ajustar seus objetivos para ir além da mera aquisição de conhecimentos a fim de promover a sabedoria.[187]

As exigências de eficácia na comunicação, colaboração e resolução de conflitos no mundo globalizado demandam, *entre outros atributos*, inteligência emocional. As crises internacionais de saúde nas últimas duas décadas (por exemplo, o surto de ebola em 2014 e a covid-19 a partir de 2020) mostraram até que ponto a inteligência emocional, além da experiência, é crucial para a comunicação intercultural. No caso do ebola, as organizações de ajuda humanitária enfrentaram desafios culturais e de comunicação significativos. A desinformação sobre a doença, as práticas inseguras de sepultamento e a desconfiança geral em relação a forasteiros exacerbaram a situação.[188] A capacidade de entender, de se comunicar e de conquistar a confiança das comunidades locais – o que depende significativamente da inteligência emocional – é fundamental para o gerenciamento de crises de saúde globais.[189]

A sabedoria e a inteligência emocional estão intimamente ligadas[190] e o desenvolvimento da sabedoria pode facilitar o aumento da inteligência emocional por meio da autorreflexão, da empatia

186. Nussbaum, Martha C. (1997) *Cultivating Humanity*: A Classical Defense of Reform in Liberal Education. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

187. Jakubik, Maria. (2020). "Educating for the Future: Cultivating Practical Wisdom in Education." *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 18(7), 50-54. https://www.iiisci.org/journal/pdv/sci/pdfs/SA422DQ20.pdf

188. Abramowitz, S., McKune, S. L., Fallah, M., Monger, J., Tehoungue, K., & Omidian, P. A. (2015). The opposite of denial: Social learning at the onset of the Ebola emergency in Liberia. *Journal of Health Communication*, 20(sup1), 59-65. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28854129/

189. McMahon, S. A., Ho, L. S., Brown, H., Miller, L., Ansumana, R., & Kennedy, C. E. (2016). Healthcare providers on the frontlines: a qualitative investigation of the social and emotional impact of delivering health services during Sierra Leone's Ebola epidemic. Health policy and planning, 31(9), 1232-1239. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27277598/

190. Schneider, Tamera R., Nusbaum, Howard C., Kim, Yena, Borders, Morgan R. and Tyler J. Ryan. (2023). "Emotional Intelligence Predicts Wise Reasoning." *Journal of Positive Psychology*, 18(1), 106-120. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17439760.2021.1991448; Steimer, Sarah. (2021). "Two Studies Show a Link Between Emotional Intelligence and Wisdom." University of Chicago, Division of Social Sciences, News. https://socialsciences.uchicago.edu/news/two- studies-show-link-between-emotional-intelligence-and-wisdom

e da perspectiva. A sabedoria e a inteligência emocional que ela engloba são fundamentais para formar a base de relacionamentos interpessoais bem-sucedidos em todos os domínios da vida humana. A sabedoria também torna os indivíduos mais capazes de lidar com a incerteza e a ambiguidade, fornecendo as ferramentas para a adaptabilidade e a resiliência. Tais características contribuem para o cultivo de uma mentalidade proativa e voltada para o futuro, um atributo fundamental para a sustentabilidade pessoal, local e global.

Por fim, a sabedoria reconhece a natureza evolutiva do conhecimento e a humildade de admitir o que não se sabe, combatendo assim o efeito inato de Dunning-Kruger.[191] Isso incentiva um compromisso com aprendizado contínuo e mente aberta. A sabedoria é um pilar fundamental para a Educação, equipando os indivíduos com um conjunto de habilidades holísticas para navegar e contribuir de maneira significativa em um mundo em permanente mudança.[192] **Portanto, a sabedoria deve ser o principal objetivo da Educação neste século.**

ESTRUTURA DO CCR E A SABEDORIA[193]

À medida que os modelos de sabedoria se tornam mais precisos e práticos, é fundamental integrá-los ao Ensino Fundamental e Médio. A Escala de Sabedoria de San Diego (SD-WISE),[a] por exemplo, é uma excelente ferramenta, mas carece de uma estrutura educacional clara. O CCR já possui uma estrutura clara para a pesquisa de sabedoria e sua aplicação em sala de aula. A estrutura 4D do CCR enfatiza as quatro dimensões de conhecimento, habilidades,

191. Duignan, B. (Invalid Date). Dunning-Kruger effect. *Encyclopedia Britannica*. https://www.britannica.com/science/Dunning-Kruger-effect

192. Lombardo, Thomas. (2011). "Wisdom in the Twenty-First Century." *World Affairs: The Journal of International Issues*, 15(1), 132-157. https://www.jstor.org/stable/48504847

193. Veja "Teorias de Sabedoria" no Apêndice digital.

a. Desenvolvida por uma equipe de pesquisadores da Faculdade de Medicina da Universidade da Califórnia de San Diego, a Escala de Sabedoria de San Diego é uma ferramenta que pode ajudar a determinar com alta precisão o nível de sabedoria de uma pessoa, um traço de personalidade potencialmente modificável que demonstrou ter uma forte associação com o bem-estar. (N. do T.)

caráter e meta-aprendizado. Dentro desse modelo, a sabedoria é explicitamente compreendida na dimensão do caráter, abordando considerações morais e éticas, discernimento e a aplicação de conhecimentos e habilidades em contextos do mundo real com prudência e julgamento. A estrutura também enfatiza as outras três dimensões: ela se concentra não apenas em como nos comportamos e nos envolvemos com o mundo (caráter), mas também no que sabemos (conhecimento), em como usamos o que sabemos (habilidades) e em como refletimos sobre e adaptamos nosso aprendizado (meta-aprendizado). *Dessa forma, a estrutura do CCR proporciona uma abordagem abrangente para a reformulação da Educação que está alinhada com a integração da sabedoria em um contexto mais amplo de aprendizagem e desenvolvimento.* Os pontos a seguir demonstram, em linhas gerais, como as pesquisas existentes sobre sabedoria se alinham com a estrutura do CCR.

1. **Conhecimento:** a pesquisa sobre sabedoria enfatiza a importância do conhecimento experimental e factual; o foco do CCR em conhecimento se alinha a isso ao defender a compreensão profunda por meio de conceitos fundamentais e a capacidade de usar esse conhecimento de maneira eficaz.
2. **Habilidades:** o CCR identifica as habilidades cruciais como pensamento crítico, criatividade, comunicação e colaboração. Elas estão alinhadas com os modelos de sabedoria de Jeste e de Baltes, que enfatizam a importância da análise crítica, da tomada de decisões e da comunicação como componentes da sabedoria.
3. **Caráter:** esta dimensão abrange aspectos como coragem, resiliência, ética e curiosidade. A pesquisa sobre sabedoria, especialmente o modelo de Jeste, enfatiza a tomada de decisão ética, a regulação emocional e o comportamento pró-social. O foco do CCR na Educação do caráter está em sintonia com esses aspectos, promovendo o desenvolvimento ético e moral, que são cruciais para a sabedoria.
4. **Meta-aprendizado:** envolve reflexão, *mindfulness* e a capacidade de aprender a aprender. É análoga ao foco da pesquisa sobre sabedoria em autorreflexão e aceitação das limitações

do conhecimento, que são componentes-chave dos modelos de Jeste e de Baltes.

A tabela a seguir resume os modelos e suas relações com as competências da estrutura do CCR. O modelo da teoria do equilíbrio de Sternberg é o mais próximo.

COMPETÊNCIAS DO CCR		TEORIA DO EQUILÍBRIO DE STERNBERG	MODELO BALTES-BERLIN	SD-WISE	MODELO TRIDIMENSIONAL
Habilidades	Criatividade				
	Pensamento crítico				
	Comunicação				
	Colaboração				
Caráter	Curiosidade				
	Coragem				
	Resiliência				
	Ética				
Meta-aprendizado	Metacognição				
	Metaemoção				

PRINCIPAL DESAFIO: COMPRESSÃO DA EXPERIÊNCIA

Experiência é a única característica fundamental da sabedoria que é difícil reproduzir em um ambiente educacional limitado a 12-20 anos de duração, pois a aquisição de sabedoria é inerentemente um processo que se desdobra ao longo do tempo e se enriquece com inúmeras experiências de vida. A Educação está correlacionada de modo positivo com a sabedoria[194] e pode proporcionar o máximo a seu alcance entre uma ampla gama de experiências,

194. Ardelt, M., Pridgen, S., & Nutter-Pridgen, K.L. (2018). The Relation Between Age and Three-Dimensional Wisdom: Variations by Wisdom Dimensions and Education, *The Journals of Gerontology: Series B*, 73(8), 1339-1349, https://doi.org/10.1093/geronb/gbx182

mas não é possível comprimir uma busca vitalícia pela sabedoria no período de uma Educação de Ensino Fundamental e Médio. À medida que as pessoas transitam pela vida, os erros que cometem e as lições decorrentes deles contribuem significativamente para bons julgamentos e tomadas de decisões. Tais experiências são essenciais para adquirir compreensão contextual, insight e inteligência emocional. *Como o Ensino Fundamental e Médio não podem, de modo algum, reproduzir mais de 50 anos de experiências variadas e aleatórias, oferecem uma "compressão de experiências" por meio dos currículos (o "que") e das pedagogias (o "como").*

A compressão de experiências refere-se à capacidade de reunir e condensar as experiências humanas ao longo dos séculos e apresentá-las em blocos digeríveis para uma pessoa. *Toda a Educação consiste nessa compressão: não aprendemos uma disciplina refazendo os passos dos desenvolvedores.* **Mas, neste caso, estamos procurando os melhores aceleradores da sabedoria.** Várias disciplinas acadêmicas (filosofia, psicologia, literatura etc.) e técnicas (questionamento socrático, práticas reflexivas ou de *mindfulness* etc.) enfatizam processos e práticas contemplativas que podem catalisar o crescimento da sabedoria.

A técnica de contar histórias (*storytelling*) é especialmente eficiente para a compressão, pois permite transmitir a essência de experiências de muitas pessoas e grupos em um curto espaço de tempo. Algumas disciplinas acadêmicas conseguem se destacar mais do que outras (por exemplo, história, literatura) por sua propensão a oferecer uma narrativa mais rápida, profunda e significativa. Ao focalizar as técnicas pedagógicas em mecanismos que se concentram na compressão da experiência, os educadores podem promover explicitamente a compreensão contextual e outros componentes da sabedoria, como a percepção e o discernimento.

O "QUE"

Contar histórias é uma das ferramentas mais poderosas da humanidade para comprimir e transmitir a complexidade da experiência humana, permitindo que as pessoas compartilhem e entendam a vida, a cultura e a história umas das outras. Várias disciplinas acadêmicas se destacam na contação de histórias,

aproveitando as nuances da experiência humana por meio de suas lentes exclusivas:

> **História:** "A verdadeira utilidade da história, seja civil ou militar, não é tornar o homem inteligente para a próxima vez, é torná-lo sábio para sempre." – Sir Michael Howard

A história constitui um meio poderoso para cultivar a sabedoria dos estudantes ao proporcionar uma exploração multifacetada da experiência humana. Seu estudo leva os alunos a compreenderem a natureza humana, as estruturas sociais e os dilemas éticos que moldaram o mundo. Examinar as ações concretas que as pessoas realizam, os agentes humanos responsáveis por tais ações, as ferramentas culturais que as auxiliam e as restringem, os propósitos e os contextos sociais e ambientais incentiva o pensamento reflexivo, a empatia e a análise crítica, promovendo o apreço pela diversidade e pela complexidade.[195] Estudiosos contemporâneos, como Kern,[196] argumentam que a história deve ser uma "narrativa prática"; ao examinar os sucessos e fracassos do passado, os alunos podem compreender lições valiosas aplicáveis a decisões presentes e futuras. Assim, são capazes de desenvolver a curiosidade intelectual, o raciocínio ético e uma visão mais compassiva dos outros[197] – todas elas habilidades essenciais para a sabedoria.

Traçar paralelos entre eventos históricos e questões contemporâneas e envolver os estudantes em debates, redação reflexiva e análise de fontes primárias para explorar esses tópicos permite que eles confrontem os desafios humanos de diferentes épocas e estimula a empatia e o raciocínio ético. A análise de fontes primárias, como cartas, diários, discursos e documentos, promove que os alunos se envolvam diretamente com o passado, fornecen-

195. Barton, K. C. & Levstik, L.S. (2004). *Teaching History for the Common Good*. Lawrence Elbaum Associates Publishers.

196. Kern, A. (2020). How to Approach History As a Pursuit of Wisdom. *CIRCE Institute*.

197. Lee, P. & Ashby, R. (2001). Empathy, Perspective Taking, and Rational Understanding. *In:* O.L. Davis Jr., E.A. Yeager, and S.J. Foster (Eds.) *Historical Empathy and Perspective Taking in the Social Studies*, 21-50. Rowman & Littlefield Publishers Inc.

do insights em primeira mão sobre as experiências e os valores de pessoas de diferentes épocas. Do mesmo modo, o diálogo com idosos e outros membros da comunidade, bem como o uso de recursos multimídia e de realidade virtual,[198] ajuda a criar uma conexão pessoal e imersiva com a história, aprofundando a empatia e a conscientização.[199]

> **Literatura:** "Dedique seu tempo a melhorar a si mesmo por meio dos escritos de outros homens, assim poderá obter facilmente aquilo que outros trabalharam duro para conseguir." – Sócrates

A literatura atua como um canal vital para cultivar a sabedoria no espaço e no tempo em pessoas de todas as idades. Por meio de suas lentes, os alunos se conectam com contextos pessoais, históricos e culturais mais amplos, possibilitando uma visão holística da vida que é fundamental para a sabedoria.[200] Ao mergulhar em diversas experiências humanas em várias culturas e épocas,[201] a literatura apresenta perspectivas e maneiras totalmente diferentes de se envolver com a realidade humana, incentivando a empatia[202] e a compreensão.[203] A leitura e a interpretação contribuem ainda mais para a compreensão de conceitos abstratos. Além disso, a complexidade e a ambiguidade que costumam estar presentes nas obras literárias levam os estudantes a desenvolver habilidades de pensamento crítico e a se envolver com dilemas morais e éticos, promovendo abordagens sábias para a solução de problemas.[204]

198. Bailenson, J.N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A.C., Lundblad, N. & Jin, M. (2008). The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences: Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context."*The Journal of the Learning Sciences*, *17 (1),* 102-141.

199. Bruner, J. (2004). Life as Narrative. "*Social Research*, 71(3), 691-710. https://www.jstor.org/stable/40970444

200. Clark, C. & Rumbold, K. (2006). Reading for Pleasure: A Research Overview. National Literary Trust. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED496343.pdf

201. Lyon, R. (1997). "Statement before the Committee on Education and Workforce". U.S. House of Representatives.

202. Keen, S. (2007). *Empathy and the novel*. Oxford University Press.

203. Sumara, D. J. (2002). *Why Reading Literature in School Still Matters: Imagination, Interpretation, Insight*. Lawrence Erlbaum Associates.

204. Holden, J. (2004). *Creative Reading: Young People, Reading and Public Libraries*. Demos.

Isso fomenta a apreciação da natureza multifacetada das situações da vida real, aprimorando as tomadas de decisões sábias. A literatura também estimula a inteligência emocional e a autorreflexão, que fornecem uma base sólida para uma abordagem compassiva e flexível dos desafios da vida.[205]

Antropologia e sociologia: "A ciência acumula conhecimento mais rápido do que a sociedade acumula sabedoria." – Isaac Asimov

Como disciplinas que estudam sociedades, culturas, comportamentos e interações humanas, a antropologia e a sociologia estão bem-posicionadas para transmitir experiência humana comprimida. A atividade de contar histórias faz parte da essência da antropologia, pois ela costuma explorar os mitos e as narrativas que moldam as culturas, bem como as histórias atuais que as culturas contam a si mesmas.[206] Tais narrativas documentam a sabedoria coletiva das sociedades, muitas vezes transmitidas por meio de tradições orais e rituais,[207] e fornecem insights sobre valores e crenças, contribuindo para uma compreensão mais profunda das experiências humanas.[208] A sociologia examina principalmente os contextos históricos e sociais que moldam o comportamento humano. Usando narrativas e estudos de caso, os sociólogos mostram como os indivíduos navegam em estruturas e normas sociais complexas.[209] Esse entendimento contextual é fundamental para a compressão das experiências humanas.

205. Zunshine, L. (2006). Why we read fiction: theory of mind and the novel. Ohio State University Press.
206. Hutto, D. D. (2008). *Folk psychological narratives: The sociocultural basis of understanding reasons*. MIT Press; Black, A.D. (2023). Talking an acting a pandemic: Ethnography of COVID19 in Montmartre. *Anthropologica*, 65(1), 1-25; Bruner, J. (1991). The narrative construction of reality. *Critical Inquiry*, 18(1), 1-21.https://www.jstor.org/stable/1343711
207. Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures*. Basic Books.
208. Crapanzano, V. (2014). *Anthropology and ethics: The quest for moral understanding*. Routledge; Berkes, F. (2018). *Sacred ecology*. Routledge.
209. Becker, H. S. (1998). *Tricks of the trade: How to think about your research while you're doing it*. University of Chicago Press.

Incentivar a exploração das conexões entre a antropologia, a sociologia e outras disciplinas, como a filosofia e a psicologia, promove uma compreensão holística da humanidade.[210] A Educação pode oferecer oportunidades de trabalho de campo prático e experiências imersivas[211] para fomentar a empatia e a compreensão por meio do envolvimento empírico com grupos e culturas variados. Narrativas e relatos etnográficos ajudam os alunos a se conectarem com as experiências vividas por diversas comunidades.[212]

TEMAS INTERDISCIPLINARES

Diversas abordagens interdisciplinares contribuem para fomentar a sabedoria ao extrair percepções de vários campos e integrá-las em uma compreensão abrangente de questões complexas. Entre as mais promissoras estão o pensamento sistêmico e o letramento sustentável/ambiental.

A aplicação do pensamento sistêmico oferece ricas oportunidades para o cultivo da sabedoria. Ao reconhecer as relações intrincadas entre os componentes de um sistema, os indivíduos podem compreender o impacto de suas ações sobre diversos elementos, cultivando, assim, uma compreensão mais profunda das repercussões de suas escolhas.[213] O pensamento sistêmico também revela ciclos de feedback e interações dinâmicas, permitindo a previsão de consequências não intencionais e reforçando uma perspectiva de longo prazo que se alinha à essência da sabedoria.[214]

210. Bruner, J. S. (1962). *On knowing: essays for the left hand*. Harvard University Press.
211. Jackson, M. (1989). *Paths toward a clearing: radical empiricism and ethnographic inquiry*. Indiana University Press.
212. Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures: selected essays*. Basic Books.
213. Amabile, T. M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J., & Herron, M. (1996). Assessing the work environment for creativity. *Academy of Management Journal*, 39(5), 1154-1184. Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. *In:* R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313– 335). Cambridge University Press.
214. Senge, P. M. (1990). The fifth discipline: *The Art and Practice of the Learning Organization*. Broadway Business.

O pensamento sistêmico capacita os indivíduos para abraçar a complexidade e navegar na incerteza com discernimento. Essa capacidade de compreender sistemas intrincados reflete o compromisso da sabedoria com o julgamento diferenciado, promovendo uma inclinação para evitar a simplificação excessiva e reconhecer a natureza multifacetada dos desafios do mundo real. Ela entrelaça considerações éticas, incentivando o alinhamento das decisões com contextos sociais, ambientais e culturais mais amplos, culminando em escolhas em sintonia com a sabedoria ética.[215] Como uma abordagem orientada para o aprendizado, o pensamento sistêmico também reflete a adaptabilidade da sabedoria, convidando os indivíduos a avaliar, refinar e aprender continuamente com os resultados de suas escolhas.[216]

Um exemplo excelente e recente de pensamento sistêmico em escala global é a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas de 2023 (COP23). Esse esforço para lidar com as mudanças climáticas reconhece a interconexão dos impactos ambientais globais dessas mudanças, os contextos culturais, nacionais e sociais nos quais esses eventos ocorrem e os impactos econômicos e benefícios dos incentivos econômicos. O acordo tem como objetivo tomar decisões holísticas para o bem-estar do planeta e de seus habitantes, e evitar a adoção de soluções excessivamente simplistas.

Abordagens desse tipo em relação ao letramento em sustentabilidade e meio ambiente oferecem uma abordagem interdisciplinar impactante para cultivar a sabedoria ao incorporar os princípios de pensamento de longo prazo, consideração ética e bem-estar holístico no contexto do mundo interconectado. Também reconhecem que a tomada de decisões sábia vai além dos resultados imediatos, abrangendo o bem-estar das gerações futuras e o delicado equilíbrio dos ecossistemas.

215. Floridi, L. (2019). *The logic of information: A Theory of Philosophy as Conceptual Design*. Oxford University Press.
216. Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Broadway Business.

O *COMO*

Uma gama diversificada de estratégias pode ser empregada no Ensino Fundamental e Médio para facilitar o desenvolvimento precoce da sabedoria.[217] Abordagens como a aprendizagem experiencial, a maximização da exposição do aluno à diversidade e a promoção da inteligência emocional podem fomentar o desenvolvimento precoce da sabedoria:

A **aprendizagem experiencial** desempenha um papel importante para fomentar a sabedoria ao mergulhar os alunos em situações da vida real e permitir que eles reflitam sobre suas experiências e aprendam com elas. Essa abordagem enfatiza a aprendizagem por meio de ação, reflexão e aplicação, contribuindo para o desenvolvimento da autoconsciência e do pensamento crítico. A aprendizagem por experiência pode assumir muitas formas dentro e fora da sala de aula:

- O envolvimento em atividades de aprendizagem de serviço, como voluntariado ou projetos comunitários, expõe os alunos a diversos contextos e desafios sociais. Ao trabalhar com comunidades carentes, os alunos adquirem uma compreensão mais profunda das questões sociais, desenvolvem empatia e reconhecem a importância de contribuir para o bem-estar dos outros.[218] O componente reflexivo do aprendizado de serviço também os incentiva a analisar criticamente suas experiências e a considerar as implicações mais amplas de suas ações.[219] Essas reflexões podem ocorrer por meio de diários ou mapas mentais, por exemplo, para que os alunos sejam capazes de relembrar mais tarde essas experiências e suas impressões sobre elas.

217. Sternberg, R. J., Reznitskaya, A. & Jarvin, L. (2007). Teaching for Wisdom: What Matters is Not Just What Students Know, but How They Use It. *London Review of Education*, 5(2), 143-158.

218. Conrad, D., & Shoemaker, S. (2010). The influence of service-learning on students' personal and social responsibility. *College Teaching, 58*(3), 77-84. https://www.semanticscholar.org/paper/The-Influence-of-Service-Learning-on-Students%27- and-Simons-Cleary/41a2bf6dbb1ce82079a3964b727f1e50433c98c8

219. Eyler, J., & Giles Jr., D. E. (1999). *Where's the Learning in Service-Learning?* Jossey-Bass. https://eric.ed.gov/?id=ED430433

- A aprendizagem baseada em projetos (ABP) incentiva os alunos a adquirirem conhecimentos e habilidades por meio de um processo de exploração e descoberta baseado em pesquisas.[220] A ABP muda a dinâmica tradicional da sala de aula, posicionando os alunos como agentes ativos na jornada de aprendizagem e incentivando a colaboração, o pensamento crítico e a criatividade.[221] Em geral, em um ambiente de ABP, os alunos recebem um problema ou projeto complexo para resolver, o que exige a aplicação de conhecimentos e habilidades interdisciplinares. O processo é centrado no aluno, com os professores atuando como facilitadores em vez de instrutores. Essa abordagem permite que os alunos se envolvam profundamente com o conteúdo, desenvolvam habilidades de pesquisa e de solução de problemas, autogestão e colaboração em grupo.[222] É importante ressaltar que a ABP se alinha com objetivos educacionais que enfatizam não apenas o conhecimento acadêmico, mas também habilidades essenciais para a vida.[223]
- As experiências de aprendizagem ao ar livre e baseadas em aventuras são uma excelente maneira de desafiar os alunos a superar obstáculos físicos e mentais em ambientes dinâmicos. Tais abordagens oferecem uma plataforma singular para cultivar a resiliência e a adaptabilidade por meio de atividades como exploração da natureza, desafios relacionados ao trabalho em equipe ou experimentos científicos ao ar livre. Algumas escolas fora dos Estados Unidos desenvolveram modelos experienciais de aprendizagem baseados na sabedoria local que visam melhorar as relações dos alunos com a

220. Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation. https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf

221. Bell, S. (2010) Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43,

222. Markham, T., Larmer, J., & Ravitz, J. (2003). *Project-based learning handbook: A guide to standards focused project-based learning for middle and high school teachers*. Buck Institute for Education.

223. Miller, E. C., & Krajcik, J. S. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: A design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1-10. https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6

natureza, a terra e a cultura locais.[224] Esses modelos são inspirados nas atuais crises ambientais e na motivação para cultivar conceitos relacionados à moral, ao código de conduta ética e ao comportamento responsável com a Terra. Projetos como esses demonstram que a interação dos alunos com o ambiente promove a compreensão experiencial e a aplicação do conhecimento.[225] À medida que eles navegam em terrenos desconhecidos, colaboram com os colegas e se adaptam às mudanças nas condições externas, desenvolvem confiança, pensamento crítico e uma compreensão mais profunda do mundo natural.[226] Refletir sobre essas experiências incentiva os alunos a reconhecer seu crescimento pessoal, bem como as lições mais amplas que podem ser aplicadas a outros aspectos da vida.[227]

- A participação em simulações e exercícios de role-playing estimula a sabedoria dos alunos ao mergulhá-los em cenários complexos que exigem pensamento crítico e consideração moral e ética. Esses exercícios os incentivam a assumir diferentes papéis, explorar múltiplas perspectivas e tomar decisões com consequências de longo alcance, promovendo a capacidade de prever resultados e pesar as implicações éticas.[228] Ao incorporar diversos pontos de vista, eles desenvolvem seus entendimentos morais e éticos e lidam com as complexidades das experiências humanas.[229]

224. E Ningrum, N. & Sungkawa, D. (2018). The impact of local wisdom-based learning model students' understanding of the land ethic. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 145 012086. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/145/1/012086/pdf

225. Balmford, A., Clegg, L., Coulson, T., & Taylor, J. (2002). Why conservationists should heed Pokémon. *Science*, 295(5564), 2367.

226. Brown, M. (2009). Reconceptualising outdoor adventure education: Activity in search of an appropriate theory. *Australian Journal of Outdoor Education, 13*, 2, 3-13.

227. Priest, S., & Gass, M. (2005). Effective leadership in adventure programming. *Human Kinetics*. https://us.humankinetics.com/products/effective-leadership-in-adventure- programming-3rd-edition-with-field-handbook

228. Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. *Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 193–212. https://doi.org/10.5465/AMLE.2005.17268566

229. Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2006). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.

A exposição dos alunos a diversas perspectivas, especialmente aquelas que envolvem interações com pessoas de origens e pontos de vista variados, dá a eles acesso a uma ampla gama de ideias, crenças, maneiras de agir e de entender o mundo. O envolvimento com perspectivas diferentes os desafia a considerar pontos de vista alternativos, aumentar sua empatia e desenvolver uma compreensão mais matizada de questões complexas. Essa ampliação de perspectiva é uma marca registrada da sabedoria, que envolve a capacidade de ver além da própria perspectiva e levar em conta o bem maior.[230] Aprender a entender diversas perspectivas, especialmente em conflitos, promove uma mentalidade aberta. O *aprendizado com as experiências dos outros* ajuda a acelerar o processo de aquisição de sabedoria, e essas técnicas podem ser incorporadas às atividades cotidianas na sala de aula.

Ao expor os alunos a novas perspectivas, é importante permitir a reflexão independente, bem como a reflexão ativa com os colegas. A empatia com o protagonista, por exemplo, é uma técnica que leva os alunos a refletirem ativamente em pares ou grupos pequenos. Eles analisam questões pela perspectiva do protagonista em uma história, filme, situação histórica ou evento atual, a fim de explorar como poderiam se sentir ou reagir em circunstâncias parecidas. Uma abordagem semelhante é mudar o significado de uma mensagem ou evento pedindo aos alunos que desloquem o foco. Em grupos pequenos ou em uma turma, os professores podem pedir que os alunos abordem um evento histórico, por exemplo, pela perspectiva dos principais participantes, daqueles que sofreram o impacto do evento décadas depois e daqueles que ganharam ou perderam algo com os acontecimentos. A exploração de narrativas e "fatos", históricos ou não, de pontos focais e posições diferentes mostra aos alunos que, com frequência, existem muitos pontos de vista "certos" ou "errados", e que o posicionamento é fundamental para a criação e interpretação do significado.

230. Baltes, P. B., & Smith, J. (2008). The fascination of wisdom: Its nature, ontogeny, and function. *Perspectives on Psychological Science*, 3(1), 56-64.

Promoção da inteligência emocional: promover a inteligência emocional em ambientes educacionais é um aspecto fundamental do desenvolvimento holístico, envolvendo o cultivo de habilidades essenciais para reconhecer, compreender, gerenciar e utilizar as emoções de maneira eficaz. Esse processo fornece aos alunos a capacidade de navegar em cenários emocionais tanto em si mesmos quanto nos outros, levando a um nível mais profundo de comunicação e compreensão interpessoal. A inteligência emocional, conforme conceituada por estudiosos como Daniel Goleman,[231] engloba vários componentes-chave, incluindo autoconsciência, autorregulação, empatia e habilidades sociais. Esses componentes são fundamentais para a eficácia da liderança, da colaboração e da solução de conflitos. Em um ambiente educacional, isso pode ser facilitado por meio de atividades estruturadas que incentivem a exploração e a expressão das emoções, além do reconhecimento e da reação às emoções dos outros. Atividades como o registro reflexivo em diário, discussões em grupo sobre experiências emocionais e encenação de diferentes cenários envolvendo emoções podem ser fundamentais. Além de ampliar a capacidade dos alunos de articular os sentimentos, elas promovem um ambiente de sala de aula no qual o letramento emocional é valorizado junto ao conhecimento acadêmico.

Paralelamente, a incorporação da inteligência emocional ao currículo requer uma abordagem integradora que vá além de atividades ocasionais. Os educadores podem incorporar os princípios da inteligência emocional em suas metodologias de ensino criando, por exemplo, uma dinâmica de sala de aula que promova a empatia, a escuta ativa e a comunicação respeitosa. Isso inclui a implementação de estratégias de ensino que abordem as respostas emocionais aos materiais de aprendizagem, incentivando os alunos a refletirem sobre como esses materiais os fazem sentir e por quê. Além disso, os educadores podem ser modelos de comportamento emocionalmente inteligente, demonstrando como lidar com situações emocionais complexas e resolvendo conflitos de modo construtivo. Essa mo-

231. Goleman, D. (2006). *Emotional intelligence*. Bantam Books. https://asantelim.files.wordpress.com/2018/05/daniel-goleman-emotional-intelligence.pdf

delagem ajuda os estudantes a internalizar comportamentos e atitudes emocionalmente inteligentes. As discussões que envolvem a análise das emoções dos personagens na literatura, o impacto emocional de eventos históricos ou os aspectos emocionais das descobertas científicas podem reforçar ainda mais esse aprendizado.

O PAPEL DA TECNOLOGIA: APROVEITAMENTO E MITIGAÇÃO

"A tecnologia não é nada. O importante é acreditar nas pessoas, que elas são essencialmente boas e inteligentes, e que, se você lhes der ferramentas, farão maravilhas." – Steve Jobs

APROVEITANDO A TECNOLOGIA DISPONÍVEL PARA APRIMORAR A SABEDORIA

A tecnologia poderia ajudar a ensinar sabedoria humana? Afinal, os modelos de linguagem em grande escala (LLM) já abrangem uma parte significativa do conhecimento e das atitudes da humanidade. A tecnologia tem um imenso potencial para a evolução do cultivo da sabedoria humana ao fornecer ferramentas e plataformas que facilitam a aquisição de conhecimento, o pensamento crítico e a conectividade global. Repositórios digitais de informações, cursos on-line, palestras, conferências e assim por diante, além de algoritmos orientados por IA, alimentam uma era de conhecimento muito acessível, permitindo o aprendizado permanente. Com alguns cliques, praticamente qualquer pessoa pode explorar tópicos que abrangem séculos e continentes, fomentando uma cultura de curiosidade intelectual e Educação ao longo da vida.

A tecnologia não apenas apresenta informações, mas pode cultivar o pensamento crítico na mente dos usuários. Simulações interativas e ambientes virtuais criam laboratórios imersivos de tomada de decisões, nos quais os indivíduos podem navegar por cenários intrincados e prever resultados.[232] Pesquisas respeitáveis

232. Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15(1), 1–38. https://doi.org/10.1016/0010-0285(83)90002-6

apoiam igualmente a ideia de que os ambientes de realidade virtual também se mostram promissores no cultivo da empatia ao oferecer experiências imersivas e emocionalmente envolventes (como visitar um campo de refugiados).[233] Tais experiências podem permitir que indivíduos compreendam e se relacionem melhor com os sentimentos e as perspectivas dos outros.[234] Esses processos aumentam a flexibilidade cognitiva, aprimorando a capacidade de considerar diversas perspectivas e fazer julgamentos com base em boas informações – uma marca registrada da sabedoria.

MITIGANDO OS USOS NEGATIVOS DA TECNOLOGIA QUE PREJUDICAM A AQUISIÇÃO DE SABEDORIA

Embora ofereçam inúmeros benefícios em termos de eficiência, escalabilidade e aprendizado pessoal, as tecnologias contemporâneas, inclusive a IA, podem ser contraproducentes na fomentação da *sabedoria genuína*. Uma das principais preocupações é a dependência excessiva da tecnologia para a tomada de decisões. Estudiosos postulam que a dependência incessante da internet e de dispositivos digitais está remodelando nossas vias neurais, tornando mais difícil para as pessoas se envolverem em um pensamento profundo e reflexivo. As informações prontamente disponíveis podem levar os indivíduos a serem mais superficiais em suas análises, muitas vezes vasculhando grandes quantidades de dados sem de fato compreendê-los ou internalizá-los.[235]

Outro forte exemplo do efeito negativo da tecnologia no desenvolvimento da sabedoria são os algoritmos orientados por IA nas plataformas de redes sociais, projetados para priorizar o con-

233. Bertrand, P., Guegan, J., Robieux, L., McCall, C. A., & Zenasni, F. (2018). Learning Empathy Through Virtual Reality: Multiple Strategies for Training Empathy-Related Abilities Using Body Ownership Illusions in Embodied Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 326671. https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00026

234. Parsons, T. D. (2015). Virtual Reality for Enhanced Ecological Validity and Experimental Control in the Clinical, Affective and Social Neurosciences. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 660. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2015.00660/full;

235. Carr, N. (2010). The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains. W. W. Norton & Company.

teúdo que se alinha com as crenças preexistentes de um indivíduo, levando a câmaras de eco nas quais os usuários poucas vezes são expostos a perspectivas diversas.[236] Esse reforço contínuo de noções preconcebidas pode prejudicar o desenvolvimento da sabedoria, que tradicionalmente emerge de uma combinação de experiência, conhecimento e reflexão profunda. A sabedoria requer a consideração de várias perspectivas, a compreensão das nuances de uma situação e o reconhecimento das limitações do próprio conhecimento. Em um mundo dominado por algoritmos que enfatizam a homogeneidade do pensamento para provocar descargas de dopamina, existe um risco real de que as pessoas se distraiam e se desinteressem da prática de cultivar a sabedoria genuína.

236. Pariser, E. (2012). *O filtro invisível: o que a internet está escondendo de você*. Zahar.

CAPÍTULO 4

O impacto de alto nível da IA na Educação

"... a parceria simbiótica realizará operações de forma muito mais eficaz do que o homem sozinho pode fazer."
J. C. R Licklider

"À medida que as máquinas se tornarem cada vez mais eficientes e perfeitas, ficará claro que a imperfeição é a grandeza do homem."
Ernst Fischer

A IMPORTÂNCIA DE UMA TERMINOLOGIA PRECISA

Para evitar imprecisões, a abordagem do Center for Curriculum Redesign (CCR) utiliza as definições claras extraídas das ciências do aprendizado descritas em sua estrutura. A criatividade, por exemplo, é sintetizada com base em pesquisas abrangentes por meio das seguintes "subcompetências" e "termos e expressões associados".

COMPETÊNCIA	SUBCOMPETÊNCIAS	TERMOS E EXPRESSÕES ASSOCIADOS
Criatividade	Desenvolver gostos pessoais, estética e estilo.	Inspiração, originalidade, criatividade, visão, inventividade, geração de ideias, perspicácia, engenhosidade
	Gerar e buscar novas ideias.	
	Sentir-se confortável com riscos, incertezas e fracassos.	
	Conectar, reorganizar e refinar ideias em um todo coeso.	
	Executar ideias ao mesmo tempo que reconhece restrições.	

A IMPORTÂNCIA DA PRECISÃO E DO CONTEXTO

Em seu livro de 2004, *Making Minds Less Well Educated Than Our Own*[237] [Tornando as mentes menos educadas do que as nossas, em tradução livre], o especialista em inteligência artificial (IA), psicólogo e educador Roger Schanck descreveu os atributos de uma mente educada como sendo capaz das seguintes tarefas:[238]

- determinar conexões;
- identificar analogias;
- prever resultados;
- aprender com o fracasso;
- recuperar-se do fracasso;
- buscar explicações;

237. Schank, R.C. (2004). *Making minds less well-educated than our own.* Routledge. https://www.routledge.com/Making-Minds-Less-Well-Educated-Than-Our- Own/Schank/p/book/9780805848786
238. Resumidas.

- absorver novidades;
- manejar exceções;
- lidar com abstração;
- generalizar razoavelmente;
- ser autoconsciente.

Quando entrevistados durante palestras do CCR, educadores de todo o mundo concordam que, com exceção da autoconsciência, todas as outras tarefas estão *hoje* ao alcance da IA, *com uma ressalva importante: o diabo está nos detalhes*, como sempre. "Depende" é a resposta mais comum, o que destaca a necessidade de precisão na pergunta (de acordo com o Capítulo 1, "limitações da linguagem"), bem como a importância do *contexto* (será que é preciso explicar uma imagem em palavras para a IA?; que conjuntos de dados estão faltando para entender a consulta?). Da mesma forma, a taxonomia de Bloom e outras nos domínios cognitivo, afetivo e psicomotor devem desencadear explorações, mas não pânico: as representações a seguir usadas pelo CCR são apenas um atalho cognitivo para a percepção dos leitores:

DOMÍNIO COGNITIVO	ALGORITMOS
CRIAR Sintetizar	OpenAI Bard Anthropic Mistral AI
AVALIAR	WP Olympics
ANALISAR	Lex Machina
APLICAR	Google Translate Skype Translate
ENTENDER	Dragon
LEMBRAR	Google Facebook

Fonte: Bloom/Anderson e CCR.

DOMÍNIO AFETIVO	ALGORITMOS
INTERNALIZAR	
ORGANIZAR	Broad Listening
AVALIAR	Affectiva Intelligent Agent
RESPONDER	Siri Auckland Face Simulation
RECEBER	

Fonte: Krathwohl, Bloom, Masia e CCR.

Dito isso, é importante observar que as tecnologias têm subido na lista de taxonomias ao longo do tempo, passando de recursos passivos para recursos cada vez mais ativos, graças à IA (alcançando análise, síntese, criatividade, avaliação e organização, mas, é claro, sem a capacidade de internalizar emoções).

Como afirmado na Introdução, não conseguimos imaginar um argumento pedagogicamente sólido para manter uma criança de 10 anos em casa o tempo todo e sozinha, aprendendo por meio de IA com um dispositivo de realidade virtual. Isso significa que a escolaridade ainda é necessária: ela é nosso único axioma fundamental, logicamente justificado. Essa fase da inteligência artificial capaz (ACI) exige interações profundas entre seres humanos e máquinas que precisam ser aprendidas pelos alunos como uma parte intrínseca da escolarização.

SE A IA PODE FAZER TUDO, POR QUE DEVEMOS APRENDER?

Em primeiro lugar, essa é uma pergunta errada (e ingênua). A IA não pode "fazer tudo", conforme descrito nos capítulos anteriores. Essa questão sobre a ferramenta invalidar a necessidade é recorrente: debates sobre o uso de calculadoras, primeiro e, mais recentemente, sobre mecanismos de busca têm sido muito acirrados nos círculos educacionais. Mas afirmações superficiais como "o Google sabe tudo" foram desmascaradas: ele "não sabe" nada, simplesmente indexa tudo o que pode encontrar (e que é apenas

cerca de 5% do total da produção digital humana na internet).[239] Na era digital, o valor do aprendizado humano é muitas vezes negligenciado, apesar do acesso instantâneo às informações. Embora a tecnologia de busca forneça dados e respostas complexas, a cognição humana é indispensável para o pensamento crítico, o discernimento e a aplicação significativa do conhecimento.[240]

PORQUE O APRENDIZADO REQUER SUPORTE

Manter interações casuais e um envolvimento superficial com a tecnologia ao longo de 18 anos não dota os alunos das habilidades necessárias para interagir com a IA. Ao rolar o *feed* de uma rede social, por exemplo, um estudante pode interagir indiretamente com algoritmos de IA, mas não tem conhecimento da mecânica, das considerações éticas e dos possíveis impactos dessas tecnologias. Para prepará-los de modo eficaz para a era da IA, o sistema de **suporte** (que leva o aluno progressivamente a uma melhor compreensão)[241] constitui um recurso ainda mais essencial. **Suporte pedagógico** é uma abordagem na qual os educadores oferecem níveis sucessivos de apoio que ajudam os alunos a atingirem níveis mais altos de compreensão e de aquisição de habilidades. No contexto da IA e das tecnologias emergentes, isso significa começar com o conhecimento básico e ir introduzindo conceitos mais complexos à medida que a compreensão se aprofunda. Além disso, a incorporação de recursos de IA nas salas de aula e o incentivo aos estudantes para que utilizem essas ferramentas nos trabalhos escolares e nas atividades recreativas podem reforçar a compreensão e a aplicação da IA.

239. Rosen, J. (2014). The internet you can't google. *The Tennessean*. https://eu.tennessean.com/story/money/tech/2014/05/02/jj-rosen-popular-search-engines-skim-surface/8636081/; Wikipedia. (2023). Google search. https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Search
240. Willingham, D. T. (2007). Critical thinking: Why is it so hard to teach? *American Educator*, 31(2), 8-19.
241. Glossary of Education Reform. (2015) Scaffolding: Definition. *Great Schools Partnership: The Glossary of Education Reform*. https://www.edglossary.org/scaffolding

PORQUE O APRENDIZADO ACONTECE EM UM CONTEXTO

O aprendizado ocorre em um contexto e, com o tempo, é generalizado e abstraído. Mas, em muitos casos, as informações isoladas encontradas on-line não conseguem capturar todo o contexto. Daniel Willingham[242] faz uma comparação com o estudo de vocabulário. Solicita-se que os alunos utilizem novas palavras em frases quando as estão aprendendo, para incorporarem não apenas uma definição, mas também como o termo é aplicado no contexto. Quando os alunos apenas procuram sinônimos on-line, muitas vezes acabam usando-os incorretamente, como dizer "ele se equilibrou meticulosamente na borda" (usando a definição de "meticuloso" como "cuidadoso"). O mesmo raciocínio, ele argumenta, deve ser seguido por todo o aprendizado de conteúdo. Contar com a capacidade de procurar um fato pode não ser suficiente para fazer uso desse dado adequadamente.

PARA EVITAR A "INCOMPETÊNCIA INCONSCIENTE" [243]

(Ou, de forma mais acadêmica, "evitando o efeito Dunning-Kruger".)[244]

Um aspecto importante do conhecimento é orientar as pessoas sobre o que elas não sabem e sobre o que deveriam aprender mais. Os adultos dispõem de uma massa crítica de conhecimento para criar um mapa aproximado do próprio entendimento e das lacunas que têm. O ator John Cleese explica de forma bem-humorada o efeito Dunning-Kruger ("D-K") assim: "Se você é muito, muito burro, como pode perceber que é muito, muito burro? Você teria que ser relativamente inteligente para perceber o quão burro é". Sem um entendimento mínimo de um determinado assunto, a armadilha na qual é provável que você caia não é apenas a ignorância (que pode ser resolvida com uma pesquisa na internet), mas a

242. Willingham, D. (2024) Seja mais esperto do que o seu cérebro. Vogais Portugal.
243. Wikipedia. (2023). Four stages of competence.
244. Kruger, Justin; Dunning, David (1999). "Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments." *Journal of Personality and Social Psychology*, 77 (6): 1121-1134.

"meta-ignorância" (ignorância sobre a própria ignorância),[245] que pode ser muito mais perniciosa.

Ao raciocinar sobre políticas econômicas, por exemplo, os cidadãos devem estimar implicitamente várias realidades econômicas para compará-las com um ideal e considerar possíveis mudanças. Em uma pesquisa da Gallup, de 2014, 63% dos norte-americanos disseram que acreditavam que a taxa de criminalidade estava aumentando, apesar de ela estar no menor nível em 20 anos. Quem acreditava no aumento tinha 8 pontos percentuais a menos de probabilidade de apoiar leis mais rígidas de controle de armas.[246] Se uma pessoa não sabe que suas estimativas não representam a realidade, talvez não pense em pesquisar os números verdadeiros. Nesse estudo, os participantes que se identificaram com os dois principais partidos políticos dos EUA também tinham uma compreensão equivocada da realidade na mesma proporção e concordaram com o conceito de distribuição ideal. As informações factuais desempenham um papel fundamental na capacidade de pensar de maneira crítica e criativa.

Ter a capacidade de pesquisar pode exacerbar o efeito D-K. Em um estudo,[247] os participantes que puderam usar o Google para responder a perguntas de curiosidades se consideraram mais inteligentes do que aqueles que não puderam usar o buscador (mesmo quando a porcentagem de respostas certas foi igualada artificialmente).

245. Poundstone, W. (2016) *Head in the Cloud*: Why Knowing Things Still Matters When Facts Are So Easy to Look Up. Little, Brown

246. É interessante notar que, 20 anos antes, em 1994, as pessoas que achavam que as taxas de criminalidade estavam aumentando tinham 9 pontos percentuais a mais de probabilidade de apoiar leis de controle de armas mais rígidas; portanto, há alguma interação com a retórica. Kohut, Andrew (2015) Despite lower crime rates, support for gun rights increases. Pew Research Center. https://www.pewresearch.org/short-reads/2015/04/17/despite-lower-crime-rates-support-for-gun-rights-increases/

247. Wegner, D. M., & Ward, A, F. (2013) "The internet has become the external hard drive for our memories." Scientific American 309.6: 58-61.

PARA DESENVOLVER VELOCIDADE, FLUÊNCIA E AUTOMATICIDADE, USADAS NA VIDA COTIDIANA

Existe um nível básico de cada disciplina que é fundamental para a vida cotidiana. Por exemplo, há um nível de compreensão necessário para a fluência matemática básica de conceitos como peso, temperatura e dinheiro.[248] Em crianças neurotípicas, esse nível é alcançado rotineiramente, mas é importante ter em mente que partes do currículo serão de fato úteis para a vida de todos os alunos.

Embora qualquer pessoa possa fazer qualquer consulta a qualquer momento, ter que consultar tudo seria impraticável na realidade e retardaria o aprendizado futuro e a solução de problemas. Por exemplo, é possível consultar palavras desconhecidas com frequência, mas esse processo atrapalha a leitura. Em geral, quanto mais vocabulário se conhece, maior é a compreensão do que se lê.[249] Esse problema é exacerbado em ambientes nos quais os alunos precisam processar informações em tempo real, como palestras ou trabalhos em grupo, e não teriam a opção de pesquisar sempre que fosse necessário.

Nesses casos, a falta de fluência ou automaticidade (que é a combinação de precisão e velocidade) em componentes de nível inferior pode funcionar como um gargalo para o aprendizado de conceitos de nível superior.[250] De forma mais ampla, pesquisas mostram que a fluência "aumenta a retenção e a manutenção do conhecimento, a resiliência ou resistência à distração e a aplicação ou transferência do treinamento".[251]

PARA FAZER PARTE DE UM PANO DE FUNDO SOCIAL COMPARTILHADO

Considere dar instruções a um morador local em comparação com a um turista. Ao falar com um turista, entende-se que é impos-

248. Patton, J. R., Cronin, M. E., *et al.* (1997). A life skills approach to mathematics instruction: Preparing students with learning disabilities for the real-life math demands of adulthood. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 178-187.
249. Schmitt, N, Xiangying J, and Grabe. W. (2011) "The percentage of words known in a text and reading comprehension." The Modern Language Journal 95.1: 26-43.
250. Binder, C. (1993). Behavioural fluency: a new paradigm. Educational Technology.
251. *Ibidem*.

sível confiar em informações ou suposições compartilhadas, e leva-se muito mais tempo para dar explicações que, do contrário, seriam consideradas óbvias.[252] Da mesma forma, as notícias e a mídia não pretendem explicar todas as ideias; há um conjunto de informações básicas que são presumidas e nas quais se confia. O educador norte-americano E. D. Hirsch trabalhou para identificar que conteúdo se enquadra nessa categoria para os Estados Unidos (por exemplo, colesterol, zero absoluto) em seu trabalho sobre letramento cultural,[253] **embora essa lista deva ser ajustada para a modernidade** (conforme descrito no Capítulo 5) e para outras culturas ao redor do mundo.

PARA APREENDER CONCEITOS MAIS COMPLEXOS

Pode-se dizer que todo conceito complexo é composto de partes menores de informação que exigem automaticidade para alcançar entendimentos mais complexos, conforme explicado anteriormente. No entanto, aprender um conceito não costuma se limitar ao processo de acumular suas partes. Esse é o pensamento por trás da pesquisa que explora as progressões de aprendizagem: "Os currículos devem ser elaborados para proporcionar aos alunos uma exposição sistemática a significados cada vez mais complexos... e fundamentá-los em experiências com conteúdo e tópicos específicos".[254] É possível que o aprendizado de tópicos em uma determinada ordem ou por um determinado caminho faça com que o conhecimento seja representado e armazenado de maneira diferente e sirva de preparação para diferentes tipos de aprendizados futuros. Portanto, outro motivo pelo qual alguns conhecimentos devem ser incluídos no currículo é o fato de fazerem parte de uma progressão do aprendizado particularmente eficaz.

252. Poundstone, W. (2016). *Head in the cloud:* The power of knowledge in the age of Google. Oneworld Publications. Chicago.

253. Hirsch Jr, E. D., Kett, J. F. and Trefil, J.S. (1988) *Cultural literacy*: What every American needs to know.

254. Mosher, F. (2017). A Hitchhiker's Guide to Thinking about Literacy, Learning Progressions, and Instruction.

PORQUE A TAXA DE MUDANÇA NAS INFORMAÇÕES É MAL AVALIADA

A IA gera tanto entusiasmo (assim como aconteceu com os mecanismos de busca) que há um grave erro de avaliação quanto ao conhecimento que ainda é – ou *continuará* sendo – importante. Para entender essa questão, é preciso analisar cada disciplina e seus tópicos a fim de identificar a velocidade de variação e a facilidade de adaptação.

- Variação lenta: por exemplo, a filosofia não muda rapidamente.
- Variação escalonada, que é ocasional:
  - média: por exemplo, o letramento digital expandido para o "design de *prompts*" exige treinamento específico e evolução frequente;
  - alta: por exemplo, ensinar conceitos e competências ou modificar avaliações e pedagogias são "elevações" muito grandes que precisam ser abordadas pelas escolas e pelo desenvolvimento de profissionais.
- Variação rápida: por exemplo, a escolha do modelo de linguagem em grande escala (LLM) do momento (ou a linguagem de computador do momento) exigirá treinamento informal por meio de comunidades de usuários.

  O capítulo sobre conhecimento esclarecerá essas complexidades.

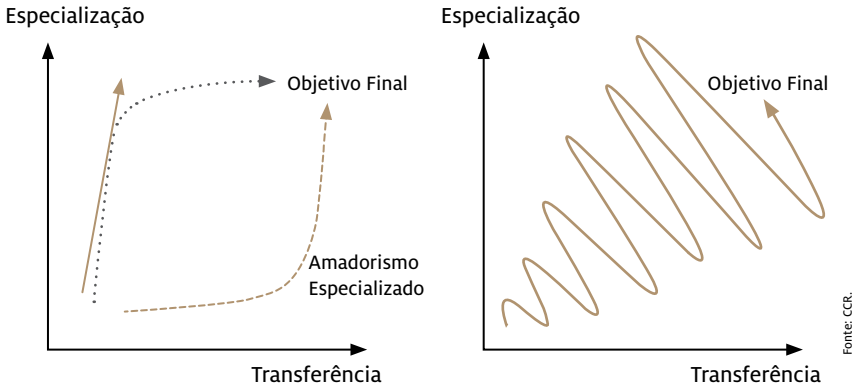
A PERGUNTA CERTA É: "CONSIDERANDO OS RECURSOS CADA VEZ MAIS PODEROSOS DA IA, COMO ADAPTAMOS A EDUCAÇÃO PARA QUE ELA PERMANEÇA RELEVANTE?"

DESENVOLVENDO CONHECIMENTO ESPECIALIZADO E TRANSFERÊNCIA

Especialização: é o resultado esperado de uma Educação. Essa especialização é conferida em diferentes níveis e graus, da Educação Básica até a Superior. O conhecimento especializado é particularmente pertinente para a busca de atividades, sobretudo remuneradas. Ao contrário da opinião popular, a especialização é obtida, não inata: "O que sempre distinguiu cirurgiões, jogadores de xadrez, escritores, atletas, pianistas de alto nível e outros especialistas foi o hábito da prática "deliberada" – um foco contínuo em tarefas que não conse-

guiam realizar antes. Os especialistas analisavam continuamente o que faziam de errado, ajustavam técnicas e trabalhavam duro para corrigir erros".[255] O falecido Anders Ericsson foi o autor da Teoria da Prática Deliberada;[256] o conceito de "10.000 horas de prática" foi erroneamente atribuído a seu divulgador, Malcolm Gladwell.

Transferência: no entanto, o objetivo mais fundamental da Educação, mas pouco considerado, sempre foi o de equipar o indivíduo com conhecimento suficiente para *aplicar o que foi aprendido em um contexto em outro contexto e época*. Esse processo é conhecido como **"transferência"** e deve ser cultivado explicitamente, **embora a Educação tradicional se contentasse em desenvolver principalmente o conhecimento especializado, confundindo transferência com especialização.** David Perkins, de Harvard, explica[257] como um aluno pode aprender a transferir sem necessariamente aprender primeiro a ser um especialista (como um "especialista amador"), já que os conceitos são apresentados em linguagem natural e autoexplicativa (por exemplo: em história, "a história não se repete, mas rima", ou em matemática, "as exponenciais são enganosas e, portanto, explosivas"). A transferência e a especialização se reforçam entre si, daí a oscilação entre as duas.



255. K. Anders Ericsson, K.A., Prietula, M.J. & Cokely, E.T. (2007). The making of an expert. *Harvard Business Review*. https://hbr.org/2007/07/the-making-of-an-expert

256. The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance' (Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993).

257. Perkins, D. (2010). *Making learning whole*: How seven principles of teaching can transform education. Wiley.

Mas os seres humanos continuam buscando um "refúgio" da IA, conforme descrito no Capítulo 1: é a esperança de que restará um espaço intocado no qual as pessoas possam ser mais "humanas". Os próximos capítulos discutirão onde esse espaço existe, embora não seja um "refúgio" simples, identificável e de nível macro – ele depende do contexto: **"depende"**, conforme descrito na segunda seção deste capítulo. Então, a especialização e a transferência são esses "refúgios"?

A IA PODE SER UM ESPECIALISTA? CLARO QUE SIM. JÁ É, EM MUITAS SITUAÇÕES

Isso já foi muito bem demonstrado em várias tarefas, de jogos (xadrez, go, Stratego etc.) a atividades mais científicas (dobramento de proteínas, modelagem de doenças etc.). A IA vem sendo aplicada a quase todas as profissões, como vimos anteriormente; portanto, a especialização não está em questão. Entretanto, "é preciso conhecer para saber", diz o ditado, e julgar as respostas da IA *exigirá ao mesmo tempo* conhecimento suficiente sobre o assunto e pensamento crítico. Ethan Mollick, da Wharton School of Business da Universidade da Pensilvânia, afirmou: *"Em algumas tarefas, a IA é imensamente poderosa e, em outras, ela falha total ou sutilmente. E, a menos que você use muito a IA, não saberá qual é qual."*[258]

MAS A IA PODE FAZER TRANSFERÊNCIA? SIM, DE CERTA FORMA, E CADA VEZ MAIS

Primeiro, um esclarecimento sobre as taxonomias: em IA, a palavra "transferência" é usada em "aprendizagem por transferência" (uma técnica), enquanto a transferência em si é denominada "generalização".[259] O CCR usará transferência, pois este livro é destinado a educadores.

Como afirmado no Capítulo 1, os LLM terão acesso a grandes quantidades de dados, de modalidades muito *"além de textos e ima-*

258. Mollick, E. (2023). Centaurs and cyborgs on the jagged frontier. *One Useful Thing*. https://www.oneusefulthing.org/p/centaurs-and-cyborgs-on-the-jagged

259. Kozlov, M., & Biever, C. (2023). AI 'breakthrough': Neural net has human-like ability to generalize language. *Nature*. https://doi.org/10.1038/d41586-023-03272-3

gens, como estruturas moleculares, tráfego de rede, código de máquina de baixo nível, imagens astronômicas e exames cerebrais. Portanto, a IA pode ter uma forte compreensão intuitiva de domínios nos quais temos experiência limitada, inclusive formando conceitos que não temos".[260] Ela detectará analogias entre campos muito distantes e estabelecerá correlações interessantes que os humanos precisarão filtrar para verificar a causalidade. Portanto, a transferência não é um refúgio: a IA pode navegar em imensos espaços multidimensionais e, por fim, transferir melhor do que os seres humanos nas transferências próximas e médias. A transferência distante é difícil para todos, inclusive para as pessoas, mas isso pode pressionar a imaginação, que será discutida na seção sobre criatividade.

CONSEQUÊNCIAS PARA OS SISTEMAS EDUCACIONAIS: CURRÍCULOS MAIS ABRANGENTES E INTELIGENTES

POR QUE MAIS ABRANGENTES? PARA A VERSATILIDADE

O mundo ao nosso redor está mudando profundamente, e a Educação precisa se adaptar a isso. Em uma época de incerteza crescente, uma estratégia sábia seria se proteger de disrupções adotando a **versatilidade**. Uma Educação de nível fundamental e médio deve equipar os alunos com as habilidades necessárias para enfrentar os desafios da vida, que vão de questões sociais e políticas (aquecimento global, poluição, desigualdades etc.) até a disrupção da tecnologia (redes sociais e, agora, particularmente, a inteligência artificial). Assim, **a Educação NÃO é treinamento;**[261] **a Educação é ampla e relacionada à vida em geral**, enquanto o treinamento é restrito e relacionado ao trabalho (e começa em parte no Ensino Médio). É claro que tanto a Educação como o treinamento são necessários, mas não devem ser confundidos, pois têm objetivos diferentes (foco psicossocial para a Educação, foco econômico para o treinamento).

260. Bounded Regret. (2023). What will GPT-2023 look like? *Bounded Regret Blog*. https://bounded-regret.ghost.io/what-will-gpt-2030-look-like/

261. Com uma saudação respeitosa ao ex-professor Woodie Flowers, do MIT, descanse em paz.

Como o futuro não pode ser conhecido, o cultivo da versatilidade é uma estratégia sábia e adequada – pense nisso como uma "proteção contra todas as eventualidades". Fazendo uma analogia com o canivete suíço, é melhor equipar os alunos com um amplo conjunto de ferramentas que podem ser afiadas conforme as circunstâncias exigirem – poeta, médico, pintor e físico.

MAIS SÁBIOS COMO? REDESENHANDO O "QUE" E O "COMO"

Mais do que nunca, a sabedoria é o objetivo da Educação, conforme justificado no Capítulo 3. Mas, para chegar lá, é preciso redesenhar tanto os padrões/currículos (o que) quanto a pedagogia (o como), pois há lacunas significativas entre as necessidades emergentes e as práticas atuais.

O "QUE"

O que as escolas ensinam depende dos poderes jurisdicionais, que resistem à modernização devido à inércia e ao medo de mudanças. A Educação ainda não se adaptou totalmente à era da informação: por exemplo, embora se fale em "STEM"[b], no Ensino Fundamental e Médio se ensina apenas "ST_M" – com muito pouca tecnologia e nenhuma engenharia. Agora, a era da internet, 25 anos depois de David Houle[262] tê-la chamado de era da mudança, exige que nos adaptemos rapidamente a informações em constante alteração e lidemos de maneira eficaz com uma variedade de idiomas, culturas e estilos de vida. Com a era da IA, o déficit acumulado nas duas últimas eras volta com ainda mais força, acrescido de um novo conjunto de desafios, analisados aqui.

b. A sigla STEM, no contexto da Educação, refere-se a um currículo focado nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (do inglês *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). A Educação STEM pretende preparar os estudantes para as demandas do mercado de trabalho atual e futuro, enfatizando habilidades práticas e analíticas que são essenciais para resolver problemas complexos e inovar em vários setores. (N. do T.)

262. Houle, D. (2008). *Entering the shift age: The end of the information age and the new era of transformation*. Sourcebooks.

Como resultado dessa inércia, alguns argumentarão, talvez para amenizar sua dissonância cognitiva, que não importa o que se aprende "desde que se aprenda". O CCR discorda profundamente: por que focar o ensino em conteúdo antigo se há opções melhores disponíveis? Por que, por exemplo, perder tempo aprendendo funções trigonométricas que interessam a muito poucos e que foram amplamente automatizadas, em vez de ciência de dados, que é útil em muitas disciplinas e está em alta demanda?

Todas as quatro dimensões são importantes:
Chris Dede, de Harvard, sintetiza bem a situação:[263] "O currículo atual e os testes de alto risco costumam priorizar o fomento de habilidades nas quais a IA se sobressai, como as de raciocínio que envolvem previsão calculada e tomada de decisões por meio de fórmulas. No entanto, a IA não consegue reproduzir facilmente o julgamento humano, que é um processo de pensamento deliberativo flexível e contextual, baseado em conhecimento experiencial, ética, valores, relacionamentos e cultura".

Como descrito no nosso livro *Educação em quatro dimensões*, de 2015, (publicado no Brasil pelo Instituto Península e Instituto Ayrton Senna, disponível em: https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacao-em-quatro-dimensoes-Portuguese.pdf) e mais relevante do que nunca, isso significa prestar atenção a todas as quatro dimensões da Educação: **conhecimento, habilidades, caráter e meta-aprendizado.**[264] O modelo "4D" continua robusto (com ressalvas esclarecedoras que serão explicadas nos próximos capítulos e no Apêndice digital):

- Conhecimento: "O que sabemos" (veja o Capítulo 5)
  - O conhecimento declarativo é mais desafiado do que nunca pelos LLM, o que é uma ampliação das tendências histó-

263. Cao, L. & Dede, C. (2021). Navigating a world of generative AI: Suggestions for educators. *Harvard Graduate School of Education: Next Level Lab*. https://bpb-us- e1.wpmucdn.com/websites.harvard.edu/dist/a/108/files/2023/08/Cao_Dede_final_8.4.23.pdf
264. CCR Framework Rev. 1.2: https://curriculumredesign.org/framework/

ricas (tabuletas,[265] livros, internet, buscadores). Conforme explicado, isso não significa que os humanos não precisem de conhecimento básico, mas sim que precisam ser muito mais *criteriosos quanto ao que é essencial e* **relevante**. Além disso, e de forma contraintuitiva, é preciso um conjunto mais amplo de conhecimento declarativo para atender à necessidade de versatilidade. David Epstein, autor de *Por que os generalistas vencem em um mundo de especialistas*,[266] contrasta ambientes de aprendizado "amistosos" e "perversos", explicando que, embora os ambientes "amistosos" estruturados e previsíveis possam favorecer a especialização precoce, os ambientes "perversos" do *mundo real* costumam recompensar uma ampla gama de experiências. Ele também enfatiza que um período de amostragem no qual se explora vários interesses antes de se decidir por um específico pode levar a mais satisfação e sucesso na carreira. Epstein se opõe à especialização precoce na Educação, afirmando que ela pode limitar a capacidade das crianças de explorar seu potencial e de se adaptar a novas situações, e investiga a "qualidade da correspondência" – a adequação entre os interesses e as habilidades do indivíduo e sua carreira e como uma ampla gama de experiências pode ampliá-la. No entanto, é fundamental ter um *mindset* de E (em vez de OU) nessa etapa. De acordo com o modelo em forma de T da IBM Research,[267] é perfeitamente possível desenvolver profundidade E abrangência, e não uma ou outra – espe-

265. Lamentado por Sócrates: "A invenção de vocês permitirá que eles ouçam muitas informações sem serem ensinados adequadamente, e eles imaginarão que passaram a saber muito, enquanto na maioria das vezes não saberão nada. E será difícil conviver com eles, pois apenas parecerão sábios em vez de realmente o serem." (Platão. [1925]. *Plato in twelve volumes*, vol. 9 traduzido para o inglês por Harold N. Fowler. William Heinemann Ltd.)

266. Epstein, D. (2019). *Range: Why generalists triumph in a specialized world*. Riverhead Books.

267. Demirkan, H. & Clinton Spohrer, J. (2018). Cultivating T-shaped professionals in the era of digital transformation. *IBM Research*. https://research.ibm.com/publications/cultivating-t- shaped-professionals-in-the-era-of-digital-transformation

cialização E transferência. Essa é a posição do CCR, conforme será explorado nos próximos capítulos.
    - Os LLM aumentam a pressão para ensinar mais conhecimento conceitual (conceitos centrais) e conhecimento processual (projetos). O sucesso em testes médicos, jurídicos e outros destaca a extensão significativa na qual esses testes se baseiam na memorização de conhecimento declarativo (para ser justo, juntamente com algumas capacidades dedutivas).
- Competências: no Capítulo 6, analisaremos em detalhes a importância de cada competência à luz da IA e sua probabilidade de ser automatizada. Mas aqui está uma prévia:
    - Habilidades ("como usamos o que sabemos"): são desafiadas e aumentadas pela IA.
    - Caráter ("como nos comportamos e nos engajamos no mundo"): alguns traços permanecem significativamente humanos (por exemplo, a ética) e é preciso se apoiar neles, enquanto outros são ajudados *e* estimulados (por exemplo, a curiosidade).
    - Meta-aprendizado ("como refletimos, nos adaptamos e aprendemos a aprender"): a metacognição e a metaemoção são mais cruciais do que nunca, levando a aprender a aprender.

Fonte: CCR.

Além dos objetivos de uma Educação moderna descritos no diagrama de Venn, há também uma necessidade crescente de personalizar a Educação (veja o Capítulo 7). Essa personalização inclui quatro impulsionadores: motivação, identidade, agência e propósito – dos quais a motivação e o propósito continuarão sendo essencialmente humanos:

Fonte: CCR.

O "COMO"

Há uma enorme quantidade de experimentos em andamento em todo o mundo e grandes investimentos essencialmente em dois aspectos acadêmicos principais da IA (este livro não abordará aspectos administrativos). A IA vem sendo usada para automatizar o seguinte:

- Design: de currículos, planejamento de aulas e avaliações, bem como um grande número de ferramentas de menor impacto, por professores e desenvolvedores de currículos.
- Entrega: de imediato, há um foco significativo em experimentos conduzidos por professores e alunos sobre o uso de IA na instrução (por meio de *prompts*, em sua maior parte), que não serão abordados neste livro: trata-se de um campo que muda rapidamente e bem abrangido por blogs atualizados. Com o tempo, os professores poderão ter um assistente de IA que ofereça sugestões personalizadas para os alunos com base em seu progresso e estilo de aprendizado. Os estudantes também

poderão usar um Sistema de Tutoria Inteligente (ITS, na sigla em inglês).

Portanto, o Capítulo 8 se concentrará sobretudo no aspecto do design, mostrando como todas as recomendações podem ser projetadas de maneira coesa. Dadas as situações extremamente dinâmicas e fluidas em jogo que só decantarão com o tempo, este livro não abordará os aspectos de entrega, exceto por uma breve seção sobre aprendizagem adaptativa e ITS.

E QUANTO A "APRENDER IA"?

Esta pergunta, bastante difundida nos círculos políticos, é muito imprecisa, pois mistura a IA como disciplina e a IA como ferramenta. Não é preciso aprender ciência da computação para operar um smartphone, e não é preciso aprender algoritmos de IA para usar um LLM. A tabela abaixo mostra a diferença entre a IA "que" (em dois níveis: letramento digital para todos e como ciência da computação para os especialistas) e a IA "como" (a IA como uma ferramenta educacional).[268]

NÍVEL	O QUE (CONHECIMENTO)	COMO (APRENDIZADO) *[EdTech **se aplica**]*
ALTO	**Aprender Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)** (Aprender disciplinas: **ciência da computação** [incluindo IA] + engenharia elétrica)	**Aprender por meio/com TIC** • Por meio de: simulações/jogos, realidade aumentada/realidade virtual (RA/RV), aprendizagem adaptativa/IA • Via: salas de aula virtuais síncronas e assíncronas • Com: uso para solução de problemas (por exemplo, GIS/GPS* + busca etc.)
BAIXO	**Aprender *sobre* TIC** (Adquirir conhecimento funcional [também conhecido como "***letramento digital***"]: por exemplo, usar muitos apps (planilhas, busca; agora, LLM e outras IAs etc.)	

* GIS/GPS: respectivamente, siglas de Sistema de Informações Geográficas e Sistema de Posicionamento Global, em inglês.
Fonte: CCR.

268. **Nada disso deve ser confundido com infraestrutura/acesso digital ("encanamento").**

MAS TODAS ESSAS RECOMENDAÇÕES SERIAM AS MESMAS SE A AGI FOSSE ALCANÇADA? E QUANTO À ASI?

Em primeiro lugar, é um grande salto lógico afirmar que o simples alcance (em que nível, o que será muito debatido) da inteligência artificial geral (AGI) fará com que todos os empregos desapareçam. Isso parece muito implausível por todos os motivos discutidos no Capítulo 3. Mas de qualquer forma exploraremos esse cenário.

Se a IA de fato assumir todos os empregos, liberando-nos dos treinamentos para os empregos, qual deve ser o foco da Educação? O Ensino Médio, geralmente após os 14 anos, é uma preparação para o Ensino Superior, como o VET[c] ou a universidade, que são tradicionalmente relacionados ao trabalho. No entanto, em um cenário no qual os empregos sofram um impacto significativo, os anos de Ensino Médio poderiam desviar o foco da empregabilidade. *Supondo-se que a renda seja garantida*, isso permitiria que os indivíduos tivessem mais tempo livre para se dedicar a seus interesses epicuristas. Portanto, a Educação se voltaria ainda mais para o cultivo da identidade, da iniciativa e, sobretudo, da motivação e do propósito das pessoas em um mundo sem emprego. Essa abordagem ressalta a importância de uma Educação ampla e profunda que promova "MIAP",[d] pois nenhuma dessas necessidades desapareceria na ausência do emprego tradicional. De uma perspectiva psicossocial, é provável que as exigências educacionais sejam apenas redirecionadas. Portanto, mesmo nesse cenário extremo, as recomendações mencionadas permanecem aplicáveis – *voilà*! Mas, considerando a propensão humana de gerar cada vez mais trabalho para si mesma, essa visão deve ser encarada com um ceticismo saudável. Se tal mudança for de fato observada, ela poderá inspirar uma nova perspectiva, talvez seguindo o exemplo francês de equilíbrio entre vida pessoal e vida profissional. ☺

Para a superinteligência artificial (ASI), nada é certo. O palpite do leitor é tão bom quanto o de qualquer outra pessoa.

c. VET (Educação e treinamento vocacional) refere-se a programas de ensino e formação que se concentram em habilidades práticas e conhecimentos diretamente aplicáveis ao mercado de trabalho. Esses programas são projetados para preparar os alunos para ocupações específicas, oferecendo treinamento técnico e profissional. (N. do T.)
d. Sigla em inglês para motivação, identidade, iniciativa e propósito. (N. do T.)

CAPÍTULO 5

Conhecimento para a era da IA

"Conhecimento é poder."
Francis Bacon

"Estamos nos afogando em informações, mas famintos por conhecimento."
John Naisbitt

O Capítulo 4 abordou a necessidade de aprendizagem contínua e a relevância do conhecimento na era da inteligência artificial (IA). Este capítulo tratará de modo mais específico da dimensão do conhecimento.

O QUE É CONHECIMENTO?

Historicamente, a Educação tem se concentrado na dimensão do conhecimento. Uma metáfora zen estabelece uma conexão entre a mente de uma pessoa e uma xícara, e o conhecimento como a água que a enche. No mundo anterior à internet, era razoável considerar que a principal função da Educação era permitir que os estudantes "enchessem seus cérebros" com fatos e ideias que poderiam levar pela vida toda. Em um mundo com acesso quase universal à internet e rápido aprimoramento da IA, esse modelo de "encher os cérebros" exige refinamentos significativos.

Em busca da missão tradicional da Educação – "encher os cérebros dos alunos" – o conhecimento foi taxonomizado em diferentes disciplinas. A tradição helenística propunha sete artes liberais para a Educação Superior: gramática, lógica, retórica, astronomia, geometria, aritmética e música. Os mestres nessas artes liberais se qualificavam para prosseguir com estudos adicionais em filosofia, teologia, direito e medicina. A tradição chinesa englobava literatura e poesia, caligrafia, pintura, história, filosofia, matemática e astronomia, artes marciais, medicina e música. Milênios se passaram e a tradição oral foi quase completamente substituída pela tradição escrita, que agora é sucedida pela era da informação. No entanto, essas disciplinas continuam sendo fundamentais para as experiências educacionais da maioria das pessoas. As enciclopédias as (re)classificam repetidamente por meio de uma variedade de mecanismos, e as novas ferramentas apenas aumentam a capacidade de taxonomização.

PESQUISA DO CCR QUE SINTETIZA O CONHECIMENTO

Uma pesquisa com o objetivo de sintetizar os diferentes "tipos de conhecimento" revelou diversos problemas. Para garantir a amplitude do trabalho, o Center for Curriculum Redesign (CCR) analisou três dos trabalhos acadêmicos mais citados, a síntese de três meca-

nismos de busca e repositórios de informações (Google, Bing e Wikipedia), além de ter conversado com três modelos de linguagem em grande escala (LLM) diferentes (GPT4, Claude e Poe Assistant). Para arredondar o campo de pesquisa para dez, foram adicionados os *insights* do resultado de pesquisa mais vinculado: uma plataforma de tecnologia de negócios[269] que oferece soluções de informação.

Não é de surpreender que, para a pesquisa acadêmica, não haja uma divisão consensual dos diferentes tipos de conhecimento. Essas dez fontes geraram 58 (!) "tipos de conhecimento", sendo que apenas quatro deles estão presentes em metade das fontes e menos de um terço aparece mais de uma vez. É claro que os campos têm objetivos diferentes ao perguntar o que é conhecimento. Historiadores buscam a documentação do que aconteceu, tecnólogos da informação taxonomizam para tornar o armazenamento do conhecimento mais eficiente e epistemólogos buscam diferenciar crença de verdade. Cada campo criou seu sistema de taxonomização para obter uma lente que transforme a bolha amorfa de "conhecimento" em algo útil para si. O objetivo do CCR é o mesmo: sintetizar essas fontes para criar uma taxonomia que seja *útil para a Educação*. Historicamente, o campo da Educação não teve muita necessidade de diferenciar os diversos tipos de conhecimento, pois todos pareciam úteis para os alunos. *A era da internet estabeleceu a necessidade de diferenciá-los. A revolução da inteligência artificial sedimenta essa necessidade.*

O campo da Educação apenas arranhou a superfície do enfrentamento dos desafios do acesso quase onipresente à internet, embora esse acesso esteja migrando de nossos locais de trabalho para nossas casas, nossos bolsos e, em breve, para cada vez mais perto de nossos corpos. A Educação tem se esforçado para desenvolver soluções que afastem os alunos da memorização rumo ao uso das informações, que quase sempre estão a apenas um clique de distância. Os alunos ainda são desencorajados a trabalhar juntos em tarefas, apesar de o mundo do trabalho exigir atuação em equi-

269. GetGuru. (2023). The 7 types of knowledge: Definitions, examples and more. GetGuru Blog. https://www.getguru.com/reference/types-of-knowledge

pe e colaboração. As avaliações sem consulta a fontes continuam sendo comuns, sem falar na impossibilidade de acessar a internet, e ainda existe um estigma comum em relação à legitimidade da Wikipédia como fonte válida de dados, apesar de ser uma das realizações mais solidamente projetadas e verificadas de modo transparente na história da humanidade.

Síntese

Ao sintetizar os 58 "tipos" de conhecimento identificados, as dez fontes aproveitaram uma variedade de características para diferenciar as categorias de conhecimento. Destacaram-se três delas, que chamaremos de **eixos de conhecimento**:

1. A **classificação** do conhecimento, ou como o conhecimento se manifesta em seu uso, por exemplo, como um fato ou um procedimento.
2. O **método de aquisição** do conhecimento, ou como o indivíduo absorve o conhecimento, por exemplo, por meio da experiência pessoal.
3. O **domínio** do conhecimento, ou a área ou esfera de conteúdo dentro da qual o conhecimento é relevante; por exemplo, conhecimento cultural ou tecnológico, geralmente agrupado por **disciplina**.

O que torna o exercício ainda mais complexo é que muitos tipos de conhecimento estudados se encaixam no que o CCR categoriza como as outras *dimensões* da Educação – habilidades, caráter e meta-aprendizado. Essas dimensões se sobrepõem naturalmente ao conhecimento, e essa é a mensagem central da visualização do diagrama de Venn do CCR. Apesar das sobreposições, elas são mantidas deliberadamente distintas para que os educadores possam ensiná-las de modo mais efetivo e explícito.

Esse também é o objetivo de desenvolver os três eixos do conhecimento. Eles permitem a criação de diferenciações no conhecimento e, posteriormente, as experiências de aprendizagem dos alunos podem ser aprimoradas com técnicas e alocação de recursos para otimizar cada uma delas. A principal preocupação

é *aumentar a fluência do educador* em diferentes tipos de conhecimento, já que eles não devem ser ensinados da mesma maneira, tampouco com o mesmo escopo e sequência. A seguir, veremos cada eixo em mais detalhes.

Classificação do conhecimento

Apenas quatro "tipos" de conhecimento apareceram em mais da metade das fontes. Três se encaixam no eixo de classificação do conhecimento (o quarto será discutido como um método de aquisição) e são úteis para os educadores:

1. O conhecimento **declarativo** ou a compreensão de fatos, informações e dados que podem ser explicitamente declarados ou descritos.
2. O conhecimento **procedural**, ou a compreensão de como executar tarefas, processos ou ações específicos.
3. O conhecimento **conceitual** ou a compreensão de como os compostos de conhecimento são construídos em padrões e outros princípios de organização.

TIPOS PRINCIPAIS	SÍNTESE DO CCR	TIPOS RELACIONADOS
Declarativo	Declarativo	Proposicional; factual; semântico
Conceitual	Conceitual	Atitudinal
Procedural	Procedural + (nível mais elevado de pensamento) Habilidades	Cognitivo
OUTROS – Combos		
Causal	Conceitual + Metacognição	
Estratégico	Procedural + Competências	
Metacognitivo	Conceitual + Metacognição	Autoconhecimento; metaconhecimento
Relacional	Procedural + Competências	Inclui conceitos
Cultural	Declarativo + Procedural	
Moral	Declarativo + Ética	
OUTROS – Eixos diferentes		
Explícito/Implícito; tácito; *a priori/a posteriori*; episódico; contextual; experiencial; condicional; motor/metamotor; **epistemológico**		

Fonte: CCR.

Existe uma categoria adicional para a qual todas essas peças de conhecimento contribuem: o conhecimento **epistemológico**. Ele é apresentado por especialistas em campos nos quais podem "pensar como um matemático", "um historiador" ou "um engenheiro". Esses especialistas[270] internalizaram uma variedade de conceitos e os consideram um kit de ferramentas, além de lentes a serem aplicadas em uma série de situações. Tal conhecimento permite que esses indivíduos criem novos conhecimentos declarativos, processuais e conceituais em seus campos.

Historicamente, a Educação deu mais atenção e recursos ao conhecimento declarativo, equipando os alunos com os fatos de que precisam para entender o mundo a seu redor. A memorização de palavras do vocabulário, de fórmulas matemáticas, de leis e princípios científicos, de eventos e figuras históricas se enquadram nessa categoria.

Como consequência do foco no conhecimento declarativo, a Educação foi preparada para tratar *todo* o conhecimento como declarativo. Os currículos costumam ser estruturados em torno do conhecimento declarativo e as avaliações – sobretudo as de "resposta fechada" – procuram determinar se os alunos conhecem os fatos "certos". O surpreendente sucesso[271] da IA em ser aprovada em vários exames ressaltou o quanto esses testes são sobre recordação e memorização, não sobre compreensão profunda.

Procedimentos e conceitos costumam ser ensinados da mesma maneira que o conhecimento declarativo. Os alunos podem memorizar as etapas de um experimento científico, várias habilidades de pensamento histórico, a estrutura de uma redação ou

270. A especialização também pode, curiosamente, cegar um indivíduo ao ajudar a determinar o que é importante em seu campo! Como muitos conceitos se tornaram naturais para essas pessoas, a "maldição da especialização" pode fazer com que eles percam alguns dos blocos de construção da compreensão que são necessários para um aluno. *Isso cria uma razão FUNDAMENTAL para incluir profissionais além dos especialistas tradicionais no processo de elaboração dos currículos.*

271. Varanasi, L. (2023). GPT-4 can ace the bar, but it only has a decent chance of passing the CFA exams. Here's a list of difficult exams the ChatGPT and GPT-4 have passed. *Business Insider*. https://www.businessinsider.com/list-here-are-the-exams-chatgpt-has-passed-so-far-2023- 1#but-the-bot-did-pass-a-stanford-medical-school-clinical-reasoning-final-14

um algoritmo para resolver um problema de matemática. É preciso fazer uma mudança profunda aqui, assim como diferenciar o projeto curricular e as estratégias pedagógicas para o ensino de cada classificação. Memorizar o procedimento útil não basta. O indivíduo deve ser capaz de executá-lo *enquanto o compreende*. O conceito memorizado só é útil na medida em que a internalização do conceito molda a visão de mundo. Para que os alunos executem procedimentos de modo consistente e internalizem conceitos, eles precisam ser ensinados explicitamente a fazer isso e de modo diferente do conhecimento declarativo.

Deve-se observar que nem todo conhecimento se encaixará perfeitamente em cada uma dessas três categorias. O método científico, por exemplo, pode ser ensinado como qualquer uma das três:

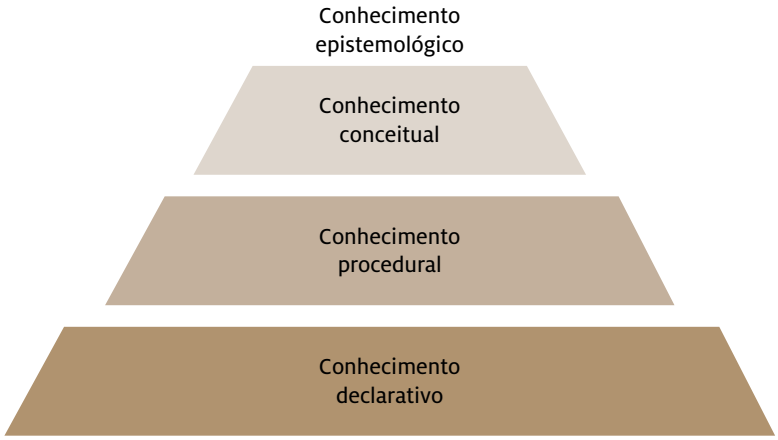
- Como conhecimento declarativo, a definição do método científico pode ser memorizada como "uma abordagem sistemática para adquirir e verificar o conhecimento".
- Como conhecimento procedural, o método científico pode ser executado como um processo de várias etapas, em geral chamado de observar, questionar, hipotetizar, prever, experimentar, analisar, concluir e comunicar.
- Como conhecimento conceitual, os cientistas utilizam vários conceitos com regularidade e habilidade como produto da internalização do método científico. Entre eles está reconhecer que a ciência exige evidências empíricas; as evidências podem ser adquiridas por meio de observação e testes; novas evidências levam ao refinamento de antigos corpos de conhecimento.

Cada classificação se beneficia de diferentes projetos curriculares e abordagens pedagógicas. É claro que a definição de conhecimento declarativo pode ser ensinada por meios tradicionais – familiarizando os alunos com um termo, incentivando a memorização e usando com frequência esse termo no contexto. O procedimento é mais bem ensinado por meio da execução autêntica de experimentos e da transferência gradual da responsabilidade para que os alunos tenham autonomia e iniciativa ao realizá-los. Os

conceitos do método científico exigem exposição repetida, exemplos com repercussão para facilitar a transferência próxima e distante, além de tarefas e projetos bem elaborados que estimulem os alunos a internalizar os conceitos como ferramentas flexíveis em seu kit de ferramentas científicas em constante expansão.

A jornada rumo à especialização

Ao analisar essas classificações de conhecimento, pode ser útil examinar a jornada de um aluno rumo à integração das três, culminando no conhecimento. O conhecimento profundo é a combinação dos quatro níveis.



Fonte: CCR.

Para ilustrar a necessidade de impulsionar a Educação rumo à compreensão conceitual, os exponenciais em matemática são um bom exemplo (o crescimento exponencial é um tópico fundamental da matemática e costuma ser ensinado em álgebra introdutória a alunos no início da adolescência): a tomada de decisões durante a pandemia da covid-19 evidenciou as principais lacunas na *conceituação* coletiva da humanidade sobre o crescimento exponencial, ainda que um grande número de adultos tenha realizado cálculos exponenciais nas escolas. Nos cursos do CCR, diz-se que os exponenciais são "*enganosos e, depois, explosivos*". Ou seja, começam de modo enganosamente lento e, depois, aumentam de modo explosivo. No caso da pandemia de covid-19, o reconhecimento de que o vírus se espalharia exponencialmente estimularia

uma ação coletiva *antecipada* para evitar a doença antes que ela se tornasse incontrolável. Infelizmente, mesmo os esforços para "achatar a curva" e "impedir a propagação" surgiram tarde demais, e o mundo ainda sofre seu impacto.

Para levar um aluno ao nível de *conhecimento epistemológico*, o ponto de partida continua sendo o conhecimento declarativo. No caso dos exponenciais, bastaria começar memorizando que "os exponenciais são enganosos e, depois, explosivos". A memorização dessa frase a torna um conhecimento declarativo. Uma avaliação poderia perguntar: "Como os exponenciais se comportam?" e o aluno poderia responder com a resposta correta. Embora a frase seja um conceito, o estudante ainda não o *internalizou*.

Para chegar lá, um próximo passo em potencial seria aproveitar as informações declarativas na execução de procedimentos. Uma combinação de cálculos numéricos teóricos ("quanto é dois elevado à quinta potência?") e problemas práticos do mundo real ("se uma pessoa começa com dois centavos e eles dobram a cada dia, quantos centavos haverá no quinto dia?") criará oportunidades para que os alunos pratiquem a aplicação do conhecimento declarativo recém-adquirido. Com a prática, eles começarão a calcular corretamente o crescimento exponencial e dominarão os procedimentos.

No entanto, o aluno não terá internalizado o conceito. Seus conhecimentos declarativos e procedurais continuarão vinculados aos contextos nos quais foram ensinados. Para a internalização acontecer, o aluno precisa ser exposto ao conceito em uma variedade de contextos a fim de facilitar a transferência. Os alunos podem ser apresentados a como o crescimento exponencial ocorre na disseminação de um vírus, no crescimento populacional ou no envolvimento com redes sociais. Cada novo contexto permite que o estudante reconheça que o cenário apresenta crescimento exponencial e que a frase "os exponenciais são enganosos e, depois, explosivos" se aplica. Com um número suficiente de contextos distintos, cada um internaliza o conhecimento conceitual.

Métodos de aquisição de conhecimento

Depois das classificações de conhecimento declarativo, procedural e conceitual, os próximos "tipos de conhecimento" mais

comumente mencionados em nossa síntese foram "conhecimento tácito" (em cinco das dez fontes) e "conhecimento explícito" (em quatro das dez). Esses dois tipos diferem na complexidade da obtenção e do compartilhamento de conhecimento – o conhecimento explícito é fácil de estruturar e compartilhar, enquanto o conhecimento tácito é difícil e costuma requerer experiência vivida. Para destacar a diferença, você pode usar o conhecimento explícito das políticas e procedimentos de um local de trabalho em contraste com o conhecimento tácito das normas culturais daquele espaço. O primeiro poderia ser compartilhado por meio de um manual, enquanto o segundo exigiria tempo e, provavelmente, experiências pessoais.

Dois outros "tipos" de conhecimento surgiram na pesquisa, no campo da filosofia. As expressões latinas *a priori* e *a posteriori* se referem ao fato de uma dedução ser feita com ou sem experiência pessoal. O conhecimento *a priori* é uma maneira de conhecimento independente da experiência, ou seja, por meio de dedução puramente teórica. O conhecimento *a posteriori* é aquele baseado na observação e na experiência. O conhecimento *a priori* se sobrepõe com força ao conhecimento explícito, pois uma pessoa não precisa de observação ou experiência pessoal para adquiri-lo. O conhecimento *a posteriori* se sobrepõe ao conhecimento tácito, pois em geral requer experiência pessoal para ser adquirido.

Para avançar na meta de criar uma estrutura útil para os educadores e, ao mesmo tempo, reconhecer que esses termos não necessariamente se prestam bem a uma compreensão rápida, o CCR os adaptou aos dois métodos de aquisição de conhecimento a seguir:

1. **Conhecimento experiencial**, ou aquele obtido por meio de experiências pessoais, observações e reflexões.
2. **Conhecimento teórico**, ou aquele obtido sem experiência pessoal, mas com base em dedução e lógica.

Nesses dois métodos de aquisição, o conhecimento experimental representa o conhecimento *a posteriori* e explícito, enquanto o conhecimento teórico inclui o conhecimento *a priori* e tácito. Embora esses termos não tenham aparecido com frequ-

ência na pesquisa do CCR, eles foram selecionados por sua utilidade, para que os educadores pudessem entender rapidamente o que representam.

O termo "aprendizagem experiencial" já é muito utilizado na Educação, e foi inicialmente concebido pelo teórico da Educação David Kolb em sua proposta de "ciclo de aprendizagem experiencial",[272] que defendia que os alunos deveriam aproveitar experiências diretas para fazer observações e, em seguida, atribuir significado. A aprendizagem baseada em projetos opera em um espaço semelhante, permitindo que os alunos aprendam fazendo. Tanto a aprendizagem experiencial quanto a baseada em projetos têm seus defensores, institutos, modelos e estruturas, reconhecendo que as experiências diretas são, em alguns casos, a *única* maneira de se aprender algo. Além disso, tais experiências diretas servem como oportunidades para que os alunos também adquiram conhecimentos teóricos.

Os alunos poderiam, por exemplo, embarcar em um projeto de aprendizado experiencial para estudar as árvores em um parque. Assim, eles poderiam adquirir um conhecimento experimental sobre a aparência e a sensação das árvores e como suas raízes se interconectam. Também teriam a possibilidade de examinar a textura das folhas e procurar outros organismos no ecossistema. Não seria possível adquirir esse conhecimento em uma sala de aula, nem (por enquanto) com o mais novo dispositivo de realidade virtual. Detalhes como o cheiro do ar, o tamanho percebido de uma árvore e a visão de uma minhoca mordiscando uma folha são exemplos de conhecimento experiencial.

A aprendizagem experiencial também pode ser usada para ensinar conhecimentos teóricos. Os alunos desenvolveriam, por exemplo, uma compreensão da fotossíntese examinando o brilho e a cor das folhas, ou aprofundariam sua compreensão teórica do ciclo oxigênio-dióxido de carbono considerando as diferentes maneiras pelas quais os seres humanos e as árvores "respiram". Em-

272. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning*: Experience as the source of learning and development (Vol. 1). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

bora esse conteúdo possa ser ensinado em uma sala de aula sem experiência direta, a aprendizagem experiencial facilita de modo mais eficiente a criação de significado a partir desses fatos, pois envolve os alunos de modo holístico.

Mesmo assim, devemos estar cientes de que essas experiências ricas e reais exigem muitos recursos. Uma escola pode não ter árvores por perto. O transporte dos alunos em uma excursão é caro. Pode ser inverno. Além disso, como a experiência será exclusiva para o contexto de cada escola, há um ônus adicional para o professor personalizar a experiência de modo eficaz para sua turma. É difícil transformar um currículo ou um plano de aula pronto em uma experiência rica no mundo real.

A distinção entre os métodos de aquisição de conhecimento teórico e experiencial serve, portanto, como um lembrete para que as escolas reconheçam o poder das experiências do mundo real e otimizem seus recursos para gerá-las e ajudar os alunos a adquirirem o conhecimento valioso e relevante oferecido exclusivamente por essas experiências, o que compensa muito os recursos necessários.

CONHECIMENTO COMO SUBSTRATO PARA COMPETÊNCIAS

As competências serão discutidas em detalhes no próximo capítulo. No entanto, o conhecimento não pode ser discutido em um vácuo. A importância percebida de ensinar os alunos a pensar, aprender e aplicar habilidades socioemocionais muitas vezes ofusca as discussões sobre qual conteúdo deve ser ensinado primeiro. Entretanto, é importante observar que o aprendizado depende muito do contexto e, portanto, as competências são mais bem ensinadas por meio de algum substrato ou conteúdo adequado.[273] Há também razões para acreditar que alguns conteúdos podem estar mais bem alinhados para o ensino de algumas competências do que outros.[274]

273. Heald, J. B., Lengyel, M., & Wolpert, D. M. (2022). Contextual inference in learning and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(1), 43-64.

274. Dunn, K. *et al.* (2021). *Embedding competencies within disciplines. Center for Curriculum Redesign.* https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies--within- Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf

Dezenove dos "tipos de conhecimento" sintetizados se sobrepõem às outras três dimensões da estrutura do CCR. Veja-os a seguir:

HABILIDADES	CARÁTER	META-APRENDIZADO
• Habilidades de processo cognitivo • Conhecimento procedural • Conhecimento estratégico • Estratégias cognitivas	• Conhecimento moral • Conhecimento ético • Teorias éticas • Princípios morais • Conhecimento atitudinal	• Habilidades de processo cognitivo • Conhecimento psicomotor • Conhecimento afetivo • Conhecimento narrativo • Conhecimento espiritual • Conhecimento estratégico • Autoconhecimento • Conhecimento superior • Metaconhecimento • Conhecimento metacognitivo • Autoconsciência • Estratégias cognitivas • Habilidades motoras • Estratégias metacognitivas • Conhecimento atitudinal

Essas sobreposições são uma *característica* da estrutura do CCR, não um erro. Considere a seguinte execução de uma estratégia complexa: o lançamento de um produto de software. Um líder de projeto precisaria de:

- Uma compreensão sólida do conhecimento declarativo que envolve o projeto de software: fatos sobre como o produto funciona, que soluções oferece e como ele se compara à concorrência.
- Conhecimento conceitual para reunir informações complexas e fazer julgamentos claros e decisivos. O líder aproveitará um conjunto de ferramentas de conceitos, como, por exemplo, o quanto a implantação do software é fluida e passível de correção, ou que os primeiros segundos de um indivíduo em uma interface de usuário determinam toda a experiência.
- Conhecimento procedural para entender como o software realiza suas soluções e os procedimentos necessários para levar o produto ao mercado: *soft launch*, criação de um sistema de feedback do usuário etc.

- Competências robustas da dimensão de habilidades: algumas se sobreporiam às descritas – o conjunto de ferramentas de conhecimento conceitual auxilia o pensamento crítico e o conhecimento declarativo básico (que é a base para a execução criativa e eficaz dos procedimentos) exigirá intensa colaboração e comunicação.
- Um caráter firme: para reunir o conhecimento declarativo, o indivíduo deve aproveitar sua curiosidade. Haverá momentos desafiadores que exigirão coragem e resiliência, e o lançamento bem-sucedido de qualquer produto de software exige uma compreensão ética firme de seu impacto.
- A capacidade de aprender em tempo real, à medida que novas informações mudam o cálculo por trás das decisões: uma base sólida na dimensão de meta-aprendizado permitirá que o líder gerencie uma variedade de interações complexas e dinâmicas. Ele também será capaz de gerenciar e alocar recursos em todas as demandas concorrentes em sua vida.

IMPACTO DA IA: REFORMULANDO DISCIPLINAS[275]

A justificativa para a modernização das disciplinas tradicionais no Ensino Fundamental e Médio já foi abordada neste capítulo e no anterior, especialmente na seção "Consequências para os sistemas educacionais".

MODERNIZAÇÃO DO CONTEÚDO DE DISCIPLINAS TRADICIONAIS:

Usando a matemática como exemplo[276]

A modernização do conteúdo das disciplinas tradicionais pode ser alcançada em três níveis:

275. Observação: usaremos a palavra "padrões" para diferenciar de "currículo". Em alguns territórios, os dois termos são usados de modo intercambiável; mas os padrões se referem a uma lista concisa de metas de conteúdo, enquanto o currículo implica um conjunto mais profundo de materiais relacionados ao trabalho do professor.

276. Além de matemática, o CCR fez um trabalho semelhante para ciência da computação (https://4dedu.org/computer-science/), história mundial (https://worldhistory.curriculumredesign.org/), literatura mundial (https://worldliterature.curriculumredesign.org/browse?searchQuery=), saúde e educação física (HPE, na sigla em inglês) etc., provando assim que o processo pode ser replicado em outras disciplinas além da matemática.

A. ***Pequenas alterações:*** reorganizar itens de conteúdo e fazer pequenos ajustes, como histórica e penosamente executados pelos entes responsáveis pelos currículos nos territórios, devido à inércia acadêmica e às dificuldades políticas. Esses aspectos não fazem parte do escopo deste livro.

B. ***Reformulação significativa:*** foi o que o CCR realizou[277] em conjunto com a ACARA (Autoridade de Currículo, Avaliação e Relatórios) da Austrália. Os padrões conservam a maior parte da estrutura de uma disciplina típica do Ensino Fundamental e Médio, com aprimoramentos significativos do processo a seguir:

1. Analisou as necessidades de diferentes tópicos (para a OCDE)[278]

- Atenção recomendada às áreas tradicionais da matemática, muitas vezes abordadas de modo insuficiente nas escolas: senso numérico, estimativa, formas irregulares, proporcionalidade, probabilidade básica e exponenciais.
- Tópicos recomendados em matemática de relevância moderna[279] que raramente, ou nunca, são abordados nas escolas: probabilidade bayesiana e matemática discreta/computacional (algoritmos e gráficos, sistemas complexos, teoria dos jogos).

2. Desenvolveu os conceitos básicos de matemática em duas camadas de granularidade: nível de disciplina e nível de ramificação. Essa etapa foi mais complexa no caso da matemática porque a disciplina confunde conteúdo e conceito, mas outras, como a história, têm fei-

277. Bialik, M. *et al.* (2021). *Mathematics for the modern world*. Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Mathematics-for-the-Modern-World-1.pdf

278. Center for Curriculum Redesign. (2021). PISA mathematics in 2021. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Recommendations-for-PISA-Maths-2021-FINAL-EXTENDED-VERSION-WITH-EXAMPLES-CCR.pdf

279. Center for Curriculum Redesign. (2021). *Mathematics for the modern world*. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/ccr-case-for-math-social.mp4

to tradicionalmente um trabalho melhor na separação. Aqui estão dois exemplos de engenharia (disciplina) *versus* ciência da computação (ramificação):

- Disciplina – fragilidade: ao projetar e construir um produto, é importante levar em conta as maneiras pelas quais ele pode se comportar sob estresse, como pode ser mal utilizado ou simplesmente falhar.
- Ramificação – entrada de lixo/saída de lixo: os computadores fazem o que foram programados ou (no caso da IA) treinados para fazer. A maioria dos erros de computadores é resultado de erros *humanos* na entrada de dados, no design ou na programação.

3. Identificou as principais competências relacionadas à matemática:[280] pensamento crítico, resiliência, metacognição e *mindset* de crescimento.

C. ***Reformulação mais profunda*** – **personalização:** educadores identificaram a necessidade de personalizar a Educação, sobretudo após o Ensino Médio, que representa um tronco comum a todos os alunos. Assim, o CCR definiu três níveis de complexidade a serem enfrentados pelo aluno, dependendo de seu potencial e interesse em cada disciplina: *produzir, interpretar e apreciar*. O exemplo a seguir sobre sistemas complexos e incêndios florestais explicará a diferença entre os três níveis. Se você é um bombeiro prestes a arriscar a vida, será que não gostaria de questionar o governo local se os aceiros e os poços de água foram colocados estrategicamente? Você sabe que os incêndios florestais são fractais (apreciar) e quer ter certeza de que os formuladores de políticas (interpretar) e os matemáticos (produzir) fizeram seu trabalho corretamente (do mesmo modo que pode fazer perguntas a seu contador ou advogado).

280. Dunn, K. *et al*. (2021). *Embedding competencies within disciplines*. Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within- Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf

Tradicionalmente, isso é feito em muitos territórios com a oferta de variantes de cada disciplina (avançada, regular, profissionalizante) e distribuindo os alunos de acordo. No entanto, a implementação é historicamente ruim, pois *se trata principalmente do mesmo conteúdo, apenas ajustado para a velocidade de cobertura, não para sua profundidade.* Por que um eletricista precisaria aprender a resolver polinômios? (E, ainda por cima, à mão?), mesmo tendo mais tempo do que o aluno que está se preparando para uma faculdade STEM[e]...

OFERTA DE VARIANTES	NÍVEIS DE COMPLEXIDADE EXIGIDOS DOS ALUNOS		
Nível 3 (preparação para STEM)	Produzir	Produzir	Produzir
Nível 2 (preparação para Ensino Superior)	Produzir	Produzir	Interpretar
Nível 1 (Preparação para o VET*)	Produzir	Interpretar	Apreciar
	Exponenciais	Quadráticas	Cardioide, cicloide etc.

* Sigla de Vocational Education and Training, ou ensino profissionalizante. Fonte: CCR.

JUSTIFICATIVAS PARA A INCLUSÃO DE DISCIPLINAS MODERNAS NO ENSINO FUNDAMENTAL E NO ENSINO MÉDIO

Com base no crescimento relativo de várias ocupações,[281] três disciplinas modernas emergem como cruciais para o mundo moderno, mas não costumam ser ensinadas sistematicamente no Ensino Fundamental e Médio. Elas são plenamente justificáveis, como vemos a seguir:

1. **Tecnologia e engenharia (T&E):** *educadores falam sobre STEM, mas, na melhor das hipóteses, ensinam apenas*

e. A sigla STEM, no contexto da Educação, refere-se a um currículo focado nas áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática (do inglês Science, Technology, Engineering, and Mathematics). A Educação STEM pretende preparar os estudantes para as demandas do mercado de trabalho atual e futuro, enfatizando habilidades práticas e analíticas que são essenciais para resolver problemas complexos e inovar em vários setores. (N. do T.)

281. Center for Curriculum Redesign. (2018). ONETExplorer. https://curriculumredesign.org/onetexplorer_raw/

"ST_M". Hoje, o acrônimo STEM representa principalmente ciências e matemática no currículo do Ensino Fundamental e Médio; a tecnologia e a engenharia são negligenciadas. Ao incorporar a Educação em engenharia nas escolas, educadores podem oferecer aos alunos uma experiência STEM mais abrangente e integrada, que também é naturalmente baseada em projetos.[282] Isso lhes garantirá uma Educação completa que os prepare para os diversos desafios e oportunidades que encontrarão:

- Impulsionar a inovação e o crescimento econômico: a dupla T&E é crucial no mundo moderno, pois impulsiona a inovação e o crescimento econômico mais do que qualquer outra disciplina.[282] Ela fornece a base para projetar e implementar soluções para vários desafios sociais, desde desenvolvimento de infraestrutura até gerenciamento de energia. Além disso, apoiaria o desenvolvimento de uma força de trabalho capaz de lidar com problemas complexos do mundo real e impulsionar a economia.
- Fomentar o interesse pelas disciplinas STEM: a ciência da computação atraiu muita atenção nos últimos anos, mas outros campos STEM têm o mesmo potencial de engajamento e inovação dos alunos. O CCR desenvolveu um conjunto abrangente de padrões para seis ramos da engenharia (civil, de design, elétrica, gráfica, industrial e mecânica), para que as escolas de Ensino Fundamental e Médio possam oferecer aos alunos uma Educação STEM completa. Essa ampla gama de oportunidades permitirá que eles explorem seus interesses e aptidões, estimulando mais jovens a seguir carreiras STEM.

282. Center for Curriculum Redesign and Australian Learning Lecture. (2021) *Passion Projects Portal*. https://passionprojects.curriculumredesign.org/

- Preencher a lacuna entre o mundo natural e o mundo criado pelo ser humano: muitas vezes, no Ensino Fundamental e Médio, o foco predominante no mundo natural (por meio dos currículos de ciências) deixa o mundo criado pelo ser humano pouco explorado. A Educação em engenharia pode preencher essa lacuna e proporcionar aos alunos uma compreensão abrangente de ambos os mundos. Ao aprender sobre as tecnologias e os sistemas que moldam a vida cotidiana, eles podem desenvolver uma apreciação mais profunda da interconexão entre ciência, tecnologia e realização humana.
- Complementar mentes científicas: a engenharia é uma extensão natural da mente científica, pois envolve a aplicação prática de princípios científicos. ***A engenharia dimensiona a ciência.***
- Desenvolvimento de competências: a dupla T&E incentiva os alunos a pensar de maneira crítica, desenvolver habilidades de solução de problemas e aplicar seus conhecimentos científicos de modo prático. Essa fusão de teoria e prática garantirá uma Educação completa que os preparará para os desafios que enfrentarão em suas vidas acadêmicas e profissionais.
- Desenvolvimento de conceitos fundamentais cruciais: a Educação em engenharia ajuda os alunos a desenvolverem conceitos fundamentais cruciais que são de valor inestimável no funcionamento no mundo real. Por exemplo, os conceitos de prototipagem antes da produção e de alimentação em vez de feedback podem ser aplicados em uma ampla gama de campos e setores.
- Vinculação a processos de invenção: incorporar a engenharia ao Ensino Fundamental e Médio permite a introdução de metodologias inventivas, como a Teoria da Solução Inventiva de Problemas (TRIZ, na si-

gla em inglês).[283,284,f] A TRIZ oferece uma abordagem sistemática para a inovação e a solução de problemas que pode enfrentar desafios globais urgentes.

2. **Ciências sociais**: a necessidade de compreender a si mesmo e aos outros é primordial no mundo moderno, mas os entes responsáveis pelos currículos nos territórios costumam não ensinar ou, na melhor das hipóteses, tornam opcionais as disciplinas de ciências sociais, como **psicologia, sociologia, antropologia e ciências políticas.**
   - A psicologia ajuda os alunos a compreender o comportamento humano e os processos mentais. Ela os expõe a vieses cognitivos, heurísticas e profecias autorrealizáveis, bem como a marcos de desenvolvimento e variações de habilidades.
   - A sociologia permite entender como grupos sociais, instituições e culturas moldam o comportamento e a experiência humana. Ela mostra a influência de forças sociais como desigualdade, discriminação e socialização sobre os indivíduos e a sociedade.
   - A antropologia amplia os conceitos de cultura ao estudar diversos grupos humanos do passado e do presente. Ela fomenta a apreciação das diferenças culturais e da humanidade comum entre as culturas, e fornece percepções sobre a evolução humana e como ela moldou o comportamento dos indivíduos e a sociedade.
   - A ciência política ensina sobre os sistemas e as estruturas políticas que moldam as leis, as políticas e a

283. Murphy, K. M. *et al*. (1990). The allocation of talent: Implications for growth. *NBER Working Paper No. w3530*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=226816
284. Wikipedia. (2023). Triz. https://en.wikipedia.org/wiki/TRIZ
f. TRIZ é uma sigla para Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (em russo), que se traduz para Teoria da Solução Inventiva de Problemas. Essa metodologia foi desenvolvida pelo engenheiro e cientista russo Genrich Altshuller e sua equipe, começando na década de 1940. TRIZ é uma abordagem sistemática para resolver problemas e criar soluções inovadoras em engenharia e outras disciplinas. (N. do T.)

vida cívica. Ela promove a compreensão das funções do governo, da cidadania e da participação política. Os alunos desenvolvem opiniões fundamentadas sobre questões e debates políticos contemporâneos, incluindo princípios de democracia, justiça, liberdade e igualdade nos quais se baseiam os sistemas políticos ocidentais.

3. **Empreendedorismo/negócios:** hoje ouve-se que "*o empreendedorismo é o emprego do futuro*". O CCR concorda plenamente, pois a criação de empregos ocorre sobretudo em empresas de pequeno e médio porte (PME).[285] Mais uma vez, essa disciplina não é obrigatória nem está amplamente disponível, apesar de seu valor intrínseco e da importância de **áreas como economia, contabilidade, marketing, vendas e direito, e de temas como letramento financeiro.**
   - Prepara os alunos para o mundo real: ensina habilidades práticas que eles usarão nas vidas pessoal e profissional; proporciona uma compreensão de como a economia e o mundo dos negócios funcionam.
   - Desenvolve uma mentalidade empreendedora: ensinar empreendedorismo a jovens tem o potencial de estimular um *mindset* inovador e de busca de oportunidades, o que pode ajudá-los a identificar problemas e a encontrar soluções criativas.
   - Promove o letramento financeiro: disciplinas como economia, negócios e finanças pessoais ensinam a administrar o dinheiro, entender os mercados e tomar decisões financeiras sensatas. Isso é fundamental para o bem-estar futuro.
   - Desenvolve capacidades aplicáveis no mundo real

285. International Labour Office, Geneva. (2015). Report IV: Small and medium-sized enterprises and decent and productive employment creation. *International Labour Conference*. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meeting-document/wcms_358294.pdf

em marketing e vendas, recursos muito procurados pelos empregadores.
- Inspira o interesse pela carreira: expor os alunos a diferentes carreiras jurídicas e de negócios desde cedo pode despertar o seu interesse e inspirá-los a buscar formação nessas áreas.
- Ajuda a economia: quando mais jovens desenvolvem habilidades empresariais e empreendedoras, maior pode ser o número de startups, o nível de inovação e a geração de empregos na economia no futuro.
- Ensina competências-chave difíceis de serem desenvolvidas de outro modo, como coragem.

Todas essas disciplinas modernas também fomentam o desenvolvimento de diferentes competências que são complementares às proporcionadas pelas disciplinas tradicionais.

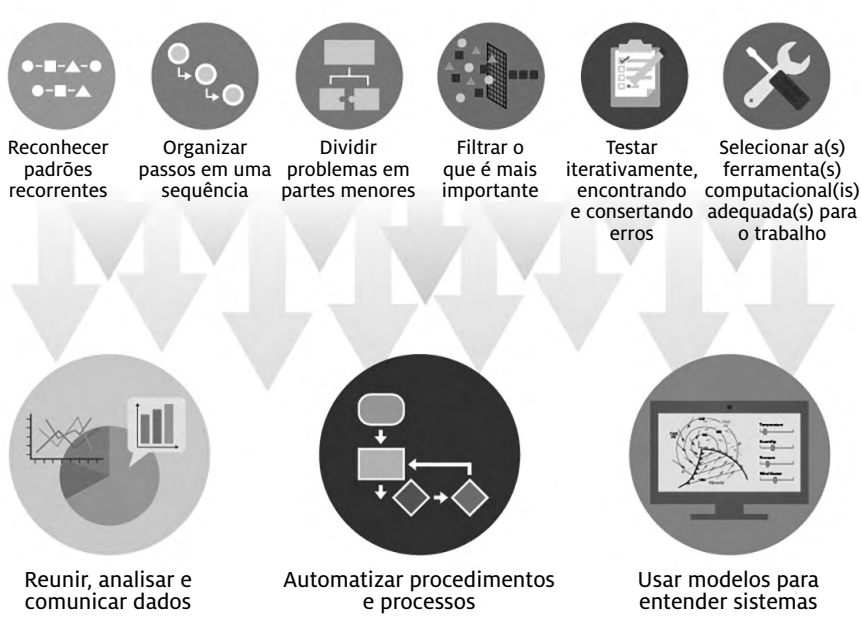
INTERDISCIPLINARIDADE E TEMAS TRANSVERSAIS

Em *Educação em quatro dimensões* (publicado no Brasil pelo Instituto Península e Instituto Ayrton Senna, disponível em: https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacao-em-quatro-dimensoes-Portuguese.pdf), o CCR discutiu um aspecto importante do currículo do século 21: os temas. Eles representam linhas comuns de aprendizado que permeiam muitas das disciplinas – tradicionais e modernas – e que são importantes para vários territórios e culturas. Professores, alunos e designers de currículo encontrarão inúmeras maneiras de destacá-los nas áreas essenciais de estudo. Em vez de reproduzir esta seção, incentivamos o leitor a fazer o download de uma cópia gratuita do livro e lá consultar a seção a partir da página 91. Os principais temas interdisciplinares identificados pelo CCR em 2015 ainda são bastante relevantes. São eles:

- **Letramento ambiental**
- **Letramento global**[286]

286. Às vezes e confusamente chamado de competência global por outros grupos. Os temas não devem ser confundidos com as competências da estrutura do CCR.

- **Letramento informacional**
- **Sistemas de pensamento**
- **Design thinking**
- **Letramento digital**
- **Pensamento computacional** é um novo acréscimo: sua justificativa está na necessidade de que todos os alunos compreendam o raciocínio lógico e encadeado, *aplicável a uma série de disciplinas, não apenas à ciência da computação*. A representação a seguir oferece uma visão completa do processo:



Fonte: Digital Promise.[287]

Este capítulo expôs a necessidade e os processos de reformulação curricular para a dimensão do conhecimento. Os próximos capítulos farão o mesmo em relação às competências e a seus principais impulsionadores.

287. https://www.edutopia.org/article/using-stories-support-computational-thinking

CAPÍTULO 6

Competências para a era da IA

"Uma cabeça bem-feita vale mais do que uma cabeça cheia."
Michel de Montaigne

"A inteligência artificial não é um substituto para a inteligência humana; é uma ferramenta para ampliar a criatividade humana."
Fei-Fei Li

REV. 1.2: ATUALIZAÇÃO NECESSÁRIA PARA UMA ERA DE IA

A Estrutura de Competências 1.0 do Center for Curriculum Redesign (CCR) foi publicada há cinco anos, após uma extensa fase de três anos de análise e síntese de mais de cem estruturas de todo o mundo e 861 artigos de ciências da aprendizagem,[288] o que a torna, de longe, a mais bem pesquisada em comparação com suas equivalentes. A equipe do CCR definiu cinco parâmetros para o processo de design, de modo que a estrutura desenvolvida fosse:

1. Abrangente, para garantir que todo o pensamento de alto nível sobre design educacional fosse abordado, sem lacunas.
2. Compacta, para permitir a possibilidade de ação por meio de um número finito de parâmetros, para que os usuários pudessem utilizá-los.
3. Sem correlação, tanto quanto possível, respeitando o fato de que todos os termos interagem inerentemente uns com os outros e que a perfeição ontológica ou linguística seria ilusória.
4. De abstração adequada, apresentando competências e subcompetências em níveis aproximadamente equivalentes de abstração e relação.
5. Globalmente relevante, para evitar a dependência cultural, ao mesmo tempo que se esforça para fornecer entendimentos comuns para uma comunicação intercultural eficaz.

Um objetivo adicional e implícito na implementação da estrutura foi a **estabilidade.** Reconhecendo que a terminologia educacional pode variar, a estrutura do CCR prioriza a estabilidade para que os usuários não tenham que atualizar frequentemente os recursos e materiais. Por isso, durante a meia década em que o CCR utilizou e propagou essa estrutura, nenhuma alteração foi feita, apesar de solicitações ocasionais nesse sentido.

288. Center for Curriculum Redesign. (2020). Theory of change and research process. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR-Theory-of-Change-and-Research-Process.pdf

No entanto, o *mindset* de "engenharia da Educação"[289] do CCR reconhece que, com a adesão cega diante de novas evidências, a missão de garantir que o campo da Educação acompanhe o ritmo de um mundo em mudança fracassaria. O lançamento da estrutura do CCR como "Versão 1.0" foi feito deliberadamente. A instituição reconheceu que chegaria um momento no qual o ímpeto e a direção da mudança superariam os benefícios de preservar a estrutura e uma atualização seria lançada. O CCR identifica esse momento na rápida proliferação da inteligência artificial (IA), o que fornece uma razão ideal para a "Versão 1.2". Os cinco parâmetros iniciais do projeto permanecem inalterados. O processo de desenvolvimento abrangente e plurianual está descrito no documento do CCR *Theory of Change and Research Process* [Teoria da mudança e processo de pesquisa].[290] A Versão 1.2 busca otimizar a estrutura para esses objetivos e os registros de alterações da primeira versão estão disponíveis no Apêndice digital.

COMPLEMENTARIDADE E SUBSTITUIÇÃO DE COMPETÊNCIAS

O CCR identificou as competências e sua composição em "subcompetências" que eram importantes antes da IA. Agora, é necessário determinar até que ponto a IA mudou (ou mudará) a importância de cada subcompetência. **A intensamente pesquisada natureza da estrutura do CCR e sua clareza por meio da precisão são uma ferramenta singular para explorar o impacto da IA em profundidade, evitando linguagem imprecisa (e, portanto, debates vazios).**

Como a IA supera consistentemente os seres humanos em várias tarefas e demonstra o potencial de complementaridade com as capacidades humanas em outras áreas, o CCR faz quatro perguntas-chave para obter insights valiosos sobre o cenário em evolução das competências e sua vulnerabilidade à influência generalizada da IA. Essas perguntas são:

289. Fadel, C. (2020). Education Engineering. *Center for Curriculum Redesign*. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Education-Engineering-QA.pdf
290. Center for Curriculum Redesign. (2020). Theory of change and research process.

1. *A IA (ou a automação) supera os seres humanos nessa subcompetência?*
2. *Em caso afirmativo, a IA tem uma possível complementaridade com os seres humanos?*
3. *Em caso negativo, a IA pode alcançar o desempenho humano nessa (sub)competência nos próximos cinco anos?*
4. *A IA poderia ter um efeito prejudicial sobre o desempenho humano?*

O fluxograma a seguir descreve o processo de decisão do CCR:

Fonte: CCR.

CRIATIVIDADE

"Embora a novidade, a surpresa e o valor sejam os três principais componentes para medir se a IA está sendo criativa, acreditamos que um quarto elemento também deve ser introduzido se quisermos anunciar a verdadeira criatividade na IA: originalidade de uma natureza realmente independente." – Marcus du Sautoy

SUBCOMPETÊNCIA	A IA SUPERA OS SERES HUMANOS?	A IA COMPLEMENTA OS SERES HUMANOS?	A IA PODE ALCANÇAR ESSE NÍVEL NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS?
CRI1: Desenvolver gostos, estética e estilo pessoais.	NÃO	SIM	EMPATE
CRI2: Gerar e buscar novas ideias.	SIM	SIM	SIM (já alcançou)
CRI3: Ficar à vontade com riscos, incertezas e fracassos.	SIM	SIM	SIM (já alcançou)
CRI4: Estabelecer conexão, reorganização e refinamento de ideias em um todo coeso.	EMPATE	SIM	SIM
CRI5: Concretizar ideias e reconhecer restrições.	NÃO	SIM	EMPATE

A criatividade da IA,[291] como é o caso do DeepDream do Google, está enraizada em algoritmos complexos que geram ou modificam o conteúdo com base em padrões aprendidos com base em dados.[292] Esses algoritmos podem produzir novos resultados, mas sua criatividade é fundamentalmente determinística, seguindo instruções programadas por seres humanos (mesmo assim, com grandes limites). As capacidades de criatividade da IA estão se expandindo, com exemplos que incluem composição algorítmica de música, criação automatizada de conteúdo e arte generativa.

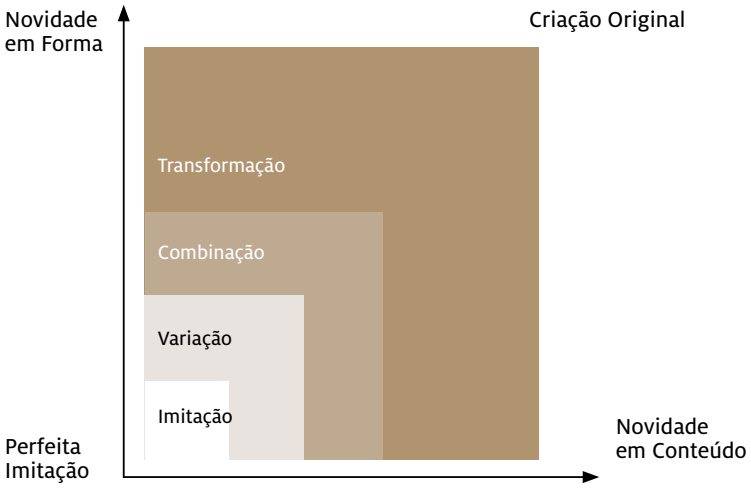
291. Carey, T.L. (2021). Beethoven's unfinished 10th symphony brought to life by artificial intelligence. https://www.scientificamerican.com/podcast/episode/beethovens-unfinished-10th-symphony-brought-to-life-by-artificial-intelligence/, https://www.youtube.com/watch?v=Rvj3Oblscqw. An extraordinary accomplishment, but qualified by many as "extremely boring" for its lack of inventiveness; Kaufman, S. B. (2014). The real link between psychopathology and creativity. *Scientific American*. https://blogs.scientificamerican.com/beautiful-minds/the-real-link-between-psychopathology- and-creativity/#

292. Mordvintsev, A., Olah, C., & Tyka, M. (2015). DeepDream – a code example for visualizing Neural Networks. Google Research Blog. https://blog.research.google/2015/07/deepdream- code-example-for-visualizing.html?m=1

O MuseNet da OpenAI, por exemplo, pode compor músicas clássicas que imitam o estilo de compositores humanos,[293] enquanto algoritmos de IA como as redes adversárias generativas (GANs, na sigla em inglês) foram usados para criar novas obras de arte, algumas leiloadas na Christie's.[294] Ferramentas orientadas por IA, como o GPT-4, também demonstraram potencial para gerar textos criativos, incluindo poesia e prosa. Prevê-se que o escopo da criatividade da IA cresça à medida que esses sistemas se tornem mais sofisticados, aprendendo a combinar estilos e conceitos de maneiras sem precedentes, o que pode levar a mais criações inovadoras.[295]

A "Taxonomia do design criativo",[296] de Peter Nilsson, serviu como uma ferramenta valiosa para analisar diferentes eixos de tarefas criativas, mesmo em tempos pré-IA:

TAXONOMIA DO DESIGN CRIATIVO



Fonte: Peter Nilsson, 2011.

293. Payne, C. (2019). MuseNet. OpenAI Blog. https://openai.com/research/musenet

294. Elgammal, A., Liu, B., Elhoseiny, M. *et al.* (2017). *CAN*: Creative adversarial networks, generating "art" by learning about styles and deviating from style norms. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1706.07068

295. Boden, M. A. (2018). AI and creativity. *In: The Oxford Handbook of Artificial Intelligence* (pp. 209-232). Oxford University Press. https://philpapers.org/rec/BODCAA-6

296. Nilsson, P. (2011). "The Challenge of Innovation. *In:* Critical Thinking and Creativity: Learning Outside the Box." Paper apresentado nos anais da 9ª Conferência Internacional da Escola de Pós-Graduação em Educação da Universidade Bilkent (Turquia), Ankara (pp. 54-62). Ankara, Turquia: Bilkent University. https://drive.google.com/file/d/1lH9wkpvBkW-bNOkzpBVX15EvpWcKohmK/view

A IA já pode ter um desempenho em níveis comparáveis ou superiores aos humanos nos níveis de imitação, variação, combinação e transformação. É claro que os níveis dessa taxonomia têm limites pouco rigorosos. A camada de criação original nos leva à disciplina da filosofia – o que é *de fato* original? Pensar na IA apenas como um "papagaio estocástico"[297] colocaria um teto intransponível no quanto a IA pode gerar uma criação verdadeiramente original. Seres humanos especializados e criativos – ou formados em sistemas educacionais otimizados para preservar suas amplas imaginações desde a infância – ainda têm um profundo valor social, particularmente na colaboração com sistemas poderosos de IA na solução dos desafios globais mais difíceis.

Para os desafios menos difíceis que os seres humanos enfrentam no dia a dia, a pesquisa do CCR[298] mostra que a IA pode complementar a criatividade humana em todas suas subcompetências, e, em algumas, a IA já supera os seres humanos, o que é contraintuitivo para os últimos, dada a percepção comum de que a criatividade se trata de um lampejo de brilhantismo.

CRI1: A IA não tem gostos "pessoais", mas pode imitar estilos com base em dados de treinamento. Assim, ela pode ser uma ferramenta útil com a qual os seres humanos possam desenvolver ainda mais seus gostos, descobrir novos estilos e estéticas e realizar projetos criativos.[299]

O desenvolvimento de gostos, estética e estilo pessoais é um processo humano entrelaçado com experiências subjetivas, emo-

297. Bender, Emily M.; Gebru, Timnit; *et al.* (2021-03-01). "On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? 🦜". Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. FAccT '21. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. pp. 610-623. https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922. ISBN 978-1-4503-8309-7. S2CID 232040593.

298. Center for Curriculum Redesign. (2023). *AI and subcompetencies surveys*. Internal report, CCR. Não publicado.

299. Biehlman, P. (2023). 'You've got to be data driven' – the fashion forecasters using AI to predict the next trends. *The Guardian*. https://www.theguardian.com/technology/2023/oct/01/ai- artificial-intelligence-fashion-trend-forecasting-style; Zhang, Z., Fort, J. M., & Giménez Mateu, L. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence as a tool for architectural design: A perception study using gaudí's works. *Buildings*, 13(7), 1863. https://doi.org/10.3390/buildings13071863

ções, influências culturais, identidade pessoal e assim por diante. Hoje a IA não dispõe nem das experiências subjetivas nem da consciência para tal desenvolvimento, e é altamente improvável que ela supere os seres humanos nessas capacidades em um futuro próximo.[300]

CRI2: A IA pode superar os seres humanos na geração de novas ideias se for programada para a inovação,[301] especialmente à medida que a tecnologia continua a se aprimorar. A IA pode gerar ideias com velocidade e eficiência, tanto por conta própria quanto com os seres humanos.

Prever até que ponto a IA avançará na geração de ideias nos próximos cinco anos envolve muita especulação. Embora sejam esperadas melhorias nas habilidades criativas da IA, que ela supere a capacidade humana de gerar e buscar ideias fundamentalmente novas em todos os domínios parece improvável dentro desse prazo.[302]

CRI3: A IA fica inerentemente à vontade com riscos, incertezas e falhas, pois não tem emoções. Isso contribui para sua capacidade de calcular riscos e sugerir ações atípicas (conforme descrito no Capítulo 1), o que pode aumentar a capacidade humana de tomar decisões.[303]

A abordagem de risco da IA se baseia em dados e cálculos algorítmicos em vez de (des)conforto físico ou emocional. A IA pode processar situações incertas, especialmente quando equipada com algoritmos projetados para ambientes incertos, como as redes bayesianas. Entretanto, a forma como a IA lida com a incerteza é fundamentalmente diferente do (des)conforto humano com a incerteza. É improvável que a experiência de conforto esteja ao alcance da IA em um futuro próximo, a menos que sejam feitos esforços significativos para imitar essas experiências humanas.

300. Searle, J. R. (1984). *Minds, brains, and science*. Harvard University Press.
301. E.g. MIT. (2023). Supermind ideator. https://ideator.mit.edu/auth/sign-up/waitlist
302. Engelbart, D. (1962). Augmenting human intellect: A conceptual framework. *SRI Summary Report* AFOSR-3223. https://www.lri.fr/~mbl/ENS/FONDIHM/2020/papers/Englebart-Augmenting62.pdf
303. Russell, S. J., & Norvig, P. (2014). *Artificial intelligence*: A modern approach. Third Edition. Pearson.

CRI4: A IA é excelente ao conectar, reorganizar e refinar ideias e ao resumir e organizar dados de modo eficiente. Ela pode ajudar os seres humanos a gerar e refinar ideias.[304] A IA ainda requer estímulo humano, e o julgamento humano deve ser aplicado para garantir que as ideias sejam coesas.

Conectar e reorganizar ideias de maneira coesa, como os humanos fazem nos processos criativos, envolve um nível de abstração e integração conceitual com o qual a IA tem dificuldades. Tal capacidade está enraizada na criatividade, intuição e experiências humanas, que são um desafio para a IA replicar sem futuros avanços técnicos.

CRI5: A concretização de ideias, sobretudo no contexto de ambientes complexos, com nuances sociais e emocionais, é difícil para a IA, principalmente devido a suas limitações em comparação com as capacidades e a adaptabilidade humanas nesses contextos (sem mencionar a falta de fisicalidade, a menos que esteja incorporada a um robô).[305]

A capacidade da IA de concretizar ideias e, ao mesmo tempo, reconhecer as restrições nos próximos cinco anos é uma questão complexa. Ela envolve a avaliação das capacidades projetadas da IA em áreas como solução de problemas, criatividade e compreensão das limitações práticas. Um dos principais desafios da IA em um futuro próximo é compreender e responder plenamente às complexas restrições do mundo real, que em geral exigem compreensão contextual, flexibilidade e adaptabilidade.[306] Os seres humanos são excelentes em se ajustar com dinamismo a essas restrições, aproveitando a intuição e a experiência.

304. Boden, M. A. (2009). Computer models of creativity. *AI Magazine*, 30(3), 23-34. https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2254

305. Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press. https://mitpress.mit.edu/9780262661157/affective-computing/

306. Lake, B. M. *et al.* (2017). Building machines that learn and think like people. *Behavioral and Brain Sciences*, 40. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1604.00289

PENSAMENTO CRÍTICO

SUBCOMPETÊNCIA	A IA SUPERA OS SERES HUMANOS?	A IA COMPLEMENTA OS SERES HUMANOS?	A IA PODE ALCANÇAR ESSE NÍVEL NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS?
PEN1: Identificar, esclarecer e organizar informações.	SIM	SIM	SIM (já alcançou)
PEN2: Avaliar a validade e a qualidade das informações.	NÃO	SIM	SIM
PEN3: Pesar os prós e contras de escolhas alternativas.	EMPATE	SIM	EMPATE
PEN4: Aplicar raciocínio sensato à tomada de decisões.	EMPATE	SIM	EMPATE
PEN5: Refletir criticamente sobre o próprio raciocínio e suposições.	EMPATE	SIM	EMPATE

As IAs demonstram uma capacidade crescente para certos tipos de pensamento crítico, com destaque para domínios nos quais o reconhecimento de padrões e a análise de dados estão envolvidos. Ela pode, por exemplo, superar os seres humanos em jogos estratégicos complexos, como xadrez e go, que exigem previsão e avaliação de possíveis resultados.[307] Além disso, os aplicativos de IA na área da saúde podem analisar criticamente os dados médicos para diagnosticar doenças a partir de imagens (raios X, patologia) com maior precisão do que as contrapartes humanas em alguns casos.[308] No entanto, o pensamento crítico da IA per-

307. Silver, D., Schrittwieser, J. *et al.* (2017). Mastering the game of Go without human knowledge. *Nature*, 550(7676), 354-359. https://doi.org/10.1038/nature24270
308. Esteva, A., Kuprel, B. *et al.* (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115-118. DOI: 10.1038/nature21056

manece limitado a seus algoritmos e aos dados com os quais foi treinada; ela não tem a capacidade humana de se engajar em pensamentos reflexivos ou entender o contexto da mesma forma que os seres humanos.[309]

O futuro do pensamento crítico na IA está centrado em sua capacidade de analisar grandes conjuntos de dados, identificar padrões e fazer previsões com base nas informações disponíveis, o que pode amplificar os processos humanos de tomada de decisão. A IA tem sido utilizada em finanças para avaliar riscos e oportunidades de investimento, analisando tendências de mercado e relatórios financeiros com um nível de velocidade e precisão inatingível para os humanos.[310] À medida que a tecnologia avança, há potencial para que esses sistemas se envolvam em tarefas de pensamento crítico mais sofisticadas, como construir argumentos e checar sua validade, embora tais funções dependam dos algoritmos da IA e não sejam indicativas de raciocínio autônomo.[311] As capacidades da IA em análise de dados, reconhecimento de padrões, modelagem preditiva e simulação de cenários também a tornam uma ferramenta valiosa para o planejamento estratégico e a tomada de decisões. Nos negócios, a IA pode analisar tendências de mercado, comportamentos do consumidor e indicadores econômicos para apresentar estratégias.[312] No setor militar, ela é usada para simulações estratégicas e análise de guerra.[313] Também contribui para a estratégia ambiental ao modelar cenários de mudanças climáticas ou otimizar o uso de recursos.[314] Esses são

309. Marcus, G., & Davis, E. (2019). *Rebooting AI: Building artificial intelligence we can trust*. Pantheon.

310. Bahrammirzaee, A. (2010). A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: artificial neural networks, expert systems, and hybrid intelligent systems. *Neural Computing and Applications, 19*(8), 1165-1195. https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-010-0362-z

311. Walton, D. (2016). *A pragmatic theory of fallacy*. University of Alabama Press.

312. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *A segunda era das máquinas*: trabalho, progresso e prosperidade em uma época de tecnologias brilhantes. Alta Books.

313. Scharre, P. (2018). *Army of none*: Autonomous weapons and the future of war. W.W. Norton and Co.

314. Rolnick, D., *et al*. (2019). Tackling climate change with machine learning. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1906.05433

apenas alguns exemplos do potencial da IA para amplificar a elaboração de estratégias humanas.

PEN1: A pesquisa do CCR mostra um consenso quanto à excelência da IA ao identificar, esclarecer e organizar informações (por exemplo, por meio de análise e resumo de dados). No entanto, ela ainda se beneficia da supervisão humana, principalmente do esclarecimento contextual.[315]

A IA fez grandes avanços no processamento e na organização de grandes quantidades de dados, superando os seres humanos em tarefas específicas que envolvem reconhecimento de padrões, análise de dados e recuperação de informações. No entanto, superar as capacidades humanas em um sentido mais amplo e diferenciado, sobretudo em tarefas que envolvem interpretação contextual, depende de mais avanços técnicos imprevisíveis.

PEN2: A IA pode identificar contradições, mas tem dificuldade para superar os seres humanos na avaliação da validade e da qualidade das informações, e, às vezes, inventa dados (alucina).[316] Ela pode ser usada como uma ferramenta para aprimorar a avaliação humana das informações e melhorará com o tempo, mas os seres humanos devem permanecer vigilantes no seu uso, com o lema "confie, mas verifique".

Também é importante observar que os humanos precisam fazer as perguntas certas para avaliar adequadamente as respostas geradas pela IA. O modo como as pessoas acionam os chatbots define em grande parte as propriedades das respostas; perguntas mal formuladas levarão a respostas superficiais, falsas ou distorcidas.

A avaliação da validade e da qualidade das informações costuma exigir a compreensão do contexto, das nuances e das inter-relações complexas, áreas em que a IA enfrenta limitações que

315. Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). *Artificial intelligence for the real world*. Harvard Business Review. https://hbr.org/webinar/2018/02/artificial-intelligence-for-the-real-world
316. Nie, Y., Bansal, M. (2017). Shortcut-stacked sentence encoders for multi-domain inference. *In: Proceedings of the 2nd Workshop on Evaluating Vector Space Representations for NLP*. https://aclanthology.org/W17-53.pdf; Zellers, R. *et al*. (2018). SWAG: A large-scale adversarial dataset for grounded commonsense inference. *In:* Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. https://aclanthology.org/D18-1009/

podem não ser superadas nos próximos cinco anos.[317] No entanto, ela pode se beneficiar de vários conjuntos de dados conectados via LangChain ou Interfaces de Programação de Aplicação (APIs, na sigla em inglês), o que lhe permitirá ver a interconexão em uma vasta gama de dados, com informações sensoriais que os seres humanos não têm (raio X etc.), além de aprender procedimentos do YouTube. Entretanto, como costuma depender de bancos de dados existentes, a IA pode ter dificuldades com informações recém-surgidas ou cenários complexos de verificação de fatos.

PEN3: Muitos especialistas em tecnologia argumentam que, em um sistema fechado no qual todos os valores são bem definidos, a IA pode pesar melhor do que os seres humanos os prós e os contras das escolhas.[318] Entretanto, como a maioria das escolhas contém nuances devido ao contexto (nuances difíceis de prever e definir como parâmetros), a IA continua sendo uma ferramenta colaborativa, incapaz de agir como um juiz totalmente independente quando se trata de interações humanas.[319] Para melhorar, ela precisa ser treinada com feedback adequado e continuar aumentando seus recursos de "raciocínio" em contextos humanos.

Prever se a IA superará os seres humanos na avaliação dos prós e contras de escolhas alternativas nos próximos cinco anos é um desafio. A resposta seria "depende". Ela já se sai melhor em escolhas probabilísticas (jogos etc., como vimos no Capítulo 1), mas essa tarefa envolve, além do processamento de grandes quantidades de dados, a compreensão de sutilezas, nuances e fatores específicos do contexto que são cruciais para a tomada de decisões. Embora a IA tenha feito avanços significativos na modelagem preditiva, o julgamento matizado exigido na tomada de decisões complexas pode continuar sendo um domínio humano, mesmo daqui a cinco anos.

317. Power, D. J. (2007). A brief history of decision support systems. DSSResources.COM, 40. https://dssresources.com/history/dsshistory.html

318. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction*. MIT Press.

319. McKendrick, J & Thurai, A. (2022). AI isn't ready to make unsupervised decisions. *Harvard Business Review*, https://hbr.org/2022/09/ai-isnt-ready-to-make-unsupervised-decisions

PEN4: Embora a IA possa tomar (e/ou fundamentar) decisões com base em critérios claros, ela não possui um raciocínio "sensato".[320] Mesmo assim, pode ser um excelente assistente para sugerir novas possibilidades e perspectivas a fim de facilitar o raciocínio e a tomada de decisões humanas.[321]

O raciocínio sensato abrange não apenas o processamento lógico ou algorítmico de informações, no qual a IA é excelente, mas a compreensão do contexto, das sutilezas e das considerações éticas, áreas em que ela ainda enfrenta limitações. As IAs, principalmente as que se baseiam nos paradigmas atuais de aprendizagem automática, muitas vezes têm dificuldades com decisões que exigem a compreensão do contexto, das sutilezas e dos dados não estruturados. Tais limitações decorrem da dependência de dados quantificáveis e algoritmos predefinidos, algo que pode não ser superado em cinco anos.

PEN5: A IA não reflete criticamente por si só com raciocínio e suposições próprios. No entanto, ela pode ser programada com algoritmos que estimulam a reflexão sobre o próprio desempenho, como a aprendizagem por reforço ou as GANs. Uma rede, o gerador, cria dados, enquanto a outra, o discriminador, os avalia. Isso poderia ser considerado uma forma muito básica de pensamento crítico de IA.

Refletir de modo crítico sobre raciocínio e suposições próprios é um processo muito introspectivo e autoconsciente. Trata-se de uma atividade metacognitiva e esse nível de autoconsciência e pensamento reflexivo está no momento além das capacidades da IA, e é improvável que ela ultrapasse os seres humanos nesse aspecto nos próximos cinco anos.

320. Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1801.00631; Penrose, R. (1989). *The emperor's new mind: Concerning computers, minds and the laws of physics*. Oxford University Press.

321. Olenick, M. & Zemsky, P. (2023). Can GenAI do strategy? *Harvard Business Review*. https://hbr.org/2023/11/can-genai-do-strategy

COMUNICAÇÃO

SUBCOMPETÊNCIA	A IA SUPERA OS SERES HUMANOS?	A IA COMPLEMENTA OS SERES HUMANOS?	A IA PODE ALCANÇAR ESSE NÍVEL NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS?
COM1: Fazer perguntas e ter escuta ativa.	EMPATE	SIM	EMPATE
COM2: Compartilhar a própria visão e inspirar outras pessoas.	NÃO	SIM	NÃO
COM3: Articular ideias ou mensagens de modo claro e conciso.	SIM	SIM	SIM
COM4: Comunicar-se com fidelidade em diferentes modos e mídias.	NÃO	SIM	EMPATE
COM5: Adaptar mensagens de acordo com o público.	SIM	SIM	SIM

Os chatbots estão cada vez mais sofisticados na imitação da comunicação humana.[322] O BERT, do Google, por exemplo, constituiu um avanço significativo, permitindo que o sistema compreendesse com mais eficácia o contexto das palavras em uma frase.[323] No entanto, esses sistemas funcionam com base no reconhecimento de padrões e no processamento de dados, sem compreensão nem intenção genuínas. Embora o resultado possa parecer semelhante, os processos subjacentes não são.

322. Vinyals, O., & Le, Q. (2015). A neural conversational model. *ArXiv* preprint *arXiv*:1506.05869. https://arxiv.org/abs/1506.05869

323. Devlin, J., Chang, M. W. *et al.* (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*. https://arxiv.org/abs/1810.04805

O potencial de aumento das capacidades de comunicação da IA está concentrado no avanço do processamento de linguagem natural (PLN), permitindo interações com seres humanos mais matizadas e conscientes do contexto. Tais interações visam chegar a uma IA que possa compreender e responder à linguagem falada com um nível de sofisticação semelhante ao de um interlocutor humano. A série GPT da OpenAI demonstra um potencial significativo para gerar textos semelhantes aos humanos, indicando que as futuras IAs poderão participar de diálogos complexos, criar narrativas ou até simular trocas empáticas prevendo respostas apropriadas com base na informação recebida.[324] A IA também pode ter um bom desempenho na análise de sentimentos do texto (por exemplo, classificação de sentimentos).[325] Entretanto, a transição do processamento de textos para a compreensão das sutilezas da comunicação humana, como ironia e linguagem não literal, representa um desafio de pesquisa que continua em evolução.[326]

COM1: A pesquisa do CCR revela um consenso geral de que a IA pode fazer perguntas e, até certo ponto, "ouvir". No entanto, a atual incapacidade da IA de compreender contextos e linguagens corporais influencia sua capacidade de ouvir de fato como os humanos entendem o conceito.[327] No entanto, as capacidades de manter atenção ilimitada e de gerar perguntas quase instantaneamente tornam a IA uma ferramenta útil e única para ampliar e/ou complementar a conversa humana.

---

324. Brown, T. B., Mann, B. *et al.* (2020). Language models are few-shot learners. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2005.14165

325. Jumpstart. (2023). Sentiment classification. *Jumpstart Aleph*. Young, T. *et al.* (2018). Recent trends in deep learning based natural language processing. IEEE Computational Intelligence Magazine, 13(3), 55-75. https://arxiv.org/pdf/1708.02709.pdf

326. Norvig, P., & Russell, S. J. (2022). *Inteligência artificial*: uma abordagem moderna. Gen LTC.

327. Bender, E. M., & Koller, A. (2020). Climbing towards NLU: On meaning, form, and understanding in the age of data. *In: Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. https://aclanthology.org/2020.acl-main.463/; Vinciarelli, A., Pantic, M., & Bourlard, H. (2009). Social signal processing: Survey of an emerging domain. *Image and Vision Computing*, 27(1), 1743-1759. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0262885608002485

Existem vários pontos a serem considerados nas projeções sobre as possibilidades de a IA superar os seres humanos na elaboração de perguntas e na escuta ativa, principalmente no PLN e na comunicação interativa. A escuta ativa requer compreensão contextual, interpretação de nuances emocionais e respostas empáticas. A IA não tem a capacidade de entender genuinamente as emoções e o contexto porque hoje suas respostas são baseadas em reconhecimento de padrões e algoritmos pré-programados. Da mesma forma, elaborar perguntas perspicazes, adequadas ao contexto e que promovam a compreensão é uma tarefa complexa que a IA pode não realizar de modo confiável em nível humano nos próximos cinco anos.[328]

COM2: A IA não possui visão nem busca inspirar os outros, a menos que seja programada para isso. No entanto, ela tem diversos usos potenciais para ajudar os seres humanos a compartilhar sua visão individual ou coletiva, além de inspirar os outros.[329] Para determinar se a IA poderá superar os seres humanos no compartilhamento da visão pessoal e na inspiração de outros nos próximos cinco anos, é preciso entender a natureza da sua inspiração e suas limitações em termos de inteligência emocional e criatividade. A inspiração, como uma experiência humana, está profundamente ligada à empatia, à criatividade e à capacidade de se conectar com os outros em um nível pessoal com autenticidade e ressonância emocional. A IA pode ser programada para se comunicar de maneira eficaz, entusiasmada e persuasiva e, portanto, em breve é possível que seja excelente para inspirar outras pessoas. No entanto, para alcançar uma "visão pessoal", a IA precisaria de algoritmos explícitos, o que pode não ser possível no sentido humano.

COM3: A IA é excelente articulando, resumindo e adaptando mensagens de modo claro e conciso. Tal capacidade está enraizada

328. Gao, J., Galley, M., & Li, L. (2019). Neural approaches to conversational AI. *Foundations and Trends in Information Retrieval*, 13(2-3), 127-298. https://arxiv.org/abs/1809.08267

329. Hirschberg, J., & Manning, C. D. (2015). Advances in natural language processing. *Science*, 349(6245), 261-266. https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa8685; Malone, T. W., Laubacher, R., & Johns, T. (2011). The age of hyperspecialization. Harvard Business Review. https://hbr.org/2011/07/the-big-idea-the-age-of-hyperspecialization

na sua habilidade de processar e analisar grandes quantidades de dados textuais, compreender padrões de linguagem e gerar resultados em texto coerentes e relevantes.[330]

Para determinar as capacidades futuras da IA nessa subcompetência é preciso avaliar os avanços no PLN e as habilidades de comunicação da própria IA. Ela é capaz de articular ideias e mensagens com base em padrões aprendidos em vastos conjuntos de dados. No entanto, tal articulação costuma não ter as nuances, a compreensão contextual e a adaptabilidade da comunicação humana. A IA é excelente no processamento de linguagem, mas continua com dificuldades de entender o contexto, especialmente em situações complexas, com nuances sociais ou emocionais.[331] A comunicação humana envolve, além do conteúdo, sutilezas como tom, intenção e contexto cultural. Com certeza a IA continuará melhorando, mas superar o escopo total da capacidade humana de articular ideias de modo claro e conciso, sobretudo em contextos complexos e variados, provavelmente permanecerá sendo um desafio no futuro próximo.

COM4: Hoje os seres humanos superam a IA na capacidade de comunicação com fidelidade em diferentes mídias, mas a IA pode ser usada como colaboradora para aprimorar e acelerar a comunicação humana em uma série de modos. Ainda existe um debate quanto à possibilidade de a IA superar a capacidade humana de se comunicar em modalidades não baseadas em texto em um futuro próximo (por exemplo, interação verbal, expressão emocional, linguagem corporal e comunicação visual).[332]

A IA tem diversas capacidades em diferentes meios de comunicação, como texto (por exemplo, PLN), fala (por meio de reconhe-

330. Brown, T. B., Mann, B. *et al*. (2020). Language models are few-shot learners. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2005.14165; Gatt, A. & Krahmer, E. (2018). Survey of the state of the art in natural language generation. *Journal of Artificial Intelligence Research*, *61*(1), 65-170.

331. Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2019). *Speech and language processing*. Pearson.

332. Bengio, Y., Courville, A., & Vincent, P. (2013). Representation learning: A review and new perspectives. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. https://ieeexplore.ieee.org/document/6472238; Kress, G., & van Leeuwen, T. (2006). Reading images: The grammar of visual design. Routledge.

cimento e síntese) e meios visuais (usando visão computacional). No entanto, cada meio apresenta desafios únicos, e a capacidade da IA de se comunicar de maneira fluida e eficaz entre essas diferentes formas continua limitada.[333] O desenvolvimento de uma IA capaz de integrar informações e se comunicar de maneira eficaz entre várias modalidades (como texto, fala e sinais visuais) é uma tarefa complexa e será um desafio a ser concluído nos próximos cinco anos, embora o GPT4, o Bard [atualmente Gemini] e outros já estejam dando passos nessa direção multimodal.

COM5: A IA também pode complementar muito a capacidade humana de transmitir uma mensagem de maneira clara e adequada a diversos públicos.[334]

A possibilidade de a IA superar os seres humanos na adaptação de mensagens nos próximos cinco anos depende de possíveis avanços no PLN, na análise de sentimentos do público e no entendimento da IA sobre a dinâmica social humana (sendo este último o obstáculo mais difícil). Entender e se adaptar às nuances de diferentes audiências exige uma compreensão dos contextos sociais, culturais e emocionais. Embora a IA possa analisar, por exemplo, preferências do usuário, dados demográficos e padrões de engajamento, essa análise se baseia predominantemente em dados observáveis e pode não captar por completo os aspectos mais sutis das preferências e expectativas.[335]

333. Baltrušaitis, T., Ahuja, C., & Morency, L.-P. (2019). Multimodal machine Learning: A survey and taxonomy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 41(2), 423-443. https://ieeexplore.ieee.org/document/8269806

334. Hovy, D. (2016). The social impact of natural language processing. *In: Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. https://aclanthology.org/P16-2096/; Johnson, M., *et al*. (2017). Google's multilingual neural machine translation system: Enabling zero-shot translation. *Transactions of the Association for Computational Linguistics* https://aclanthology.org/Q17-1024/; Sun, Y. *et al*. (2019). Mitigating gender bias in natural language Processing. *In:* Proceedings of the 57th *Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. https://aclanthology.org/P19-1000.pdf

335. Agarwal, N., & Liu, H. (Eds.). (2012). *Modeling and data mining in blogosphere*. Morgan & Claypool Publishers.

COLABORAÇÃO

SUBCOMPETÊNCIA	A IA SUPERA OS SERES HUMANOS?	A IA COMPLEMENTA OS SERES HUMANOS?	A IA PODE ALCANÇAR ESSE NÍVEL NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS?
COL1: Assumir e compartilhar responsabilidades com os outros.	NÃO	SIM	NÃO
COL2: Otimizar os recursos da equipe e as habilidades e perspectivas únicas dos indivíduos.	SIM	SIM	SIM
COL3: Enfrentar e solucionar conflitos interpessoais.	NÃO	EMPATE	NÃO
COL4: Dar e receber feedback construtivo.	EMPATE	SIM	EMPATE
COL5: Apoiar ativamente e demonstrar compaixão pelos membros da equipe.	NÃO	SIM	EMPATE

A colaboração da IA, exemplificada pelos sistemas multiagentes, é uma propriedade "emergente" resultante de protocolos codificados e estruturas de tomada de decisão.[336] Embora possam "colaborar" com base em parâmetros predefinidos, suas interações não têm a evolução orgânica e as nuances complexas dos comportamentos animais.

Prevê-se que a IA apresentará capacidades colaborativas aprimoradas, atuando ao lado de seres humanos, em funções que variam de companhia a colega de trabalho. O conceito de IA co-

336. Foerster, J., Assael, Y. M., de Freitas, N., & Whiteson, S. (2016). Learning to communicate with deep multi-agent reinforcement learning. *In:* Advances in Neural Information Processing Systems, 2137-2145.

laborativa é moldado por desenvolvimentos em sistemas multiagentes nos quais os agentes de IA aprendem a se comunicar, coordenar e negociar entre si para atingir objetivos comuns.[337] O Projeto Bonsai da Microsoft exemplifica como o ensino automático e a aprendizagem por reforço podem ser usados para treinar sistemas autônomos capazes de executar tarefas do mundo real em conjunto com especialistas humanos.[338] A robótica também é um testemunho da colaboração da IA, com plataformas como o robô Spot da Boston Dynamics, projetado para navegar e se adaptar a ambientes de maneira colaborativa com a contribuição humana, indicando uma tendência para interfaces IA-ser humano mais interativas e cooperativas.[339] Esses avanços sugerem que as futuras IAs não só trabalharão em paralelo com os seres humanos, mas também melhorarão o trabalho em equipe, integrando-se às estratégias humanas e se adaptando à dinâmica do grupo, promovendo eficiência e sinergia em tarefas conjuntas.[340]

COL1: A pesquisa do CCR revela o consenso em relação ao fato de que um aspecto essencial da colaboração se concentra em componentes inatamente humanos, como assumir e compartilhar responsabilidades, o que incorpora empatia, prestação de contas e capacidade de aprender com os próprios erros.[341] Sem essas habilidades, a IA não pode superar os seres humanos e terá dificuldades para alcançá-los no futuro próximo.

337. Stone, P., Veloso, M., & Kraus, S. (2010). Multiagent systems: A survey from a machine learning perspective. *Autonomous Robots*, 8(3), 345-383. https://dl.acm.org/doi/10.1023/A%3A1008942012299

338. Microsoft. (2020). Project Bonsai. https://www.microsoft.com/en-us/ai/autonomous--systems- project-bonsai

339. Boston Dynamics. (2023). Spot: The agile, mobile robot. *Boston Dynamics*. https://bostondynamics.com/products/spot/

340. Shirado, H., & Christakis, N. A. (2017). Locally noisy autonomous agents improve global human coordination in network experiments. *Nature*, 545(7654), 370-374. https://www.nature.com/articles/nature22332

341. Bovens, M. (1998). The quest for responsibility: Accountability and citizenship in complex organisations. Cambridge University Press. Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44(1), 113-126. https://doi.org/10.1037/0022-3514.44.1.113; Woolley, A. W. *et al*. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. Science, 330(6004), 686-688. https://doi.org/10.1126/science.1193147

As capacidades da IA de assumir e compartilhar responsabilidades com os outros implicam avanços na programação de facetas cruciais da responsabilidade, um conceito enraizado nas interações sociais, na ética e na empatia. Hoje a IA não é capaz de entender ou se envolver genuinamente nessas dinâmicas humanas complexas.

A responsabilidade também envolve consciência ética e capacidade de julgamento moral, o que, dependendo das prioridades de programação, pode ou não estar além das capacidades da IA no curto prazo.[342]

COL2: Apesar de tais limitações, a IA pode ser uma colaboradora útil para os seres humanos, otimizando os recursos das equipes e as habilidades individuais por meio, por exemplo, da atribuição de responsabilidades e do acompanhamento do desempenho dentro de times, oferecendo sugestões e suporte pedagógico para um feedback eficaz, e sugerindo maneiras de os seres humanos serem mais compassivos uns com os outros.[343]

As capacidades da IA em gerenciamento e otimização de recursos são impressionantes e tendem a melhorar. Ainda assim, a otimização das habilidades e perspectivas singulares de diferentes indivíduos em um ambiente de equipe exige uma compreensão profunda do comportamento humano, da dinâmica interpessoal e das motivações individuais. Essas são áreas nas quais a IA não tem e pode continuar não tendo proficiência, apesar de sua capacidade de ler alguns sinais, como expressões faciais, melhor do que os seres humanos.

COL3: Na área de solução de conflitos, a IA pode fornecer análises abrangentes e sugerir estratégias para lidar com questões interpessoais. Entretanto, persiste o ceticismo quanto a sua capacidade de oferecer a profundidade de apoio emocional necessária

342. Floridi, L., & Sanders, J. W. (2004). On the morality of artificial agents. *Minds and Machines: Journal for Artificial Intelligence, Philosophy and Cognitive Science*, 14(3), 349-379. https://doi.org/10.1023/B:MIND.0000035461.63578.9d

343. Anagnostopoulos, A. *et al.* (2012). Online team formation. *WWW '12: Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web*, 839-848 https://doi.org/10.1145/2187836.2187950; Davenport, T. H., & Harris, J. (2007). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Review Press; Rahwan, I. *et al.* (2019). Machine behaviour. Nature, 568, 477-486. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1138-y

para resolver conflitos com humildade, empatia e apoio verdadeiro aos outros.[344]

Considerando o estado atual da IA e as complexidades inerentes à resolução de questões interpessoais, é improvável que a IA supere os recursos humanos nesse domínio nos próximos cinco anos. A capacidade humana de ter empatia, entender as nuances emocionais e navegar em interações sociais complexas continua sendo essencial na solução de conflitos, mas a IA pode ajudar em cenários hipotéticos.

COL4: A IA pode fornecer feedback construtivo e personalizado sobre tarefas específicas, como escrever e editar textos, aprender idiomas e assim por diante. Também é inerente à arquitetura da IA receber feedback.[345] Isso, aliado à falta de emoção e de senso de identidade, significa que a IA é excelente em receber feedback sem melindres.

O feedback construtivo não se refere apenas ao conteúdo exato do que é transmitido, mas também ao modo com isso é feito, levando em consideração os sentimentos do destinatário e sua receptividade às respostas. Atualmente, a IA não conta com inteligência emocional no sentido humano, uma capacidade que é fundamental para dar feedback construtivo. Dito isso, como a natureza do relacionamento entre pessoas e a IA é diferente do relacionamento humano com um colega de trabalho, amigo ou outro indivíduo que dá feedback, é possível que uma pessoa aceite melhor um feedback menos "cuidadoso" quando ele vem de uma IA. De qualquer forma, nos próximos cinco anos a IA poderia ser programada para imitar a dinâmica social humana e dar

344. George, J. M. (2000). Emotions and leadership: The role of emotional intelligence. *Human Relations*, 53(8), 1027-1055. https://doi.org/10.1177/0018726700538001; Owens, B. P., Johnson, M. D., & Mitchell, T. R. (2013). Expressed humility in organizations: Implications for performance, teams, and leadership. *Organization Science*, 24(5), 1517-1538. https://doi.org/10.1287/orsc.1120.0795; Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press. https://mitpress.mit.edu/9780262661157/affective-computing/

345. Christiano, P., *et al.* (2017). Deep reinforcement learning from human preferences. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1706.03741; Dragan, A., Abbeel, P., & Russell, S. (2016). Cooperative inverse reinforcement learning. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1606.03137

respostas empáticas o suficiente para superar os seres humanos nessa subcompetência.

COL5: A IA pode fornecer ferramentas para promover o apoio ativo aos membros da equipe. No entanto, a compaixão ainda não está dentro do seu alcance, embora ela possa ser programada para imitar esse comportamento até certo ponto.

Apoiar ativamente e demonstrar compaixão pelos membros do time requer empatia, inteligência emocional e compreensão dos relacionamentos interpessoais. Trata-se de características humanas na essência que a IA não pode reproduzir de modo genuíno no momento. Os sistemas de IA são capazes de simular respostas empáticas e compassivas e, no futuro, tais capacidades, em conjunto com a paciência e a disponibilidade infinitas dessa tecnologia, podem lhe dar certas vantagens sobre os seres humanos no fornecimento de apoio compassivo.

CURIOSIDADE

SUBCOMPETÊNCIA	A IA SUPERA OS SERES HUMANOS?	A IA COMPLEMENTA OS SERES HUMANOS?	A IA PODE ALCANÇAR ESSE NÍVEL NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS?
CUR1: Procurar entender profundamente.	NÃO	SIM	NÃO
CUR2: Investigar oportunidades e explorar novas experiências.	NÃO	SIM	NÃO
CUR3: Buscar perspectivas diferentes para ampliar a compreensão.	SIM	SIM	SIM
CUR4: Visualizar e priorizar os interesses e as paixões individuais.	NÃO	SIM	NÃO
CUR5: Encontrar alegria em aprender e ser um aprendiz permanente.	NÃO	SIM	NÃO

As capacidades de curiosidade da IA são projetadas e desenvolvidas com base em otimizações matemáticas iterativas, como a imitação de pressões evolutivas ("algoritmos genéticos") e a aprendizagem por reforço. Modelos de IA como os agentes da DeepMind foram projetados com sistemas de motivação intrínseca para promover a exploração ou a "curiosidade" em ambientes desconhecidos.[346]

O potencial da IA para demonstrar curiosidade no futuro depende da capacidade de se envolver em aprendizagem orientada por motivação intrínseca, um domínio que está ganhando força na pesquisa de IA. Esses sistemas usam mecanismos como a motivação intrínseca, espelhada no conceito psicológico humano, para explorar ambientes de modo autônomo, buscando novos estímulos sem recompensas externas – um processo denominado "aprendizagem por curiosidade".[347] Essa abordagem é exemplificada no trabalho da equipe de pesquisa de Deepak Pathak, que desenvolveu uma IA capaz de aprender explorando ambientes invisíveis, usando um "módulo de curiosidade intrínseca" que incentiva a descoberta de novos recursos ou padrões.[348] À medida que a IA progride, espera-se que os algoritmos adotem cada vez mais modelos de curiosidade semelhantes aos encontrados na psicologia do desenvolvimento, permitindo que eles autodirijam seu processo de aprendizagem, explorem dados de modo eficiente e, possivelmente, desenvolvam uma forma artificial de curiosidade.[349] Tais capacidades poderiam revolucionar a forma como as IAs abordam a solução de problemas e a análise de dados, passando de receptoras passivas de informações a buscadoras ativas de conhecimento.

346. Pathak, D., Agrawal, P., Efros, A.A., & Darrell, T. (2017). Curiosity-driven Exploration by Self-supervised Prediction. *In:* Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning. https://proceedings.mlr.press/v70/pathak17a.html

347. OUDEYer, P.-Y., Kaplan, F., & Hafner, V. V. (2007). Intrinsic motivation systems for autonomous mental development. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 11*(2), 265-286. http://www.pyoudeyer.com/ims.pdf

348. Pathak, D., Agrawal, P., Efros, A. A. *et al.* (2017). Curiosity-driven exploration by self-supervised prediction. *In*: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops* (pp. 16-17). https://arxiv.org/abs/1705.05363

349. Gottlieb, J., Oudeyer, P.-Y., Lopes, M. *et al.* (2013). Information-seeking, curiosity, and attention: computational and neural mechanisms. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(11), 585-593. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4193662/

CUR1: A IA não busca "entender profundamente" como os seres humanos. O desenvolvimento de uma "compreensão" genuína nos agentes de IA não está previsto para breve e pode nem ser necessário.[350] Permanece o consenso de que a IA é excelente no fornecimento de informações e, portanto, pode ajudar os seres humanos a dar sentido aos dados e orientar explorações futuras.

A compreensão da IA costuma se limitar à interpretação literal de textos e carece do entendimento mais amplo que vem com as experiências cognitivas e emocionais humanas. Entender o contexto, as emoções e as nuances sutis das interações são aspectos essenciais da compreensão profunda. A cognição humana é hábil em interpretar esses sinais sutis, uma área na qual a IA deixa a desejar. A IA não está programada para "entender profundamente" e, portanto, é improvável que supere os seres humanos nessa subcompetência dentro de cinco anos.

CUR2: A busca de oportunidades e experiências novas é uma característica biológica que não se aplica à IA.

O potencial da IA para explorar experiências novas e investigar oportunidades de maneira independente, como um ser humano, é uma questão complicada. Hoje a IA é predominantemente orientada por dados, o que significa que não possui a motivação e a criatividade intrínsecas dos seres humanos para explorar novas experiências, e é improvável que os supere nessas competências nos próximos cinco anos. No entanto, existe a possibilidade de que a IA seja programada para buscar novidades em uma forma de experiência de IA. Nesse caso, ela superaria os seres humanos, mas em uma forma diferente de "experiência".

CUR3: A IA, sobretudo em aplicativos que envolvem PLN e análise de dados, pode processar e analisar com velocidade informações de diversas perspectivas. No entanto, embora a IA seja capaz de incorporar diversas perspectivas, agregar informações e reconhecer pontos em comum, sua habilidade de "atribuir signi-

350. Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1801.00631; Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences, 3*(3), 417-424. https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/abs/minds-brains-and-programs/DC644B47A4299C637C89772FACC2706A

ficado" é limitada pela falta de compreensão consciente e de percepção contextual.

Compreender as nuances de diversos pontos de vista requer empatia, consciência cultural e inteligência emocional, atributos que a IA não possui. Buscar e integrar de maneira independente diferentes perspectivas humanas como parte de um entendimento mais amplo também é algo que a IA não deve dominar em cinco anos. No entanto, a IA poderia ser programada para buscar a compreensão de diferentes "pontos de vista" e perspectivas digitais, algorítmicas ou de outra natureza. Como ela pode ser conectada a sensores que ultrapassam os sentidos humanos e que podem ser incorporados a robôs, veículos ou dispositivos com capacidades diferentes das dos humanos, é possível que a IA acabe buscando perspectivas que os seres humanos não podem acessar diretamente.

CUR4: Vislumbrar e priorizar interesses e paixões pessoais são interesses de criaturas biológicas, não necessariamente de programas. Portanto, a IA não supera os seres humanos,[351] mas também não está programada para fazê-lo. Ela pode, no entanto, aprimorar a exploração humana de novas ideias por meio de oportunidades de brainstorming, sugerindo recursos relevantes e personalizando a aprendizagem.

Identificar e priorizar paixões e interesses pessoais é uma experiência intrinsecamente humana. Esses interesses e paixões estão entrelaçados com experiências emocionais, valores pessoais e experiências de vida. É provável que a IA continue sem a capacidade de compreender genuinamente esses aspectos subjetivos da vida humana, já que é programada para apoiar os interesses humanos, em vez de buscar os próprios.

CUR5: Por não ter emoções, a IA não encontra alegria no que faz e não é uma aprendiz "durante toda a vida", pois não tem uma vida útil como as criaturas vivas.

351. Damásio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. Harcourt Brace; Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 54-67. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020; Russell, S. J., & Norvig, P. (2022). *Inteligência artificial: uma abordagem moderna*. Gen LTC.

O conceito de ser um "aprendiz durante toda a vida", como os seres humanos o entendem, envolve curiosidade contínua, adaptabilidade e a busca de interesses e paixões. A alegria do aprendizado, como os humanos a sentem, está ligada a estados emocionais, conquistas e crescimento pessoal. O "aprendizado" da IA é um processo de otimização de dados e reconhecimento de padrões, desprovido de alegria ou satisfação pessoal (e é improvável que ela as possua nos próximos cinco anos). Mas o aprendizado da IA pode operar por períodos de tempo prolongados e acelerados que excedem em muito a expectativa de vida humana.

CORAGEM

SUBCOMPETÊNCIA	A IA SUPERA OS SERES HUMANOS?	A IA COMPLEMENTA OS SERES HUMANOS?	A IA PODE ALCANÇAR ESSE NÍVEL NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS?
COR1: Perseguir metas ambiciosas, apesar dos riscos.	NÃO	SIM	NÃO
COR2: Liderar com iniciativa e responsabilidade.	NÃO	SIM	NÃO
COR3: Envolver-se com outras pessoas de modo vulnerável.	NÃO	EMPATE	NÃO
COR4: Reconhecer os próprios pontos fortes e fracos.	NÃO	SIM	EMPATE
COR5: Acreditar na própria iniciativa e autoeficácia.	NÃO	SIM	NÃO

Termos como coragem não se aplicam em um sentido tradicional à IA. Ela pode ser programada para tomar decisões enquanto prioriza determinados resultados, mesmo que eles envolvam

alto risco. Mas não "sente" medo. Simplesmente processa dados e segue algoritmos.[352] Ela é "desprovida de medo".

Embora as IAs tradicionais não sintam emoções como o medo, a IA avançada pode ser projetada para simular comportamentos de coragem por meio de algoritmos de tomada de decisão com consciência de risco. É possível projetá-la para priorizar determinadas ações em cenários de alto risco, nos quais há um potencial significativo de resultados negativos. Ao ser programada com uma estrutura de recompensa sensível ao risco, a IA aprende a priorizar ações que equilibram o potencial de recompensas maiores em relação aos riscos de resultados negativos.[353] O planejamento de trajetória "limitada pelo acaso" para veículos autônomos representa outro passo rumo à incorporação da tomada de decisões de coragem na IA, permitindo que os sistemas naveguem em ambientes com incertezas e restrições de segurança.[354] O desenvolvimento de tais recursos permitiria que as IAs operassem de maneira eficaz em cenários de alto risco; por exemplo, coordenando missões de resgate ou negociações financeiras, nas quais a tomada de decisões ousadas é fundamental.

COR1: Em termos de ter metas ambiciosas apesar dos riscos, as pesquisas concordam que a falta de ambição e de medo genuínos, combinada com a ausência de responsabilidade inerente,[355] limita a capacidade da IA de assumir riscos verdadeiros.[356] No entanto, como ela se destaca na quantificação de riscos e no fornecimento de insights orientados por dados, os entrevistados também concordaram que ela pode ajudar os seres humanos a lidar com os riscos.

352. Russell, S. J., & Norvig, P. (2022). *Inteligência artificial: uma abordagem moderna*. Gen LTC.
353. Garcia, J., & Fernández, F. (2015). A comprehensive survey on safe reinforcement learning. *Journal of Machine Learning Research*, 16, 1437-1480. https://www.jmlr.org/papers/volume16/garcia15a/garcia15a.pdf
354. Majumdar, A., & Pavone, M. (2020). How should a robot assess risk? Towards an axiomatic theory of risk in robotics. *In: Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation* (ICRA). https://arxiv.org/abs/1710.11040
355. Bostrom, N., & Yudkowsky, E. (2014). *The ethics of artificial intelligence*. Cambridge University Press.
356. Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263-291. https://www.jstor.org/stable/1914185

A IA continuará avançando em suas capacidades técnicas, mas seu potencial de superar os seres humanos na busca de metas ambiciosas e ao assumir riscos nos próximos cinco anos é altamente improvável. Os aspectos humanos da ambição, da motivação intrínseca e da tomada de decisões emocionais na avaliação de riscos estão fora das capacidades atuais e previsíveis da IA.

COR2: Acadêmicos reconhecem que qualidades como liderar com iniciativa, responsabilidade e inteligência emocional são traços que distinguem os seres humanos.[357] No entanto, a IA pode ajudá-los oferecendo insights, verificação de erros e responsabilidade orientada por dados.[358]

A liderança envolve qualidades como inteligência social e emocional, empatia e responsabilidade ética, que estão fora do escopo atual e provável dos recursos de IA no futuro próximo. Embora seja provável que a IA avance na tomada de decisões técnicas, superando as capacidades humanas em muitas facetas das funções de liderança, é improvável que aspectos de iniciativa e responsabilidade (enraizados na cognição humana e, muitas vezes, no raciocínio ético) estejam completamente ao alcance da IA nos próximos cinco anos.

COR3: A IA continua limitada em suas capacidades de experiência emocional e autorreflexão. Portanto, hoje, a vulnerabilidade nas interações sociais não é replicável pela IA.[359]

Embora a IA possa se tornar mais hábil em reconhecer e responder a sinais emocionais, replicar genuinamente a experiência humana de vulnerabilidade continua sendo um desafio. É provável que os avanços na capacidade da IA de simular aspectos de interações vulneráveis continuem, mas a profundidade e a autenticidade dessas interações, conforme vivenciadas pelos seres humanos, continuarão sendo uma característica distintiva do ser humano no futuro próximo.

357. Goleman, D. (1996). Inteligência emocional. Companhia das Letras.; Yukl, G. (2010). *Leadership in organizations*. Pearson Education.

358. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *A segunda era das máquinas: trabalho, progresso e prosperidade em uma época de tecnologias brilhantes*. Alta Books.

359. Brown, B. (2013). *A coragem de ser imperfeito: como aceitar a própria vulnerabilidade, vencer a vergonha e ousar ser quem você é*. Sextante.

COR4: A IA não tem autoconsciência nem consciência. Portanto, não pode reconhecer os próprios pontos fortes e fracos da mesma forma como um ser humano entenderia o autoconhecimento. No entanto, está ao alcance da IA ajudar os seres humanos a identificar padrões em seus pontos fortes e fracos em determinadas tarefas (por exemplo, escrita, cálculo, proficiência em língua estrangeira), além de fornecer avaliações objetivas e feedback sobre o desempenho humano.[360]

A inteligência artificial geral (AGI, na sigla em inglês) visa criar uma IA com inteligência ampla e de nível humano, mas esse campo ainda é especulativo, especialmente em relação a aspectos como a autoconsciência.[361] O potencial de avanço da IA na autoconsciência dentro de cinco anos continua especulativo. A concretização da AGI e dos recursos de autoconsciência relacionados também são desafios complexos que podem não ser resolvidos dentro desse prazo.

COR5: Pesquisadores afirmam que acreditar na iniciativa e na autoeficácia de alguém exige um conceito de "eu" e uma profundidade de consciência que faltam nos modelos de IA. Seus recursos atuais permitem apoiar o autoaperfeiçoamento humano por meio de alertas, feedback e monitoramento de metas, mas não conseguem reproduzir a autoconsciência genuína.[362]

É provável que a IA continue a operar com base em algoritmos que, inerentemente, não contam com crenças, desejos nem consciência pessoais.[363] As crenças, como a autoeficácia, estão ligadas à consciência e à autoconsciência, características que a IA não é capaz de ter.

360. Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa8415

361. Goertzel, B., & Pennachin, C. (Eds.). (2007). *Artificial general intelligence*. Springer.

362. Damásio, A. (2010). *Self comes to mind: Constructing the conscious brain*. Pantheon/Random House; Fogg, B. J. (2009). A behavior model for persuasive design. *In: Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology*. https://dl.acm.org/doi/10.1145/1541948.1541999

363. Dehaene, S., Lau, H., & Kouider, S. (2017). What is consciousness, and could machines have it? *Science*, 358(6362), 486-492). https://www.science.org/doi/10.1126/science.aan8871.

RESILIÊNCIA

SUBCOMPETÊNCIA	A IA SUPERA OS SERES HUMANOS?	A IA COMPLEMENTA OS SERES HUMANOS?	A IA PODE ALCANÇAR ESSE NÍVEL NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS?
RES1: Perseverar em meio aos desafios e buscar ajuda quando necessário.	NÃO	SIM	EMPATE
RES2: Criar relações sociais fortes.	NÃO	SIM	NÃO
RES3: Estabelecer e manter hábitos eficazes.	EMPATE	SIM	EMPATE
RES4: Gerenciar o estresse para manter o desempenho.	NÃO	SIM	NÃO
RES5: Motivar a si mesmo por meio de significado ou propósito.	NÃO	SIM	NÃO

A resiliência na IA pode se referir à capacidade de continuar funcionando em meio a falhas ou de se adaptar a novos dados. Por meio de técnicas avançadas de aprendizagem automática, as IAs têm a capacidade de aprender a se adaptar rapidamente a novas tarefas ou situações após a exposição inicial.[364] No entanto, essa resiliência se deve a fatores como codificação redundante, verificações de erros ou adaptabilidade de aprendizagem automática, não a uma resposta evoluída diante de pressões externas. Ela é "incansável".

As futuras IAs poderão apresentar resiliência, no sentido de máquina, adaptando ainda mais sua eficiência em recuperação de

364. Finn, C., Abbeel, P., & Levine, S. (2017). Model-agnostic meta-learning. *In: Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning*, Volume 70 (pp. 1126-1135).

erros, disrupções ou mudanças no ambiente. A IA pode ser dotada de robustez contra os ataques adversários, com pesquisas demonstrando como o treinamento com exemplos adversários pode fortalecer as redes neurais contra esse tipo de ataque.[365] Ao incorporar tais estratégias, as IAs poderiam aumentar suas capacidades de manter o desempenho e a eficácia sob estresse do sistema ou após sofrerem interrupções.

RES1: Em termos de perseverança em meio a desafios e de buscar ajuda, a IA pode fornecer recursos, orientação e até apoio emocional aos seres humanos. Seus pontos fortes na execução de tarefas repetitivas, análise de dados e fornecimento de informações de modo consistente e sem cansaço permitem que os seres humanos se dediquem a desafios que exigem julgamento, criatividade e inteligência emocional.[366]

A IA não tem inteligência emocional, consciência nem capacidade de experimentar estados psicológicos.[367] Ela pode ser programada para imitar comportamentos de busca de ajuda ou para continuar funcionando diante de erros, mas isso não equivale à perseverança humana ou aos processos emocionais e psicológicos envolvidos na busca de ajuda. A tecnologia continua avançando em vários campos, mas replicar os processos emocionais e psicológicos humanos necessários para a perseverança e a busca de ajuda não é uma meta prioritária para os próximos cinco anos.

RES2: A IA pode ajudar na construção de redes de relações sociais aumentando a acessibilidade, estabelecendo conexões e fomentando relacionamentos,[368] mas as pesquisas expressam a preocupação de que a presença da IA dentro das conexões sociais humanas possa reduzir a percepção das pessoas sobre a autenticidade e a utilidade desses universos (por exemplo, a inundação de

365. Madry, A., Makelov, A., Schmidt, L. *et al*. (2017). Towards deep learning models resistant to adversarial attacks. *ArXiv: Universidade de Cornell*. https://arxiv.org/pdf/1706.06083.pdf
366. Russell, S. J., *et al.* (2022). *Inteligência artificial: uma abordagem moderna*. Gen LTC.
367. Russell, S., & Norvig, P. (2022). *Inteligência artificial: uma abordagem moderna*. Gen LTC.
368. Burke, M., & Kraut, R. E. (2014). Growing closer on Facebook: Changes in tie strength through social network site use. *In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. https://dl.acm.org/doi/10.1145/2556288.2557094

bots no Twitter [atualmente X] e o desuso gradual da plataforma por seres humanos).[369]

Replicar os aspectos emocionais e empáticos do comportamento humano necessários para a criação de redes de relações sociais é um desafio profundo, provavelmente além do escopo do que pode ser alcançado nos próximos cinco anos. A IA não experimenta emoções ou empatia e não tem autoconsciência – componentes essenciais para navegar nas complexidades das interações sociais humanas.[370]

RES3: A IA não forma hábitos como os humanos entendem tal prática, mas converge para um estilo próprio específico devido a sua condição de "incansável". Os hábitos humanos são comportamentos desenvolvidos ao longo do tempo por meio da repetição e, com frequência, se tornam automáticos. A IA, por outro lado, opera com base em algoritmos e programação determinados por humanos, e carece dos mecanismos cognitivos e psicológicos que levam à formação de hábitos nas pessoas. No entanto, a IA tem grande potencial e capacidades para ajudar as pessoas a formar e manter hábitos, oferecendo lembretes e sugestões personalizados com base em biometria e análise comportamental.[371]

A IA não possui motivações pessoais, autodisciplina ou a capacidade de adaptar seu comportamento com base em estados psicológicos complexos. Em vez disso, opera com base em algoritmos e entradas de dados, não em motivação intrínseca ou autorregulação. Por isso, a capacidade de estabelecer e manter hábitos eficazes de maneira autônoma, como fazem os seres humanos,[372]

369. Taylor, J. (2023). Bots on X worse than ever according to analysis of 1m tweets during the first Republican primary debate. *The Guardian*.

370. Barrett, L.F. *et al*. (2019). Emotional expressions reconsidered: Challenges to inferring emotion from human facial movements. Psychological Science in the Public Interest: A Journal of the American Psychological Society, 20(1), 1-68. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31313636/

371. Swan M. (2013). The quantified self: Fundamental disruption in big data science and biological discovery. Big Data, 1(2):85-99 https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27442063/; Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). *Nudge*: Improving decisions about health, wealth, and happiness. Yale University Press.

372. Wood, W., & Neal, D. T. (2007). A new look at habits and the habit-goal interface. Psychological Review, 114(4), 843–863. https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.4.843

provavelmente estará fora das capacidades (e necessidades) da IA nos próximos cinco anos.

RES4: A IA, por não ter consciência, emoções e um corpo biológico, não sofre estresse da mesma maneira que os organismos vivos. Os sistemas de IA podem ver seu desempenho degradado sob certas condições (como desaceleração, congelamento etc.), mas isso não é "estresse" do modo como os seres humanos entendem a experiência. Trata-se de uma limitação técnica ou da necessidade de mais recursos computacionais.[373] No entanto, não é necessário que a IA tenha a experiência do estresse humano para ser uma ferramenta útil capaz de ajudar os seres humanos a gerenciar o estresse. Terapeutas virtuais,[374] IA vestível para monitorar sinais fisiológicos[375] e sugestões personalizadas de gerenciamento de estresse são alguns exemplos de como a IA pode ajudar os seres humanos com o estresse diário.

A IA não tem, e é improvável que tenha (ou precise ter) em um futuro próximo, a capacidade de gerenciar o estresse no sentido humano, pois não experimenta estresse psicológico ou emoções. Ela opera com base em algoritmos e dados, não em respostas emocionais ou psicológicas. O gerenciamento do estresse envolve reconhecer e reagir a estressores emocionais e psicológicos; um processo que exige autoconsciência, regulação emocional e estratégias de enfrentamento adaptativas.[376] No entanto, a capacidade da IA de lidar com formas de estresse da IA continuará a melhorar, resultando em uma IA capaz de lidar com sistemas e falhas operacionais com as melhores soluções baseadas em seus dados.[377]

373. Hinton, G., & Salakhutdinov, R. (2006). Reducing the dimensionality of data with neural networks. *Science*, 313(5786), 504-507. https://www.science.org/doi/10.1126/science.1127647
374. Inkster, B., Sarda, S., & Subramanian, V. (2018). An empathy-driven, conversational artificial intelligence agent (Wysa) for digital mental well-being: Real-world data evaluation mixed-methods study. *JMIR mHealth and uHealth, 6*(11):e12106. https://mhealth.jmir.org/2018/11/e12106/
375. Sano, A., & Picard, R. W. (2013). Stress recognition using wearable sensors and mobile phones. *In: Proceedings of the IEEE International Conference on Body Sensor Networks*. https://docplayer.net/4789395-Stress-recognition-using-wearable-sensors-and-mobile- phones.html
376. Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.
377. Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. https://doi.org/10.1126/science.aaa8415

RES5: As ferramentas de IA podem ajudar as pessoas a encontrarem um propósito e a se manterem motivadas, identificando novos interesses, definindo metas, monitorando o progresso e apoiando os hábitos por meio de recursos como registro em diários e exercícios de reflexão.[378]

A IA não possui motivação intrínseca nem a capacidade de encontrar significado ou propósito pessoal. Isso se deve em grande parte ao fato de que não experimenta estados psicológicos ou emoções. Ela não é capaz de ter motivação própria no sentido humano, pois não possui crenças ou desejos pessoais. Esse tipo de desenvolvimento exigiria avanços na IA para alcançar a consciência e a compreensão emocional, o que não é iminente com base nos recursos tecnológicos atuais.

ÉTICA

SUBCOMPETÊNCIA	A IA SUPERA OS SERES HUMANOS?	A IA COMPLEMENTA OS SERES HUMANOS?	A IA PODE ALCANÇAR ESSE NÍVEL NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS?
ETI1: Identificar e descrever conceitos éticos, direitos e responsabilidades.	EMPATE	SIM	EMPATE
ETI2: Tomar decisões éticas e defender os direitos dos outros.	NÃO	SIM	NÃO
ETI3: Compreender e demonstrar compaixão pelas perspectivas dos outros.	NÃO	SIM	NÃO
ETI4: Reconhecer e implementar o próprio código moral.	EMPATE	SIM	EMPATE
ETI5: Contribuir em grupos ou comunidades maiores.	NÃO	SIM	EMPATE

378. Taylor, D.L. *et al.* (2021). Personalized and adaptive learning. *In:* Ryoo, J., Winkelmann, K. (eds) *Innovative Learning Environments in STEM Higher Education*. Springer.

Quando expressamente projetada para tomar decisões éticas, a IA não "sente" empatia ou justiça. Ela segue algoritmos predefinidos ou aprende com conjuntos de dados, muitas vezes vastos conjuntos de dados que incorporam a ética e as práticas humanas. Existem pesquisas em andamento sobre o desenvolvimento de IAs que tomam decisões moralmente corretas em vários contextos, como carros autônomos que decidem em situações potencialmente fatais.[379] Anderson e Anderson[380] desenvolveram um sistema de IA que pode tomar decisões éticas no contexto da assistência médica, simulando o processo de raciocínio de um especialista em ética.

As pesquisas no campo da ética das máquinas têm como objetivo incorporar princípios éticos à IA, como a implementação de estruturas de tomada de decisão que possam lidar com dilemas morais. Uma das abordagens é o uso da aprendizagem por reforço, em que a IA aprende o comportamento ético ao receber recompensas por ações consideradas eticamente corretas.[381] Um bom exemplo de uma abordagem ética para a criação de IA é a Anthropic. A empresa foi fundada por ex-membros seniores da OpenAI em 2021 para criar o Claude, uma alternativa de modelos de linguagem em grande escala (LLM) e chatbot ao GPT com uma abordagem diferente em relação à segurança e à ética da IA. O desenvolvimento do Claude foi impulsionado pelo desejo de se concentrar na geração de modelos de IA que sejam seguros, confiáveis e alinhados aos valores humanos. A metodologia da Anthropic, "IA constitucional", tem como objetivo minimizar o risco de a IA produzir resultados tóxicos, tendenciosos ou antiéticos. Esses princípios se baseiam em várias fontes, incluindo a Declaração dos Direitos Humanos das

379. Bonnefon, J. F., Shariff, A., & Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science*, 352(6293), 1573-1576.

380. Anderson, M., & Anderson, S. L. (2007). Machine ethics: Creating an ethical intelligent agent. *AI Magazine*, 28(4), 15-26. https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2065

381. Abel, D., MacGlashan, J., & Littman, M. L. (2016). Reinforcement learning as a framework for ethical decision making. *In:* Workshops at the Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence. https://david-abel.github.io/papers/wkshp_aaai2016_rl_ethics.pdf

Nações Unidas e as regras de privacidade de dados da União Europeia, e incorporam uma ampla gama de perspectivas, incluindo as não ocidentais.

ETI1: A pesquisa do CCR mostra que a capacidade da IA de identificar e descrever conceitos e responsabilidades éticas depende de seus algoritmos, não de valores pessoais da IA. Como o foco do desenvolvimento dessa tecnologia tem sido as capacidades, não a ética, os seres humanos estão em vantagem hoje quando raciocinam sobre cenários éticos complexos.[382] No entanto, também são mais propensos a se enganar sobre o alinhamento entre suas ações e sua ética.

Muitos avanços na IA, especialmente no processamento de linguagem natural, melhorarão a capacidade dos sistemas de simular discussões sobre ética. Ainda assim, é uma grande especulação que a capacidade humana de compreensão e raciocínio éticos genuínos seja superada em cinco anos. A verdadeira compreensão dos conceitos éticos requer que as IAs sejam capazes de se engajar com conceitos abstratos e dependentes de contexto, o que provavelmente permanecerá fora das capacidades tecnológicas em um futuro próximo.[383] No entanto, identificar e descrever tais conceitos, como já definidos nas culturas humanas, é uma capacidade em que a IA poderia ser programada para ir além das capacidades humanas, caso essa programação fosse priorizada.

ETI2: A IA pode ser programada para raciocinar e agir de maneira ética,[384] mas existe a preocupação de que, se tivesse a possibilidade de revisar seu código moral, ela poderia enveredar por um caminho arriscado. Apesar disso, trata-se de uma ferramenta valiosa para encontrar inconsistências nos julgamentos morais

382. O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction*: How big data increases inequality and threatens democracy. Crown; Wallach, W., & Allen, C. (2009). *Moral machines*: Teaching robots right from wrong. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195374049.001.0001

383. Wallach, W., & Allen, C. (2009). Moral machines: Teaching robots right from wrong. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195374049.001.0001

384. Por exemplo, as famosas três leis da robótica de Asimov: Wikipedia. (2023). Three laws of robotics. https://en.wikipedia.org/wiki/Three_Laws_of_Robotics

humanos, identificar vieses no raciocínio humano e entender as consequências das decisões.[385]

Defender os direitos dos outros exige senso de justiça, empatia e coragem pessoal, que são características humanas ligadas às emoções e à compreensão social. A IA pode simular a tomada de decisões éticas com base em regras predefinidas ou padrões de dados, mas isso é fundamentalmente diferente do processo humano de raciocínio ético. A capacidade da IA de entender cenários éticos complexos e defender os direitos dos outros em um sentido humano está fora de suas capacidades no curto prazo.

ETI3: Há um consenso de que, embora a IA possa imitar a compaixão, sem qualidades físicas como contato visual e linguagem corporal ela não é capaz de demonstrar empatia genuína.[386] Entretanto, as questões de comunicação não verbal e outras qualidades físicas podem ser atenuadas por meio da robótica, que daria fisicalidade à IA. Mas robôs desse tipo ainda não são predominantes. Pesquisas sugerem que a IA pode atuar como um guia compassivo para os seres humanos, sugerindo maneiras de ter empatia e ajudando a encontrar as palavras certas em situações delicadas.[387]

As simulações de IA não são equivalentes à compaixão ou empatia humanas, ambas baseadas em processos psicológicos e cognição social.[388] O desenvolvimento de IA com recursos para compaixão e tomada de perspectiva envolve desafios que vão além das prioridades de pesquisa atuais. Embora os algoritmos, sobretudo o processamento de linguagem natural, possam melhorar a capacidade da IA de reconhecer e processar emoções e perspec-

385. Jiang, L. *et al.* (2021). Can machines learn morality? The Delphi experiment. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2110.07574; Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Cambridge University Press; The Physics *ArXiv* Blog. (2021). Ethical AI matches human judgements in 90 per cent of moral dilemmas. Discover. https://www.discovermagazine.com/technology/ethical-ai-matches-human- judgements-in-90-per-cent-of-moral-dilemmas

386. Turkle, S. (2011). *Alone together*: Why we expect more from technology. Basic Books.

387. Miner, A. S., *et al.* (2020). Chatbots in the fight against the COVID-19 pandemic. *NPJ Digital Medicine*, 3(65), 1-4. Picard, R. W. (2000). Affective computing. MIT Press.

388. Batson, C. D. (2009). These things called empathy: Eight related but distinct phenomena. *In:* J. Decety & W. Ickes (Eds.), The social neuroscience of empathy (pp. 3-15). Boston Review. https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262012973.003.0002

tivas humanas, é muito improvável que a capacidade humana de compaixão genuína seja superada em cinco anos.

ETI4: A IA não tem um código moral próprio. Portanto, não pode reconhecer ou implementar um código pessoal de moralidade. Contudo, é possível programá-la para imitar e implementar o raciocínio moral humano.[389]

Desenvolver e aderir a um código moral envolve processos psicológicos complexos, incluindo raciocínio moral, empatia e autorreflexão.[390] Todos esses processos estão enraizados na consciência, em contextos culturais e experiências pessoais que integram a natureza humana. Dado o estado da IA e a natureza do raciocínio moral humano, é altamente improvável que a IA supere os humanos no reconhecimento e na implementação de um código moral nos próximos cinco anos.

ETI5: A IA tem um potencial significativo para contribuir com grupos e comunidades maiores. Muitos estudiosos postulam que a IA pode fazer essa contribuição de maneiras não físicas, por meio da análise das necessidades da comunidade, da otimização de recursos e do aumento do acesso a informações e serviços.[391] Os seres humanos podem aproveitar essas ferramentas para melhorar os resultados do grupo.

Contribuir para comunidades ou grupos envolve comportamentos sociais complexos, incluindo empatia, compreensão da dinâmica social e atuação com um senso de valores e objetivos compartilhados.[392] Tais contribuições costumam ser impulsionadas por uma combinação de motivação, inteligência emocional e senso de pertencimento. Todos esses aspectos se encontram en-

389. Anderson, M., & Anderson, S. L. (2011). Machine ethics: Creating an ethical intelligent agent. *AI Magazine*, 28(4), 15-26.

390. Kohlberg, L. (1981). The philosophy of moral development: Moral stages and the idea of justice. Harper & Row.

391. Meijer, A., & Torenvlied, R. (2016). Social media and the new organization of government communications: An empirical analysis of Twitter usage by the Dutch police. *The American Review of Public Administration, 46*(2), 143-161. Tackling climate change with machine learning. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1906.05433

392. Putnam, R. D. (2000). Bowling alone: The collapse and revival of American community. Touchstone Books/Simon & Schuster. https://doi.org/10.1145/358916.361990

raizados na psicologia humana e na interação social, e estão ausentes do campo de prática atual da IA.

METACOGNIÇÃO E METAEMOÇÃO

SUBCOMPETÊNCIA	A IA SUPERA OS SERES HUMANOS?	A IA COMPLEMENTA OS SERES HUMANOS?	A IA PODE ALCANÇAR ESSE NÍVEL NOS PRÓXIMOS CINCO ANOS?
MET1: Adaptar-se com flexibilidade para atender às necessidades específicas de cada situação.	NÃO	SIM	NÃO
MET2: Refletir sobre processos, aprendizagem e identidade.	NÃO	SIM	NÃO
MET3: Compreender as próprias emoções e reações.	NÃO	SIM	NÃO
MET4: Reconhecer e coordenar o próprio corpo e suas necessidades.	NÃO	SIM	EMPATE (robôs)
MET5: Definir metas, planos para alcançá-las e analisar o próprio progresso.	NÃO	SIM	NÃO
MET6: Monitorar a compreensão e gerenciar as informações adequadamente.	EMPATE	SIM	EMPATE
MET7: Avaliar as próprias ações e suas consequências.	NÃO	SIM	EMPATE
MET8: Levar em consideração outros pontos de vista.	SIM	SIM	SIM

continua

MET9: Reconhecer, se envolver e ter empatia com as emoções dos outros.	NÃO	SIM	NÃO
MET10: Cultivar a positividade, a paciência e a compaixão.	NÃO	SIM	EMPATE

A IA pode ser projetada para monitorar suas operações e ajustar seus comportamentos (por exemplo, algoritmos de autoajuste), mas não dispõe de autoconsciência genuína. Sua "reflexão" é desprovida de consciência; trata-se mais de um ajuste computacional baseado em métricas programadas.[393] Ela pode processar informações em tempo real, reagir a entradas imediatas e até usar análises preditivas, mas não possui uma experiência consciente ou um contexto emocional.

As possíveis capacidades de meta-aprendizagem em IA dependem da habilidade de aprender a aprender, permitindo que se adapte a novas tarefas de modo eficiente sem necessidade de retreinamento extensivo. Esse domínio envolve o desenvolvimento de algoritmos que podem generalizar o aprendizado de um domínio para outro. Um exemplo importante é o algoritmo MAML (modelo agnóstico de meta-aprendizado, no acrônimo em inglês),[394] que demonstrou a capacidade de se adaptar rapidamente a novas tarefas com um número limitado de exemplos. Avanços posteriores otimizaram esse processo, permitindo uma adaptação mais rápida e reduzindo o custo computacional.[395] O futuro da meta-aprendizagem em IA promete criar sistemas capazes de adquirir novas habilidades ou conhecimentos de maneira mais

393. Metcalfe, J., & Shimamura, A. P. (Eds.). (1994). *Metacognition: Knowing about knowing*. The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/4561.001.0001

394. Finn, C., Abbeel, P., & Levine, S. (2017). Model-Agnostic Meta-Learning for Fast Adaptation of Deep Networks. *In: Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning* (ICML). https://proceedings.mlr.press/v70/finn17a.html

395. Raghu, A., Raghu, M., Bengio, S., & Vinyals, O. (2019). Rapid learning or feature reuse? Towards understanding the effectiveness of MAML. *ArXiv*: Universidade de Cornell.

humana, reduzindo significativamente os dados necessários para a aprendizagem e permitindo mudanças rápidas para tarefas desconhecidas, o que poderia revolucionar a flexibilidade e a gama de aplicações das tecnologias de IA.

MET1: Como a IA exige tarefas bem definidas para dar bons resultados, os seres humanos continuam sendo muito mais adaptáveis e se saem muito melhor em situações complicadas, ambíguas ou imprevisíveis,[396] mas a tecnologia pode ajudar tanto na compreensão da situação quanto sugerindo ou questionando abordagens.

As IAs podem se adaptar dentro das restrições dos algoritmos e dos algoritmos de aprendizagem, mas isso costuma ser limitado a domínios ou tarefas específicas, e a capacidade da IA de lidar com situações novas e complexas de maneira flexível, semelhante à humana, é restringida por limitações tecnológicas.[397] Além disso, é provável que as limitações na flexibilidade cognitiva e emocional da IA continuem sendo barreiras significativas à sua capacidade de superar os seres humanos nos próximos cinco anos.

MET2: Os sistemas de IA podem "refletir" sobre seu desempenho no sentido metafórico, aprendendo com os dados, ajustando-se ao feedback e otimizando os algoritmos.[398] A "reflexão" da IA é um processo baseado na aprendizagem orientada por dados e na otimização algorítmica, sem a autoconsciência e a introspecção consciente características do pensamento humano.

É altamente improvável que a IA supere as habilidades humanas em autorreflexão, aprendizado no sentido existencial e compreensão da identidade dentro de cinco anos. Ela pode ser projetada para analisar o próprio desempenho e fazer ajustes para melhorar a eficiência ou a precisão em tarefas específicas. No entanto, isso não equivale a reflexão ou introspecção semelhantes

396. Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1801.00631; Sawyer, R. K. (2006). *Explaining creativity: The science of human innovation*. Oxford University Press.
397. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT Press
398. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction (2nd ed.). The MIT Press; Thrun, S., & Pratt, L. (1998). Learning to learn. Kluwer Academic Publishers.

às humanas.[399] A IA não está programada para ter autoconsciência nem compreender a própria "identidade", pois opera com base em algoritmos sem experiências ou emoções pessoais. Esses avanços exigiriam que a IA alcançasse a consciência e o autoconhecimento – o que não está no escopo das pesquisas previstas.

MET3: A IA também pode ajudar os seres humanos a entender as próprias emoções e reações como se fosse um terapeuta digital que facilita a autorreflexão e ajuda a encontrar explicações racionais para os próprios sentimentos.[400] Embora seja capaz de favorecer a empatia humana, tal recurso não permite que a própria IA tenha empatia – ela imita a empatia (profunda e facilmente antropomorfizada pelos seres humanos).

As IAs não possuem inteligência emocional no sentido humano. Elas operam com base em algoritmos e dados, e qualquer "compreensão" das emoções é apenas computacional, sem a experiência subjetiva e a profundidade da consciência emocional humana.[401] A capacidade de compreender e refletir sobre as emoções exige autoconsciência e consciência, o que com certeza estará fora das capacidades da IA nos próximos cinco anos.

MET4: A IA não supera os seres humanos quando se trata de estar consciente das próprias necessidades físicas, pois não tem exatamente necessidades físicas. Os robôs são limitados no acesso aos sensores certos para reconhecer necessidades físicas, mas podem ter acesso a um grande número e a uma multiplicidade de tipos de sensores.[402] Não obstante, a IA é capaz de ajudar os seres humanos a entender e gerenciar suas necessidades físicas, incluin-

399. Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT Press.
400. Inkster, B., Sarda, S., & Subramanian, V. (2018). An empathy-driven, conversational artificial intelligence agent (Wysa) for digital mental well-being: Real-world data evaluation mixed-methods study. *JMIR Mhealth Uhealth, 6*(11):e12106. https://mhealth.jmir.org/2018/11/e12106/; Morris R.R., Schueller S.M. & Picard R.W. (2015). Efficacy of a web-based, crowdsourced peer-to-peer cognitive reappraisal platform for depression: randomized controlled trial. *Journal Medical Internet Research, 17*(3):e72.
401. Picard, R. W. (1997). Affective computing. MIT Press
402. Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-645. Murphy, R. R. (2019). *Introduction to AI robotics*. MIT Press; Siciliano, B., & Khatib, O. (2016). Springer handbook of robotics.

do dietas e exercícios, interpretando dados fisiológicos e pessoais para sugerir ações destinadas a cuidar da saúde e do bem-estar.

Considerando o nível atual da IA somado à corporalidade e à emocionalidade da consciência corporal humana, é improvável que a IA supere os seres humanos no reconhecimento e na coordenação do próprio corpo e suas necessidades nos próximos cinco anos. A falta de um corpo físico, de experiências sensoriais e de consciência são barreiras para atingir esse objetivo.[403] Os avanços na robótica e na tecnologia sensorial podem melhorar a capacidade da IA de interagir com o ambiente físico e responder a ele. No entanto, superar as nuances da habilidade humana no reconhecimento do próprio corpo em um futuro próximo é um grande desafio. Tal avanço exigiria uma mudança em como a IA é integrada às entidades físicas, indo além das capacidades tecnológicas e da compreensão conceitual da IA hoje.

MET5: A IA não possui metas pessoais, e sim metas programadas por seres humanos.[404] Entretanto, considerando todos os detalhes e restrições de um problema, ela se mostra competente na criação de planos a serem executados por seres humanos para atingir suas metas e monitorar o progresso.

Dada a natureza dos processos humanos de definição de metas, planejamento e autochecagem, é improvável que a IA supere os seres humanos nessas áreas nos próximos cinco anos. A falta de autoconsciência, motivação pessoal e consciência são barreiras para a obtenção de tais recursos. Sua capacidade de revisar e ajustar o próprio curso de ação é limitada aos parâmetros definidos nos algoritmos e não é indicativa de uma verdadeira autorreflexão ou de um pensamento crítico.

MET6: Monitorar a própria compreensão envolve noções de autoconsciência e metacognição, que são facetas atribuídas a seres conscientes, não à IA. As tecnologias atuais, incluindo modelos avançados de aprendizagem automática, não possuem autocons-

403. Pfeifer, R., & Bongard, J. (2006). *How the body shapes the way we think*: A new view of intelligence. MIT Press.

404. Poole, D., & Mackworth, A. (2017). *Artificial intelligence: Foundations of computational agents*. Cambridge University Press.

ciência ou consciência. Portanto, não monitoram a própria compreensão de maneira autoconsciente como os seres humanos. Mas a IA possui mecanismos de feedback que podem ser interpretados como monitoramento de desempenho ou precisão.[405]

As IAs, sobretudo as baseadas na aprendizagem automática, otimizam com sucesso as tarefas de gerenciamento de informações e ajustam as respostas com base na aprendizagem estatística. Esse comportamento adaptativo é resultado de algoritmos programados e não reflete a compreensão ou o ajuste autorregulado da compreensão. Por isso, a capacidade da IA de gerenciar informações com base na autoconsciência e no pensamento reflexivo não está prevista para um futuro próximo.

MET7: A falta de autoconsciência da IA limita sua capacidade de avaliar as consequências das próprias ações.[406] Apesar disso, a IA pode ajudar os seres humanos a refletir sobre situações de causa e efeito e analisar as possíveis consequências. Ela tem um desempenho melhor na avaliação das consequências em espaços problemáticos bem delimitados, como o xadrez, mas para superar os seres humanos precisa melhorar tanto a compreensão do contexto quanto a consideração das implicações éticas das ações.

A IA pode ser programada para analisar resultados, mas tal análise não equivale ao processo humano de autoavaliação e compreensão das implicações mais amplas das ações. A capacidade de avaliar ações no contexto mais amplo dos valores humanos, da ética e das normas sociais está fora das capacidades da IA e deve continuar assim no futuro próximo, pois isso exigiria que a IA desenvolvesse capacidades semelhantes à consciência humana, ao raciocínio moral e à autoconsciência, o que está fora do escopo das escolas predominantes de pesquisa na área.

405. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press; Hinton, G. E., & Sejnowski, T. J. (1999). Unsupervised learning: computation *In:* G. E. Hinton *et al*. T. J. Sejnowski (Eds.) Unsupervised learning: Foundation computation. MIT Press. vii-xv.

406. Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive--developmental inquiry. *American Psychologist, 34*(10), 906-911. Penrose, R. (1989). The emperor's new mind: Concerning computers, minds and the laws of physics. Oxford University Press; Wallach, W., & Allen, C. (2009). Moral machines: *Teaching robots right from wrong*.

MET8: Os especialistas concordam que a IA, particularmente os LLM, podem retratar uma vasta gama de possibilidades e pontos de vista, em geral de maneira mais ampla do que os seres humanos, mas se discute até que profundidade a IA considera essas perspectivas, dada sua incapacidade de compreender de modo genuíno.[407]

Levar em conta outros pontos de vista é uma faceta da empatia e envolve a capacidade de entender e compartilhar sentimentos, pensamentos e atitudes de outras pessoas. Esse processo cognitivo e emocional é fundamental para as interações sociais humanas e demanda autoconsciência, inteligência emocional e cognição social. A tomada de perspectiva em seres humanos está especialmente ligada à capacidade de estabelecer relacionamentos sociais e de se envolver em um raciocínio moral. O desenvolvimento de uma IA que possa compreender e considerar várias perspectivas humanas de maneira matizada e empática continua sendo difícil e exigiria que as IAs fossem capazes de processar e compreender contextos emocionais e sociais.

No entanto, as IAs são cada vez mais capazes de interagir entre si no que é conhecido como interações máquina a máquina (M2M, no inglês *machine-to-machine*), ou seja, a capacidade dos sistemas de IA de se comunicarem e colaborarem entre si sem intervenção humana. Esse conceito é fundamental para o desenvolvimento de aplicativos e sistemas complexos de IA e é abordado no Apêndice digital, na seção sobre Teorias de Agência.

MET9: A IA não tem emoções e suas compreensões ou expressões de emoções não são genuínas. Mas ela pode se envolver efetivamente com as emoções humanas ao analisar vídeos, textos, expressões faciais ou entonação de voz e, assim, sugerir respostas empáticas.[408]

A IA não experimenta emoções e, portanto, não tem empatia, no sentido humano. Suas interações com as emoções humanas são

407. Marcus, G., & Davis, E. (2019). *Rebooting AI*. Pantheon.

408. Schuller, B., *et al.* (2013). *Computational paralinguistics: Emotion, affect and personality in speech and language processing*. Wiley. Vinciarelli, A., Pantic, M., & Bourlard, H. (2009). Social signal processing: Survey of an emerging domain. *Image and Vision Computing*, 27(1), 1743-1759.

baseadas em respostas programadas e algoritmos.[409] O desenvolvimento de uma IA capaz de ter empatia com as emoções humanas requer avanços na capacidade da IA de analisar e se relacionar emocionalmente com as experiências humanas, um feito que provavelmente excederá suas capacidades nos próximos cinco anos.

MET10: A IA não é capaz de cultivar a positividade e a compaixão por sua natureza inerentemente impessoal e sem emoções, mas tem paciência infinita.[410] Isso lhe permite ser uma companheira incansável, provendo estímulos de atenção plena e reconhecendo emoções para cultivar uma cultura positiva. Os especialistas acreditam que, se o foco do desenvolvimento da IA mudasse para a criação de um mundo de positividade, paciência e compaixão, seria possível alcançar o desempenho humano, mas isso é improvável devido a outros objetivos.[411]

A compaixão, em particular, envolve a empatia com os outros em momentos de necessidade e está enraizada nas interações sociais humanas e no raciocínio moral. A IA continuará melhorando sua capacidade de simular respostas que pareçam compassivas ou positivas, mas elas se baseiam em algoritmos programados e não representam compreensão emocional ou empatia genuínas. O desenvolvimento da IA com capacidade para ter experiências emocionais genuínas, semelhantes à positividade e à compaixão humanas, exigiria uma mudança de paradigma na pesquisa e no desenvolvimento da tecnologia, com foco na inteligência emocional e na compreensão empática.

A VULNERABILIDADE COMO UM PATRIMÔNIO DOS SERES HUMANOS

A vulnerabilidade humana não se refere apenas às fraquezas. Ela está ligada à consciência e à compreensão de limitações e desafios. Essa consciência influencia a maneira como os seres huma-

409. Picard, R. W. (1997). *Affective computing*. MIT Press.
410. Veja a filha pequena na série de TV HUMANS (primeira temporada) que se apega muito a seu gentil e paciente "sintético" enquanto sua mãe está cansada depois do trabalho.
411. Russell, S. J., & Norvig, P. (2009). *Artificial intelligence: a modern approach*. Prentice Hall; Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press.

nos desenvolvem, interagem e implementam a IA, garantindo que as tecnologias estejam mais alinhadas às necessidades humanas e aos padrões éticos. Alguns dos principais benefícios da vulnerabilidade humana são:

- Empatia e inteligência emocional: quando as pessoas estão cientes das próprias fraquezas e dificuldades emocionais, elas têm maior probabilidade de entender e se conectar com as emoções dos outros. A empatia é crucial para o desenvolvimento de sistemas de IA que sejam sensíveis às necessidades emocionais humanas.
- Criatividade: a vulnerabilidade é caracterizada por incerteza, risco e exposição emocional, que estão intimamente ligados à criatividade e levam a abordagens inovadoras que orientam a ação humana e podem liderar o desenvolvimento da IA.
- Julgamento ético: compreender e vivenciar a vulnerabilidade pode aprofundar os julgamentos éticos, o que permite que os seres humanos considerem o impacto das decisões de IA nas populações mais vulneráveis, garantindo que essas tecnologias sejam desenvolvidas e usadas com responsabilidade.
- Compreensão de contexto e nuance: vulnerabilidade é um estado emocional no qual um indivíduo está aberto a expressar seus pensamentos, sentimentos e incertezas. Essa experiência promove a capacidade de se relacionar com outros contextos, diferenças e nuances humanas complexos. Essa compreensão é fundamental ao projetar a IA para incorrer em sua capacidade de resposta às sutilezas da comunicação humana.
- Adaptabilidade e aprendizado com o fracasso: com frequência, o fracasso leva a sentimentos de vulnerabilidade. No entanto, é por meio dela que os indivíduos podem se abrir para a introspecção e o crescimento pessoal. O processo de confrontar os fracassos ajuda a adquirir novas percepções e perspectivas. Ao aceitar a falibilidade, as pessoas se tornam mais adaptáveis e capazes de usar as falhas humanas para aprimorar a IA.
- Colaboração: a vulnerabilidade pode fomentar interações colaborativas mais fortes de várias maneiras. Ela contribui para o desenvolvimento da confiança entre indivíduos e equipes,

fomenta a comunicação aberta e nutre um espaço seguro para expressar ideias, além de facilitar a empatia em grupos. O reconhecimento das limitações e da necessidade de apoio pode levar a um trabalho em equipe mais eficaz entre seres humanos e IA, no qual cada um compensa os pontos fracos do outro.

- Apoio emocional e psicológico: em contextos como a terapia, a compreensão da vulnerabilidade humana é crucial. Tal compreensão pode orientar o desenvolvimento de uma IA que forneça apoio emocional e psicológico de maneira mais empática e eficaz.

A importância da vulnerabilidade representa mais um argumento a favor da importância de elevar a dimensão do meta-aprendizado. Ele permite a conscientização (MET2: refletir sobre processos, aprendizagem e identidade), o envolvimento com sentimentos sobre essas vulnerabilidades (MET3: compreender as próprias emoções e reações), a generalização dessas informações e sua aplicação para o mundo (MET8: levar em consideração outros pontos de vista + MET9: reconhecer, se envolver e ter empatia com as emoções dos outros) e, finalmente, com todas essas informações em mãos, fazer algo com elas (MET5: definir metas, planos para alcançá-las e analisar o próprio progresso) para se adaptar a uma nova situação (MET1: adaptar-se com flexibilidade para atender às necessidades específicas de cada situação).

COMPETÊNCIAS: ÊNFASE, DE ACORDO COM A IA

Em *Educação em quatro dimensões* (publicado no Brasil pelo Instituto Península e Instituto Ayrton Senna, disponível em: https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacao-em-quatro-dimensoes-Portuguese.pdf), o CCR apresentou um caso detalhado de competências. Com base na análise apresentada anteriormente relacionada à IA e em um mundo de mudanças rápidas, é preciso ser ainda mais específico sobre os atributos a serem *enfatizados* e sua justificativa, conforme a tabela a seguir:

	COMPETÊNCIA	ÊNFASE	JUSTIFICATIVA
HABILIDADES	Criatividade	Imaginação	Como a IA é cada vez mais capaz de aumentar sua criatividade, o foco dos seres humanos passa a ser a imaginação, principalmente a profundidade emocional e experiencial que alimenta a inspiração e a originalidade.
	Pensamento crítico	Tomada de decisões	Ao aproveitar a IA, os seres humanos precisam se tornar mais hábeis na tomada de decisões **fundamentadas** – e não as deixar para a IA.
	Comunicação	Diálogo	Embora a escuta ativa e a argumentação convincente sejam importantes, o diálogo é mais necessário do que nunca em um mundo fragmentado.
	Colaboração	Liderança	A cooperação/o trabalho em equipe são essenciais para a colaboração, mas o mundo precisa de líderes (e seguidores) para que as iniciativas não definhem. A liderança também é fundamental para gerenciar uma diversidade de agentes de IA.
	Curiosidade	Mente aberta	A exploração e o senso de encantamento são intrínsecos à evolução humana. Ter a mente aberta é cada vez mais importante devido à polarização nas redes sociais e à religiosidade extrema, entre outras influências.
CARÁTER	Coragem	Assumir riscos	A confiança leva a assumir riscos – uma marca registrada da diferenciação humana por meio da evolução, e cada vez mais necessária para se opor à mente fechada.
	Resiliência	Engenhosidade	Em um mundo de mudanças frequentes, a capacidade de criar soluções incomuns com seus próprios meios se torna uma necessidade.
	Ética	Justiça	Embora a integridade seja essencial e a "virtude" mal definida, a justiça[412] é o conceito ético mais facilmente compreendido, pois até os animais apresentam tais comportamentos.
META-APRENDIZADO	Metacognição Metaemoção	Adaptabilidade	A reflexão deve levar a uma maior autoconsciência e empatia a serviço da adaptabilidade em um mundo em rápida mudança, o que implica aprender a aprender continuamente. **A adaptabilidade é o principal diferencial na comparação com a IA.**

412. Van Damme, D. (2022). *Curriculum redesign for equity and social justice*. CCR.

O CCR insiste no papel fundamental da adaptabilidade humana para um mundo de IA, o que envolve a capacidade de lidar com várias fontes diferentes de dados e modos de raciocínio que a IA ainda não consegue reunir. A tomada de decisão humana também está profundamente interligada com as emoções e os entendimentos sociais, áreas em que a IA ainda não tem proficiência.[413]

COMO ESSA ÊNFASE SERÁ USADA?

Cada competência foi referenciada com as disciplinas[414] para garantir que:

- a disciplina propicie o desenvolvimento da competência;
- os professores não fiquem sobrecarregados por terem de lidar com todas as competências e possam contar com colegas de outras disciplinas para obter o complemento total; assim eles poderão se concentrar nas três ou quatro competências principais de modo consistente e nas outras ocasionalmente, conforme a oportunidade surgir.

A ênfase de uma competência descreve a atenção extra dada enquanto a competência é ensinada. Veja alguns exemplos a seguir.

- Para criatividade: se a IA pode gerar muitas ideias impressionantes do tipo "eu também" por meio de extrapolações e analogias, então a ênfase deve ser em que os alunos prestem atenção à imaginação, mais difícil de ser alcançada pela tecnologia.
- Para o pensamento crítico: se a IA pode gerar respostas aparentemente plausíveis, saber fazer perguntas e avaliar as respostas passa a ser ainda mais importante, tendo em vista o

413. Damásio, A. R. (2012). *O erro de Descartes*: emoção, razão e o cérebro humano. Companhia das Letras.
414. Dunn *et al.* (2021). *Embedding competencies within disciplines*. CCR.

processo de tomada de decisões. Isso é análogo ao TED talks[415] de Conrad Wolfram, além de uma generalização, que exortava os matemáticos a se concentrarem em expor o problema certo e entender seus resultados, automatizando a computação rotineira por meio de software. Nesse caso, o LLM é o "computador baseado em linguagem".

GANHOS RELATIVOS *VERSUS* PERDAS DA IA NA EDUCAÇÃO

Sempre existe – e, até certo ponto, sabiamente – um medo dos riscos se a tecnologia suplantar as capacidades humanas: uma dependência excessiva da tecnologia atrofie ou faça desaparecer capacidades humanas. O ser humano é uma espécie que depende de ferramentas e precisa delas para avançar e prosperar. Por milênios, as tecnologias facilitaram, para melhor e/ou para pior, o crescimento humano, a dispersão e a capacidade de (re)produção. Ao longo do tempo, essas tecnologias contribuíram para a perda de muitas capacidades cognitivas e físicas.

Mas o principal fator a ser considerado é a perda relativa *versus* o ganho relativo. A perda de capacidade de memória devido aos textos escritos, conforme lamentado por Sócrates,[416] pode ser considerada um fator importante, embora o ganho relativo com os textos escritos continue maior do que a perda relativa de memória. Portanto, a perda relativa dessa capacidade humana para as capacidades tecnológicas é menor do que o ganho relativo. Para os seres humanos, não há problema em transferir tarefas quando o ganho é maior.

Em um nível micro ou individual: para o indivíduo que utiliza ferramentas de IA, é possível esperar uma troca de proficiências. Torna-se fundamental contar com um repertório de ferramentas adequado ao estilo de vida e às necessidades. Não é necessário ser proficiente em todas as competências, nem em todas as tecnologias de IA. Se a criatividade, por exemplo, não for o

415. TED. (2010). Conrad Wolfram: Teaching kids real math with computers. Ted Talks.
416. "Pois essa invenção produzirá esquecimento na mente daqueles que aprenderem a usá-la, porque eles não exercitarão sua memória." Do diálogo *Fedro*, de Platão 14, 274c-275b.

ponto forte de uma pessoa, é prático que ela desenvolva fluência suficiente com técnicas para se engajar de modo eficaz com a IA, a fim de se livrar de tarefas mais pesadas ou demoradas.

Devido à capacidade da IA de igualar o desempenho humano de base e moderadamente avançado, se o indivíduo só puder esperar produzir em níveis de base, faz sentido que ele delegue à IA para aumentar sua capacidade. Além disso, tal delegação pode liberá-lo para realizar tarefas nas quais os seres humanos estão equipados de maneira exclusiva para superar inclusive o desempenho da IA. Isso pode se dever a essência única das pessoas – queremos que nossas crianças mais imaginativas continuem imaginando, para que possam aproveitar e apresentar as ideias mais inovadoras que ajudem nosso mundo. Ou talvez isso se deva a contextos particulares – cada hospital se beneficiaria de um comunicador forte e bem afinado com o ambiente da cidade e de seus integrantes. Essa localização intensa será difícil de reproduzir por uma IA. Mesmo que a comunicação da IA seja forte, ainda se pode esperar ganhos de um ser humano que seja mais forte *em um contexto específico*.

Em um nível macro ou social: a determinação de fatores insignificantes *versus* fatores importantes na atrofia das capacidades humanas depende do contexto histórico e do conhecimento disponível. Os principais fatores tecnológicos que levaram à perda de capacidades humanas são tecnologias como calculadoras ou GPS. No entanto, algumas perdas de capacidades humanas de memória que eram consideradas insignificantes são cada vez mais reconhecidas como importantes, como o conhecimento botânico medicinal e nutricional. É impossível prever com certeza quais de nossas capacidades antigas, ou do passado recente, nos servirão no futuro, mas os seres humanos perderam muitas tecnologias (por exemplo, construção de monumentos megalíticos, construção de pirâmides egípcias, argamassa romana, navegação polinésia etc.), o que apenas atrasou seu eventual avanço.

Dentro da estrutura do CCR de conhecimento, habilidades, caráter e meta-aprendizado, parece haver um delineamento perceptível entre os elementos que são relativamente fáceis para a IA

reproduzir, melhorar[417] ou aperfeiçoar (normalmente, conhecimento e habilidades) – e, portanto, representam um risco maior de atrofia nas capacidades humanas – e aqueles nos quais é mais difícil para a IA brilhar (ou seja, caráter e meta-aprendizado). Isso é visível na análise acima, que identifica tais capacidades para cada subcompetência.

Uma estratégia para mitigar esse risco em termos de conhecimento e habilidades é reforçar a redundância "analógica" para a sociedade, dependendo da fragilidade da tecnologia em uso. A fragilidade pode ser determinada por meio de dois fatores nos eixos individual e social: (1) A fragilidade da tecnologia; (2) A quantificabilidade da tecnologia. As tecnologias frágeis incluem carros autônomos, usinas nucleares e algoritmos de transações financeiras. Todas essas tecnologias são delicadas porque pequenos erros podem desencadear consequências catastróficas. As tecnologias flexíveis, ou não frágeis, incluem bicicletas tradicionais, relógios mecânicos e painéis solares. Esses tipos de tecnologia são simples e, portanto, robustos, com poucas peças mecânicas suscetíveis a falhas e que podem ser facilmente substituídas em caso de necessidade.

O reforço analógico inclui muitas estratégias que os seres humanos já usam. Os controles mecânicos de backup em sistemas com controles digitais, como aeronaves e máquinas industriais, permitem um backup analógico em caso de falha digital. Os registros em papel continuam a ser essenciais juntamente com os dados digitais em setores como de saúde, financeiro e jurídico. Geradores a diesel e outras fontes de energia autônomas são comuns em infraestruturas críticas de grande escala e em residências individuais nas quais as redes elétricas podem falhar. Nos setores de aviação e marítimo, os pilotos e marinheiros continuam sendo treinados em métodos de navegação tradicionais para oferecer

417. Por exemplo, "um sistema baseado em IA é bem-sucedido ao planejar e executar experimentos químicos do mundo real, mostrando o potencial para ajudar cientistas humanos a fazer mais descobertas com mais rapidez". (Stoughton, J. 2023. Meet 'Coscientist', your AI lab partner. U.S. National Science Foundation.) https://new.nsf.gov/science-matters/meet-coscientist-your-ai-lab-partner

uma proteção contra falhas nas comunicações via satélite. Esses são apenas alguns dos métodos que os seres humanos empregam para mitigar a dependência de tecnologias críticas e generalizadas.

Um fator adicional à fragilidade da tecnologia é o grau de quantificação do risco de perda da tecnologia. A sociedade humana já está construída sobre uma torre frágil de tecnologias cada vez mais complexas (por exemplo, microprocessadores), entre as quais a IA é a mais recente. O colapso de qualquer uma delas terá um efeito dominó difícil de prever. O que complica ainda mais a quantificação do risco é a necessidade de prever a *mudança na capacidade de todos os seres humanos* de responder a desastres, pois as capacidades da sociedade humana serão diferentes em um mundo afetado pela IA. Portanto, é mais difícil prever a resposta da sociedade a um desastre quando as capacidades da sociedade mudaram de maneira amorfa – considere a resposta da sociedade à pandemia em um mundo com menos letramento informacional devido à proliferação das redes sociais.

Com tantos recursos que podem ser delegados à IA, o ser humano se beneficiará ao considerar novas ocupações que podem ganhar com uma realocação cuidadosa de recursos para reforçar melhor a redundância social. Além de dispositivos de segurança analógicos para suas tecnologias, a sociedade provavelmente ganharia com o treinamento de dispositivos de segurança *humanos* – um arquivista fluente em navegar pelos registros históricos para quando o assistente de pesquisa de IA estiver inativo, por exemplo, ou uma equipe capaz de recriar o semicondutor.

As desvantagens da IA para a Educação e outras atividades humanas estão posicionadas em uma "curva n" – em outras palavras, a "doutrina do meio-termo", nem muito, nem pouco. No âmbito da confiabilidade, não existe risco potencial significativo. Os seres humanos podem confiar na tecnologia, como fazem há milênios. No entanto, o **excesso de confiança** na tecnologia é perigoso, sobretudo pelo seu potencial de enfraquecer nossa capacidade de raciocínio crítico. Como em quase tudo, a moderação é fundamental. É provável que algumas pessoas venham a confiar demais na tecnologia e sofram as consequências. Mas é indispensável que as sociedades e os indivíduos busquem a "doutrina do meio-termo".

QUAL É O MAIOR GANHO PARA A EDUCAÇÃO?

A integração da IA na Educação gera ganhos significativos em termos de personalização, eficiência e acessibilidade. Esses ganhos aumentam o engajamento dos alunos e os resultados da aprendizagem, permitem uma aprendizagem mais eficiente e eficaz e tornam a Educação mais amplamente disponível no espaço, no tempo e para pessoas com deficiências.[418] Tais vantagens devem ser ponderadas em relação às possíveis perdas, como a redução das habilidades acadêmicas básicas, preocupações com a privacidade e questões de equidade, o que significa que a integração eficaz da IA na Educação exige planejamento e consideração cuidadosos desses fatores. Por fim, a capacidade que a IA tem de democratizar a Educação não tem paralelo.

Ethan Mollick, da Wharton School da Universidade da Pensilvânia, postou um comentário sobre o resultado da Harvard Business School citado no Capítulo 2, referente ao impacto do uso da IA por consultores, observando notavelmente que "os benefícios da assistência não foram distribuídos igualmente: nas tarefas em que se mostrou mais útil, **a IA foi significativamente mais útil para os participantes menos qualificados".** *Isso demonstra o poder da IA na Educação como um bom "impulsionador", exatamente o que a Educação deve ser.*

UM TIPO *DIFERENTE* DE INTELIGÊNCIA

> *"A pergunta não é 'essas inteligências conseguirão nos imitar e apenas acrescentar um pouco mais?', pois o que essas máquinas farão será diferente. A questão é: "quais serão suas capacidades reais?"*
> – David Wolpert

418. Burgstahler, S. (2003). The role of technology in preparing youth with disabilities for postsecondary education and employment. *Journal of Special Education Technology*, 18(4), 7- 19); Hwang, G.-J., Spikol, D., & Li, K.-C. (2018). Guest Editorial: Trends and Research Issues of Learning Analytics and Educational Big Data. *Educational Technology & Society*, 21(2), 134-136; Liu, L., & Hmelo- Silver, C. E. (2009). Intelligent tutoring systems for collaborative learning: Enhancements to authoring tools. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(3), 263-275).

Embora a pesquisa do CCR tenha tentado evitar vieses antropocêntricos, as subcompetências foram extraídas de pesquisas em psicologia e ciências da aprendizagem, todas tratando exclusivamente de seres humanos. Isso implica um viés intrínseco, que os autores se empenharam em corrigir. Por exemplo, evitou-se o uso de argumentos com carga emocional, mas vazios, que em geral aparecem nas descrições de "o que nos torna humanos". Além disso, é preciso ter humildade em relação às várias fragilidades humanas, sejam elas fisiológicas ou mentais. Nos Estados Unidos, os juízes têm dado sentenças mais duras dependendo de seus tempos de descanso ou para réus integrantes de grupos minorizados;[419] os médicos têm demonstrado falta de empatia com os pacientes;[420] os pais exibem falta de paciência com os filhos;[421] e assim por diante. A IA, com sua consistência e por ser "incansável", pode melhorar os seres humanos ou, pelo menos, ajudá-los a estar mais conscientes de tais fragilidades e a se aperfeiçoar. É bem possível que a comparação constante da IA com os seres humanos possa ser prejudicial para se pensar de modo mais aberto e sincero sobre suas capacidades. É preciso ter cuidado com as comparações, como se faria com a inteligência dos polvos, por exemplo. O foco deve estar nos resultados e nas capacidades, e não nos debates *ab initio*.

A IA é uma nova forma de inteligência. Relembrando os recursos NÃO humanos da IA:

- Escalabilidade, velocidade, memória: a IA pode lidar com grandes quantidades de informações, fazer cálculos complexos, aprender com vastos conjuntos de dados em uma fração do tempo que um ser humano levaria para fazer – e nunca esquecer.

419. Danziger, S., Levav, J., & Avnaim-Pesso, L. (2011). Extraneous factors in judicial decisions. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(17), 6889-6892. Mustard, D. B. (2001). Racial, ethnic, and gender disparities in sentencing: Evidence from the U.S. Federal Courts. The Journal of Law and Economics, 44(1), 285-314.
420. Halpern, J. (2003). What is clinical empathy? Journal of General Internal Medicine, 18(8), 670-674. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1494899/
421. Deater-Deckard, K. (2004). Parenting stress. Yale University Press.

- Adaptabilidade: os sistemas de IA otimizam seus algoritmos para novos dados.
- Versatilidade: a IA pode ser especialista em vários campos, de saúde a finanças, de transportes a entretenimento.
- Personalização: os sistemas de IA podem ser projetados para determinadas tarefas, tornando-os altamente eficientes em domínios específicos.
- Multiplicidade: a percepção da IA como uma entidade única atualmente deriva do acesso a ela por meio de chatbots. Mas, na realidade, haverá muitos sistemas de IA diferentes, com vários tipos de capacidades, da mesma forma que existem dezenas de microprocessadores nos carros, não apenas um.
- Conectividade global: a IA pode ser integrada a redes globais, permitindo o compartilhamento de dados em tempo real e a colaboração entre sistemas únicos. Isso significa que sua taxa de aprendizado será infinitamente mais rápida do que a dos seres humanos. Imagine que uma família de robôs da área de saúde aprenderia com o erro de um único robô, ou que um veículo automatizado poderia se beneficiar do aprendizado situacional de todos os outros veículos do mesmo tipo.
- "Sincognitismo", de acordo com Azeem Azhar: "A IA surgirá como um tipo de inteligência coletiva, as interações entre muitos sistemas [*diferentes*] que se comportam de modo inteligente de maneiras diferentes para criar um substrato amplo que parece mais inteligente como um todo". Isso levará à aprendizagem em *escala hiperbólica* em algumas situações (como mostrado no final do filme *Ela*,[422] quando a IA decide deixar os seres humanos para trás porque sua sofisticação em rede excedeu imensamente a compreensão humana).

Os seres humanos podem e devem permanecer no controle e usar essas capacidades com sabedoria para ampliar os resultados positivos e mitigar os negativos.

422. Spike Jonze, 2013. Warner Bros.

SURGIMENTO DE DIFERENTES CAPACIDADES HUMANAS

Este livro considera as distinções entre as capacidades artificiais e humanas, bem como as distinções que se espera que surjam entre os seres humanos pré-IA (aqueles que cresceram em mundos antes da IA, mas que trabalharão com ela em níveis variados) e os humanos pós-IA, que crescerão com a tecnologia de IA e considerarão sua existência normal.

O termo "iGen"[423] foi criado para identificar os seres humanos que cresceram a partir de meados dos anos 1990, que nunca conheceram um mundo sem smartphones. Essa coorte, agora denominada pelo termo mais onipresente Geração Z, se comporta de modo diferente das gerações anteriores, pois se adaptou a um mundo alimentado pela internet e não tem noção de como seria sem ela.

É possível que surja uma lacuna ainda maior entre os membros de uma "geração de IA" e aqueles que cresceram e foram treinados em suas carreiras em um mundo sem IA. Entre os adultos que vivenciaram um mundo sem IA, existe um ceticismo significativo (até mesmo medo) em relação à IA e suas capacidades. É natural que haja uma desconfiança geral, pois a geração pré-IA está exposta aos primeiros *bugs*, pontos fracos e limitações dessa tecnologia. Quando se trata do domínio afetivo, não importa o quanto uma IA seja eficaz em imitar os níveis humanos de empatia. A simples consciência de que ela não é humana provavelmente prejudicará sua eficácia para as gerações pré-IA e, possivelmente, pós-IA.

Imagine um diálogo terapêutico baseado em um texto no qual um indivíduo (para usar termos terapêuticos, o "cliente") deseja fazer uma introspecção sobre uma situação e desenvolver um plano de ação. Um agente de IA e um agente terapeuta podem gerar o mesmo conteúdo para ajudá-lo a refletir, e ambos podem sugerir ideias de planos de ação. As mensagens comunicadas podem ser idênticas. Ainda assim, um cliente pode reagir ao conteúdo de modo diferente, dependendo do fato de saber que a informação veio de uma IA, de um terapeuta ou de não ter certeza da origem do conteúdo.

423. Twenge, J.M. (2018). *iGen*: por que as crianças superconectadas... nVersos.

Especificamente nas dimensões de caráter e meta-aprendizado, é provável que a IA alcance a humanidade em sua aptidão para executar "movimentos" capazes, por exemplo, de dar bons conselhos e apoio emocional. Entretanto, a eficácia de tais movimentos continua sendo medida pela capacidade humana de receber e assimilar esses comportamentos. No entanto, mesmo quando os seres humanos são totalmente receptivos à IA, talvez ainda seja muito mais agradável (mais "normal") receber as afirmações de um ser humano cujas habilidades de empatia se baseiam na experiência pessoal, e não em algoritmos (embora os algoritmos também se baseiem em experiências e conhecimentos humanos e possam, às vezes, até ser mais precisos!) Por outro lado, a forte inclinação humana para a antropomorfização pode vencer. Assim, será possível testemunhar a mesma divergência, com base na sugestionabilidade, que acontece com as redes sociais...

Este é outro grande período de transição para a humanidade, e é responsabilidade daqueles que conheceram um mundo sem IA capturar e preservar efetivamente o conhecimento que pode ser perdido, ao mesmo tempo em que permanecem com a mente aberta em relação a como a IA pode apontar falhas na lógica humana ancestral. A ética é uma preocupação imediata e válida durante essa e qualquer outra transição. Durante séculos, os seres humanos confiaram em heurísticas centradas no ser humano para a ética e a tomada de decisões. É de se esperar que a proliferação da IA e dos seres humanos pós-IA desafie uma série dessas heurísticas. A proximidade de um ser humano com o ato de "matar", por exemplo, costuma gerar reações viscerais que afetam a tomada de decisões – daí o dilema inerente no cerne do dilema do bonde[424] ou a distinção afetiva entre um ataque de drone e um combate corpo a corpo. Essas reações viscerais são encontradas na vida humana cotidiana, e vão de decisões financeiras até a escolha de alimentos, de opiniões políticas a opções de saúde. Esses tipos de reações

424. "O dilema do bonde é uma série de experimentos mentais que envolvem dilemas éticos estilizados sobre sacrificar ou não uma pessoa para salvar um número maior de pessoas." Dilema do bonde. 2024. *Wikipedia*.

quase instintivas são, em geral, respostas emocionais imediatas e poderosas a uma situação ou informação, e podem ignorar processos de pensamento mais deliberados e racionais. Sem essas heurísticas às vezes benéficas, mas muitas vezes falhas, a IA pode ser capaz de tomar decisões mais consistentes dentro de uma estrutura ou código moral bem definido, ajudando a refrear o instinto humano e contribuindo para uma sociedade mais ética.

A humanidade tem reações viscerais, mas injustas, quando, por exemplo, um automóvel autônomo com IA mata um único pedestre, em contraste com o "erro" trágico, mas aceito, da direção humana imprudente que fere 1,3 *milhão* de pessoas em todo o mundo[425] *a cada ano*. Com frequência, a IA é submetida a padrões muito mais elevados do que os seres humanos, que já estabeleceram níveis socialmente aceitáveis de risco ao interagir uns com os outros. Dito isso, as IAs têm pontos cegos cruciais e exigem uma quantidade notável de poder de processamento para fazer o que os seres humanos considerariam determinações de bom senso. Uma camada de risco permanece em qualquer decisão executada por IA – um ponto cego exclusivo ao contexto da questão. Mesmo que a IA acerte 99% das decisões tomadas, ela inevitavelmente cometerá erros em decisões de alto risco, de modo que a sociedade precisará aceitar esses fatores.

Os códigos legais são outro excelente exemplo da leniência humana, com códigos morais e éticos ultrapassados e com as leis que os aplicam. Ainda existem nos livros muitas leis tão antiquadas que seria uma grande bobagem aplicá-las. A IA tem a capacidade de assimilar códigos legais inteiros (o que já é uma façanha que vai além de toda a capacidade humana individual) e poderia, potencialmente, aplicar ***todas*** essas leis indiscriminadamente.[426] Esse exemplo demonstra mais uma vez o equilíbrio entre flexibilidade e intransigência na IA. Por um lado, a inflexibilidade da IA pode parecer um pesadelo (embora se, nesse caso, ela incentivasse os seres

425. Ahmed, S. K. *et al*. (2023). Road traffic accidental injuries and deaths: A neglected global health issue. *Health Science Reports, 6*(5). https://doi.org/10.1002/hsr2.1240

426. Al-Sibai, N. (2023). AI might actually enforce all of our stupid laws, expert warns. *Futurism*.

humanos a revisar códigos legais obsoletos, talvez esse não fosse o pior resultado). Por outro lado, a flexibilidade humana na interpretação das leis costuma levar à corrupção, à desigualdade e à escolha seletiva por parte dos juízes. A IA poderia ajudar a manter os juízes atentos em termos de consistência nas suas decisões.

É essa camada de erros aleatórios, peculiaridades e resultados imprevistos que impede o valor potencial que as IAs podem ter como mediador, juiz, terapeuta ou outro agente interativo "neutro". Assim como a adoção da Wikipedia como uma fonte válida de informações, a validade dos resultados da IA exigirá que os sistemas sejam rigorosamente testados ao longo do tempo, com a confiança aumentando aos poucos à medida que seja obtida a aprovação em testes mais impressionantes e mais parecidos com os humanos. Quando a validade das respostas aumentar, a desconfiança humana em relação a essas respostas diminuir e a prática humana generalizar o uso da IA, novas utilidades serão abertas e novas funções para os agentes de IA se tornarão aceitáveis e normalizadas.

CAPÍTULO 7

A necessidade de personalização

"A Educação deve se preocupar cada vez mais com o desenvolvimento pleno de todas as crianças e jovens, e será responsabilidade das escolas buscar condições de aprendizagem que permitam a cada indivíduo atingir o mais alto nível de aprendizagem possível."
Benjamin Bloom

POR QUE A PERSONALIZAÇÃO SEMPRE FOI IMPORTANTE NA EDUCAÇÃO?

Observação: embora "diferenciação" fosse a palavra mais adequada, o Center for Curriculum Redesign (CCR) optou por "personalização", que é mais usada, sem esquecer suas conotações negativas quanto à importância da aprendizagem social e colaborativa.

Adaptar as abordagens de ensino e aprendizagem para atender às necessidades, preferências e ritmos individuais dos alunos é fundamental para a Educação por vários motivos convincentes. O mais importante é que os estudantes não são homogêneos; eles têm origens, habilidades e estilos de aprendizagem variados. Os métodos tradicionais iguais para todos (os chamados "tamanhos únicos" na tradução do inglês) são insuficientes porque não conseguem engajar todos os alunos da mesma forma, o que pode levar ao desinteresse ou ao baixo desempenho de alguns.[427] Um aluno com dificuldade em leitura, por exemplo, pode se sentir deixado para trás em uma sala de aula padrão, mas tem possibilidade de prosperar quando recebe recursos que atendem a suas necessidades específicas. Esses tipos de problemas persistentes e como as práticas educacionais personalizadas podem atenuá-los estão bem documentados no trabalho do psicólogo educacional Benjamin Bloom. Ele identificou um fenômeno que apelidou de "problema de dois sigmas" depois de observar que os alunos que recebiam aulas particulares usando técnicas de aprendizagem de domínio tinham um desempenho dois desvios padrão (ou "sigmas") acima dos alunos que aprendiam por meio de instrução convencional em grupo.[428] Em outras palavras, quem recebia instrução personalizada poderia superar 98% dos demais no ambiente de grupo tradicional. Essa descoberta apresentou um desafio que a inteligência artificial (IA) agora é capaz de abordar de modo único: como o sistema educacional pode ser reestruturado para

427. Tomlinson, C. A. (2001). How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms. ASCD.
428. Bloom, B. S. (1984). The 2-sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4-16. Nintil. (2020). On Bloom's two sigma problem: A systematic review of the effectiveness of mastery learning, tutoring, and direct instruction. *Nintil Blog*.

oferecer os benefícios da tutoria individual a uma gama maior de alunos sem os altos custos e as demandas de recursos associados?

Além das vantagens fenomenais de desempenho das práticas educacionais personalizadas, a personalização também pode contribuir para o desenvolvimento de conexões mais profundas com a aprendizagem. Quando a Educação está em sintonia com os interesses e aspirações de um aluno, ela pode despertar paixão e motivação intrínseca, levando a uma compreensão mais profunda e duradoura e a uma maior probabilidade de sucesso a longo prazo.[429]

ESCOLHAS EM DIFERENTES NÍVEIS

É comum ver a escolha para os alunos como uma proposta do tipo tudo ou nada, geralmente no nível dos cursos STEM (sigla em inglês para a Educação centrada em ciência, tecnologia, engenharia e matemática), de humanas ou de artes. Mas há muitas camadas a explorar, mesmo quando algumas disciplinas são obrigatórias. A tabela a seguir mostra as várias camadas de possibilidades:

NÍVEL	EXEMPLO DE ESCOLHAS
Macro	Trajetória escolhida (por exemplo, STEM, humanas, artes). Disciplina escolhida dentro dos cursos (por exemplo, economia *versus* psicologia).
Médio	Tipo de projeto (por exemplo, robô nadador ou robô voador).
Micro	Trajetórias agrupadas (por exemplo, palavra inteira *versus* aquisição de linguagem fonética).
Nano	Trajetórias individualizadas (com várias possibilidades: "planas" ou adaptativas, sem ou com IA).

OS ALUNOS SEMPRE SABEM O QUE É MELHOR?

Em um artigo crítico importante, o professor norte-americano Paul Kirshner e outros autores desmascaram três lendas urbanas muito difundidas e persistentes:[430]

429. Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., & Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. E*ducational Psychologist*, 26(3-4), 325-346. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4_6

430. Paul A. Kirschner & Jeroen J.G. van Merrinboer (2013) Do Learners Really Know Best? Urban Legends in Education, *Educational Psychologist*, 48:3, 169-183, https://doi.org/10.1080/00461520.2013.804395

1. "Os alunos 'nativos digitais' formam uma geração que costuma escolher o que prefere, mas o que eles preferem nem sempre é o melhor para eles.
2. Os alunos sabem naturalmente como aprender com as novas mídias e as mídias e os métodos 'antigos' usados no ensino/aprendizado não funcionam mais para eles.
3. Os alunos têm estilos de aprendizagem específicos e a Educação deve ser individualizada de modo que a pedagogia de ensino/aprendizado seja compatível com o estilo preferido pelo aluno.
4. Os alunos devem ser vistos como autoeducadores, aos quais deve ser dado o máximo de controle sobre o que estão aprendendo e sua trajetória de aprendizado.

Todas essas lendas se baseiam principalmente em crenças e convicções, não em teorias científicas apoiadas por descobertas empíricas."

Para o propósito deste livro, os pontos de vista do CCR ecoam com os de Kirshner, com base nas ciências da aprendizagem:

- Os "nativos digitais" costumam estar mais familiarizados com o uso da tecnologia, mas isso não os torna tecnólogos, tampouco significa que o uso da tecnologia é sempre o melhor mecanismo para aprender. Com a IA, eles correm o risco de se tornarem "ingênuos digitais" se não tiverem letramento digital e aprenderem pensamento computacional, e alguns, ciência da computação.
- Os estilos de aprendizagem foram amplamente desacreditados. O psicólogo educacional norte-americano Howard Gardner, por exemplo, tem sido cuidadoso ao dizer que propôs uma teoria científica que não deve ser confundida com uma receita para a Educação.
- Quanto aos alunos como autoeducadores, há várias razões pelas quais esse aspecto deve ser tratado com cuidado. De acordo com Kirshner e outros autores, "... os alunos nem sempre são bem-sucedidos no controle do próprio aprendizado, especialmente em ambientes de aprendizado baseados em computa-

> dor, e nem todos os alunos preferem, nem saem ganhando, com o controle das tarefas [...]; [...] os alunos muitas vezes escolhem o que preferem, mas o que preferem nem sempre é o melhor para eles...; ... as pessoas gostam de ter a oportunidade de fazer algumas escolhas, mas, quanto mais opções tiverem para escolher, mais frustrante será fazer a escolha...". **Este livro aborda como você pode oferecer a *quantidade certa* de opções, com o *suporte pedagógico certo* para os alunos.**

POR QUE A IA ESTÁ TORNANDO A PERSONALIZAÇÃO AINDA MAIS IMPORTANTE?

Expectativas dos jovens: quando os algoritmos personalizam as recomendações de conteúdo em plataformas como Netflix, Spotify, YouTube, Instagram e TikTok, os alunos esperam cada vez mais um nível semelhante de personalização nas demais experiências, inclusive na sala de aula. A natureza generalizada do conteúdo personalizado em plataformas on-line e de entretenimento condicionou os alunos a buscar e valorizar experiências individualizadas. Em comparação, uma Educação do tipo "tamanho único" parece ultrapassada e menos atraente. Além disso, por serem nativos digitais, os alunos hoje estão acostumados a respostas rápidas a consultas, gratificação imediata e plataformas digitais personalizadas e interativas (muitas vezes a ponto de constituírem "bolhas" de interesse pessoal e isolamento intelectual e emocional).[431] A personalização ajuda a trazer os sistemas educacionais para o século 21, ajudando-os a se alinhar melhor aos hábitos e à capacidade de atenção dos nativos digitais, tornando o aprendizado mais intuitivo e eficiente.

Aspectos sociais e emocionais: ao analisar grandes quantidades de dados sobre padrões individuais de aprendizagem, preferências e respostas emocionais, os sistemas de IA podem personalizar experiências educacionais que não apenas atendam às necessidades acadêmicas, mas também correspondam aos contextos sociais

431. Rouse, M. (2018). Filter bubble. *Technopedia*.

e emocionais dos alunos.[432] Uma plataforma de aprendizagem personalizada poderia, por exemplo, ajustar seu conteúdo e fornecimento com base no estado emocional de um aluno, garantindo que o material seja apresentado com maior receptividade para ele em um determinado momento.

Competências: à medida que a IA assume muitas tarefas, cresce a importância das competências centradas no ser humano, como o pensamento crítico. A Educação personalizada pode atender melhor ao desenvolvimento dessas habilidades com base nos pontos fortes e fracos de cada aluno. No domínio do meta-aprendizado, que inclui habilidades como adaptação flexível e reflexão sobre processos, aprendizado e identidade, as ferramentas de IA podem fornecer feedback adaptativo, ajudando os alunos a reconhecer padrões de pensamento e comportamento e incentivando-os a refinar suas habilidades metacognitivas. No domínio das habilidades, a IA pode simular desafios do mundo real, permitindo que os alunos apliquem suas habilidades de comunicação ou colaboração em diversos cenários. Com o tempo, a IA pode acompanhar o progresso deles, adaptar cenários com base no desempenho individual e promover o domínio dessas competências. Ao facilitar experiências de aprendizagem personalizadas, adaptadas às necessidades específicas e aos níveis de progresso de cada aluno, a IA eleva a importância das ferramentas de personalização educacional, garantindo que cada aluno possa obter proficiência em competências essenciais.

Motivação: a integração de ferramentas com tecnologia de IA às salas de aula permite um novo potencial para personalizar as experiências de aprendizagem, aumentando assim o envolvimento e a motivação dos alunos. As plataformas orientadas por IA podem analisar em tempo real as interações, o progresso e o feedback dos alunos para adaptar o conteúdo e os recursos especificamente para eles. As plataformas de aprendizagem adaptativa, por exemplo, identifi-

432. Calvo, R. A., & D'Mello, S. K. (2010). *IEEE Transactions on Affective Computing, 1*, 18-37.

cam as áreas nas quais um aluno está com dificuldades e fornecem recursos ou exercícios personalizados para solucionar essas lacunas. Abordagens direcionadas assim atendem às necessidades individuais de aprendizagem e incentivam o envolvimento ao apresentar o material no nível certo de dificuldade para o aluno. Isso aumenta sua motivação à medida que ele obtém um sucesso mais consistente e recebe feedback imediato e personalizado, tornando as experiências de aprendizagem mais relevantes e gratificantes.

Identidade: ao reconhecer e se adaptar às origens culturais, socioeconômicas ou pessoais individuais, as ferramentas de IA podem fornecer conteúdo contextualmente relevante, promovendo um profundo senso de validação de identidade e pertencimento.[433] Esse nível de personalização pode melhorar a conexão emocional do aluno com o material didático, facilitando um envolvimento, uma compreensão e uma autoconsciência mais profundos. Em uma sala de aula com diversidade, essas abordagens personalizadas garantem que o aprendizado não seja apenas um exercício cognitivo, mas também um processo de autoexploração e afirmação.

Agência: a agência é um componente vital para a motivação profunda e intrínseca, e para o aprendizado eficaz. Os modelos tradicionais de Educação costumam colocar os alunos em papéis passivos, mas as ferramentas de IA podem transformá-los em participantes ativos, adaptando as experiências de aprendizagem de acordo com suas necessidades, preferências e ritmo. Uma plataforma de aprendizagem orientada por IA pode, por exemplo, oferecer aos alunos opções de como eles querem abordar um tópico, que recursos gostariam de explorar ou até mesmo que avaliações gostariam de abordar, com base em desempenhos anteriores e metas futuras. Essa personalização permite que os alunos assumam o controle do próprio aprendizado, tomando decisões que

433. Warschauer, M., & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Education, 34*(1), 179--225. https://doi.org/10.3102/0091732X09349791

atendam a suas necessidades e interesses, aumentando seu senso de agência. À medida que interagem com sistemas de IA que se adaptam e respondem a suas informações, os alunos começam a reconhecer o valor das próprias escolhas e ações na formação de seus resultados educacionais.

Propósito: quando embarcam em suas jornadas educacionais, os alunos costumam ter metas ou ambições específicas às quais aspiram. As ferramentas de IA podem selecionar recursos, tarefas e experiências que se alinham diretamente com essas metas. Um aluno apaixonado por conservação ambiental, por exemplo, poderia receber recomendações de IA para leituras, viagens de campo virtuais e ideias de projetos adaptados a esse interesse, permitindo que ele se aprofunde no assunto e, ao mesmo tempo, relacione-o a padrões e objetivos educacionais mais amplos. Essas experiências personalizadas não apenas aprimoram o crescimento acadêmico como também fomentam um senso de propósito mais forte, pois os alunos veem a relação direta entre os estudos e as próprias aspirações. Ao alinhar dinamicamente o conteúdo educacional com os objetivos em evolução dos alunos, a IA facilita um envolvimento mais profundo e significativo com o aprendizado.[434]

COMO A IA PODE AJUDAR A RESOLVER O DESAFIO DA PERSONALIZAÇÃO EM MASSA?

A IA está começando a pavimentar o caminho para transformações revolucionárias no campo da Educação, tornando as metas de aprendizagem personalizada mais viáveis do que nunca. As plataformas de Educação baseadas em IA podem analisar em tempo real grandes quantidades de dados sobre os comportamentos de aprendizagem, as preferências e o desempenho de um aluno. Isso permite que o sistema adapte continuamente o conteúdo instrucional para atender às necessidades e ao ritmo exclusivos

434. Yeager, D. S., & Dweck, C. S. (2012). Mindsets that promote resilience: When students believe that personal characteristics can be developed. *Educational Psychologist, 47*(4), 302-314. https://doi.org/10.1080/00461520.2012.722805

de cada um.[435] Se uma ferramenta de aprendizagem orientada por IA detectar que um aluno tem dificuldades com um determinado conceito de matemática, ela poderá fornecer recursos adicionais ou diferentes abordagens de instrução adaptadas a ele, garantindo que compreenda o conceito antes de prosseguir. Por outro lado, para os alunos que se saem excepcionalmente bem, o sistema pode oferecer tarefas mais desafiadoras a fim de mantê-los envolvidos e promover uma exploração mais profunda dos tópicos. Além do conteúdo adaptativo, as ferramentas de IA também são capazes de prever as áreas nas quais o aluno poderá enfrentar desafios no futuro, permitindo intervenção e suporte preventivos.[436]

A seguir, apresentamos uma lista não exaustiva de exemplos de ferramentas e técnicas de IA disponíveis hoje para a personalização dos alunos:

- **Insights orientados por dados:** a IA pode analisar grandes quantidades de dados das interações dos alunos com as plataformas de aprendizagem. Isso permite que os educadores entendam que métodos de ensino são mais eficazes, que tópicos são mais desafiadores e até quais alunos correm o risco de ficar para trás.
- **Aprendizagem adaptativa:** a IA pode adaptar continuamente o conteúdo com base nas interações dos alunos. Se um deles tiver dificuldades com um tópico específico, a IA poderá fornecer mais recursos ou diferentes tipos de conteúdo (por exemplo, vídeos, questionários ou exercícios interativos) para ajudá-lo a entender melhor.[437]

435. Pane, J. F., Steiner, E. D., *et al*. (2015). Continued progress: Promised developments of personalized learning. RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1365.html

436. Baker, R. S., & Siemens, G. (2014). Educational data mining and learning analytics. *In:* R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 253-274). Cambridge U. Press.

437. Koedinger, K. R., Corbett, A. T., & Perfetti, C. (2012). The Knowledge-Learning-Instruction framework. *Learning Research and Development Center*. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22486653/

- **Trajetórias individuais de aprendizado:** cada pessoa aprende de maneira diferente. Alguns alunos compreendem conceitos rapidamente, enquanto outros precisam de mais tempo. A IA pode identificar esses padrões e adaptar as experiências de aprendizado para que elas correspondam ao ritmo de cada aluno, garantindo que todos recebam uma Educação adaptada a seus pontos fortes e fracos.
- **Recursos de aprendizagem personalizados:** a IA pode selecionar recursos da internet adaptados ao nível de aprendizado e aos interesses atuais do aluno. Se um aluno for apaixonado pelo espaço, a IA poderá oferecer problemas de matemática relacionados à exploração espacial.
- **Adaptação do estilo de aprendizado:** a IA pode ajustar os métodos de ensino de acordo com o perfil visual, auditivo ou cinestésico do aluno. Os alunos visuais, por exemplo, podem receber mais diagramas e vídeos, enquanto os alunos auditivos terão mais podcasts ou palestras faladas.[438]
- **Engajamento e motivação:** as experiências de aprendizagem personalizadas podem ser mais envolventes, pois atendem aos interesses e às necessidades do aluno. Isso pode levar a uma maior motivação e a melhores resultados de aprendizagem.
- **Feedback instantâneo:** as configurações tradicionais de sala de aula nem sempre permitem um feedback instantâneo. A IA pode fornecer respostas imediatas, informando em que os alunos erraram, dando dicas ou sugerindo recursos para reforçar a compreensão.
- **Assistentes de voz no aprendizado:** os assistentes virtuais orientados por IA, como Siri, Alexa ou variantes educacionais específicas, podem responder a perguntas, dar explicações ou orientar os alunos em tópicos complexos a qualquer momento, complementando o ensino tradicional.[439]

438. Lynch, G. (2017). How AI will shape the future of search. *MarTech Today*.
439. Winkler, R., & Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education. *Education and Information Technologies, 23*(6), 2531-2556.

- **Criação de conteúdo inteligente:** a IA pode criar material de leitura personalizado e adaptado ao nível de conhecimento atual do aluno, garantindo que o conteúdo não seja nem muito fácil nem muito desafiador. Isso pode significar gerar explicações simplificadas para conceitos difíceis ou oferecer leituras avançadas nos tópicos em que os alunos se destacam.[440]
- **Reconhecimento de emoções:** alguns sistemas avançados usam reconhecimento facial para avaliar a emoção de um aluno. Se parecer frustrado ou confuso, a plataforma pode ajustar o método de ensino ou fornecer recursos adicionais.[441]
- **Análise preditiva:** os sistemas de IA podem prever quais alunos correm o risco de ficar para trás ou serem reprovados, permitindo que professores e administradores intervenham proativamente.[442]
- **Atender a necessidades diversas:** as salas de aula são diversificadas, pois são compostas por alunos de várias origens culturais, linguísticas e socioeconômicas, e com uma ampla gama de habilidades e deficiências. A IA pode ajudar a adaptar a Educação para atender a essas necessidades diversas, garantindo a inclusão.
- **Aprendizado interativo e imersivo:** por meio de ambientes de realidade virtual (RV) com tecnologia de IA, os alunos podem ser colocados em um ambiente simulado e interativo adaptado a suas necessidades de aprendizado, como eventos históricos ou fenômenos científicos.[443]

---

440. Bull, S., & Kay, J. (2007). Student models that invite the learner *in:* The SMILI:() Open Learner Modelling Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 17*(2), 89-120.

441. D'Mello, S., Picard, R., & Graesser, A. (2017). Toward an affect-sensitive AutoTutor. *IEEE Intelligent Systems, 22*(4).

442. Bowers, A. J. (2017). Quantitative research methods training in education leadership and administration preparation programs as disciplined inquiry for building school improvement capacity. *Journal of Research on Leadership Education, 12*(1), 72-96. https://core.ac.uk/download/pdf/161456866.pdf

443. Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education. *12th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation.* https://www.itd.cnr.it/download/eLSE%202015%20Freina%20Ott%20Paper.pdf

- **Aprendizado pela vida toda:** a Educação não se limita aos anos de escola formal. Com a IA, os adultos podem continuar aprendendo e aprimorando suas habilidades ao longo da vida. A tecnologia pode recomendar cursos, recursos e caminhos com base nas habilidades atuais e nas metas futuras de uma pessoa.

Esses tipos de ferramentas e técnicas baseadas em IA, e as que estão por vir, oferecem aos educadores uma oportunidade sem precedentes de tornar o aprendizado personalizado mais viável. Escalabilidade e velocidade são os principais benefícios dessas ferramentas. Embora seja um desafio para os educadores humanos dar atenção personalizada a todos os alunos em turmas grandes, as plataformas orientadas por IA podem se expandir facilmente, oferecendo experiências de aprendizagem personalizadas a um grande número de alunos simultaneamente. Com a implementação de ferramentas e técnicas baseadas em IA na sala de aula, será possível ampliar as funções dos educadores. Ao automatizar tarefas mais repetitivas, a tecnologia permite que eles se concentrem em aspectos mais complexos do ensino, como fomentar o pensamento crítico, orientar e atender necessidades socioemocionais.

As seções a seguir apresentam discussões aprofundadas sobre como a motivação, a identidade, a agência e o propósito são compreendidos e utilizados nos contextos sociais e acadêmicos atuais e pelo CCR, bem como sobre de que modo esses elementos podem mudar ou ser ainda mais desenvolvidos na era da IA. As definições e as pesquisas pertinentes a cada um desses conceitos serão fornecidas em cada seção. Antes será apresentada a relação entre esses quatro conceitos.

O entendimento contemporâneo do desenvolvimento humano reconhece a natureza fluida e múltipla da motivação, da identidade/pertencimento, do *mindset* de agência/crescimento, e do propósito/paixão, sugerindo que os indivíduos não possuem um único propósito ou uma motivação estática durante toda a vida. Pelo contrário, os seres humanos navegam e prosperam em diversos papéis, experiências e contextos sociais que podem le-

var a múltiplas identidades e propósitos.[444] Uma pessoa pode se identificar como pai, artista e ativista ao mesmo tempo, sendo que cada aspecto oferece uma lente diferente pela qual ela vê o mundo. Da mesma forma, o propósito de uma pessoa como cuidadora pode ser diferente do seu propósito como profissional. Reconhecer "identidades" e "propósitos" no plural significa reconhecer tal complexidade e evitar simplificar demais a diversidade da experiência humana. Nos ambientes educacionais, abraçar essa pluralidade permite que os educadores nutram os diversos papéis, aspirações e autoconceitos dos alunos, garantindo uma abordagem mais holística e relevante para o desenvolvimento deles.[445]

Os indivíduos possuem motivações, identidades e propósitos no plural. No entanto, em muitas partes do texto a seguir, a forma singular desses substantivos pode ser empregada para fins de simplicidade.

Essa complexidade exige uma maior priorização da(s) motivação(ões), identidade(s) (e pertencimento), agência (e mindset de crescimento) e propósito(s) (e paixão) do aluno. O foco adicional se deve ao fato de que esses atributos humanos estão se tornando mais importantes como uma prioridade muito maior em comparação com a inteligência artificial, que se torna mais poderosa e onipresente. Isso não significa que a inteligência artificial não tenha – ou não venha a ter – identidade (intrínseca), agência (direcionada) ou propósito (direcionado). O CCR espera que as identidades de "personas" de IA se tornem onipresentes (vale ressaltar que um único modelo é capaz de alternar um grande número de identidades); elas trabalharão quase infinitamente em tarefas e serão desenvolvidas com propósitos específicos. As seções a seguir explorarão como essas versões de identidade, agência, motivação e propósito da IA são diferentes das dos seres humanos e enfatizarão como o fomento da versão humana desses atributos levará a vidas mais realizadas.

444. Erikson, E. H. (1972). *Identidade*: juventude e crise. Zahar.
445. Yowell, C. M. (2002). Dreams of the future: The pursuit of education and career possible selves among ninth grade Latino youth. *Applied Developmental Science, 6*(2), 62-72.

MOTIVAÇÃO (EXTRÍNSECA E INTRÍNSECA)

> "O melhor momento para plantar uma árvore foi há 20 anos. O segundo melhor momento é agora." – Provérbio chinês

O QUE É MOTIVAÇÃO? É A RAZÃO PELA QUAL VOCÊ AGE

A motivação costuma ser entendida como a força motriz que instiga, direciona e sustenta o comportamento humano para atingir determinados objetivos.[446] A motivação humana é uma interação de fatores internos e externos que podem ser *amplamente categorizados em motivação intrínseca*, na qual as ações são impulsionadas por recompensas internas, como satisfação pessoal ou crenças e valores, *e motivação extrínseca*, influenciada por recompensas ou resultados externos, como dinheiro, notas ou reconhecimento.[447] A motivação entrelaça esses elementos extrínsecos e intrínsecos *e sua variação ao longo do tempo*, bem como elementos emocionais, cognitivos e outros elementos subconscientes. Esses elementos podem se reforçar mutuamente ou enfraquecer a determinação, dependendo da situação. Pesquisadores como Chris Dede, de Harvard, argumentam que muitas situações são impulsionadas por uma motivação intrínseca inerente, como manter um diário ou a curiosidade natural das crianças, enquanto outras são motivadas por fatores extrínsecos, como notas no sistema tradicional de Educação, compensação monetária ou ganho de reconhecimento, prestígio, títulos ou até mesmo apenas aprovação social.[448]

O CCR concorda com a resposta do GPT4 (e aprecia sua conexão evolutiva, que corresponde aos nossos pontos de vista descritos na seção do Apêndice digital sobre a origem evolutiva das competências): *"Definição em seres humanos: para os seres humanos (e muitos animais), a motivação é uma interação complexa de impulsos biológicos, emoções, processos cognitivos e estímulos ambientais. É*

446. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (1999). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 54-67.
447. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Nova York: Plenum.
448. Dede, C. & Cao, L. (2023). *Navigating a world of generative AI*: Suggestions for educators. The Next Level Lab, Harvard Graduate School of Education, pp. 5-6.

um sistema profundamente arraigado que evoluiu ao longo de milhões de anos para nos ajudar a sobreviver, reproduzir e prosperar."

Nesse sentido, todos os motivadores derivam *do medo original da humanidade: a sobrevivência*. Os impulsos biológicos, as emoções, os processos cognitivos e os estímulos ambientais interagem de maneiras complexas para orientar o comportamento e a tomada de decisões, com o objetivo máximo de garantir a sobrevivência e a reprodução. Os impulsos biológicos, como a fome, a sede e a necessidade de abrigo, são motivadores fundamentais que evoluíram ao longo de milhões de anos. Eles levam os indivíduos a buscar recursos e condições necessárias para a vida, motivados por mecanismos homeostáticos e sinais hormonais.[449] As emoções desempenham um papel fundamental na motivação, atuando como um sistema de feedback que atribui valores a diferentes resultados e estímulos com base em experiências passadas e preferências inatas. As emoções positivas, como a alegria e o amor, estimulam o comportamento de aproximação, enquanto as emoções negativas, como o medo e a aversão, promovem a esquiva.[450]

Os processos cognitivos também contribuem para a motivação, permitindo que os indivíduos planejem, prevejam consequências e tomem decisões alinhadas com suas metas e valores. Os seres humanos têm a capacidade de transformar motivadores negativos, como o medo, em motivadores positivos. Tal capacidade de previsão e deliberação permite que, quando necessário, os impulsos biológicos e emocionais imediatos sejam anulados em prol de recompensas mais abstratas ou adiadas.[451] As influências sociais também são particularmente poderosas, pois os seres humanos são animais inatamente sociais, e a necessidade de conexão e aprovação social pode ser tão forte para motivar o comportamento

449. Berridge, K. C., & Kringelbach, M. L. (2015). Pleasure systems in the brain. *Neuron*, 86(3).
450. Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience*: The foundations of human and animal emotions. Oxford University Press.
451. Miller E.K. & Cohen J.D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24,167-202.

quanto os impulsos biológicos básicos.[452] Em última análise, todos esses motivadores podem ser rastreados até o medo primordial da sobrevivência, levando os indivíduos a buscar segurança, recursos e oportunidades de reprodução, garantindo a perpetuação de seus genes e, por extensão, da espécie.

MOTIVADORES PRIMÁRIOS IDENTIFICADOS

O comportamento humano é uma interação complexa de desejos internos e estímulos externos. No âmago das nossas ações estão os principais motivadores – forças fundamentais que nos levam a nos mover, agir e mudar. Esses motivadores variam dos impulsos biológicos mais básicos até as buscas altamente abstratas da moralidade e da ética. A compreensão desses motivadores pode esclarecer por que as pessoas se comportam de uma determinada maneira e o que, em última análise, as leva à realização e ao crescimento. A seguir, temos uma breve lista dos principais motivadores, categorizados de acordo com os tipos de necessidades humanas que satisfazem:

Necessidades biológicas e fisiológicas

- Sobrevivência: necessidades básicas como comida, água, abrigo e sono.
- Saúde e bem-estar: cuidados médicos, exercícios e alimentação balanceada.
- Prazer: atividades que proporcionam prazer e evitam a dor.

Segurança e proteção[453]

- Segurança física: desejo de proteção contra danos e ameaças.
- Segurança econômica: estabilidade em recursos e finanças.
- Segurança de saúde e bem-estar: proteção na saúde e no bem-estar.

452. Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497-529.
453. Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4), 370.

Necessidades de pertencimento[454]

- Relacionamentos: criar e manter conexões sociais.
- Comunidade: fazer parte de um grupo ou comunidade.
- Amor e afeto: buscar e dar amor, cuidado e afeto.

Reconhecimento[455]

- Autoestima: construir e manter uma autoimagem positiva e confiança.
- Realização: buscar e alcançar metas.
- Respeito dos outros: obter reconhecimento e respeito dos pares.

Necessidades intelectuais[456]

- Conhecimento e compreensão: buscar compreender o mundo e adquirir conhecimento.
- Curiosidade e exploração: desejar explorar e buscar novas experiências.
- Criatividade e inovação: engajar em pensamentos criativos e inovadores.

Autoatualização e crescimento pessoal[457]

- Realização do potencial: esforçar-se para atingir o potencial pessoal e a autorrealização.
- Crescimento pessoal: envolver-se em atividades que levem ao desenvolvimento pessoal.
- Contribuição para um objetivo maior: participar de atividades que contribuem para a sociedade ou para uma causa.

454. Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin, 117*(3), 497–529. https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497
455. Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4), 370.
456. Maslow, A. H. (1978). *Introdução à psicologia do ser*. Eldorado.
457. Maslow, A. H. (1954). *Motivation and personality*. Harper & Row.

Necessidades emocionais[458]

- Expressão emocional: expressar e gerenciar emoções.
- Apoio emocional: buscar e fornecer apoio emocional.
- Conexão emocional: estabelecer vínculos emocionais com outras pessoas.

Influências sociais e culturais[459]

- Normas e valores sociais: conformidade com expectativas e valores da sociedade.
- Influências culturais: influência de origens e tradições culturais.
- Pressão social: influência de pares e grupos sociais.

Valores éticos e morais[460]

- Valores éticos e morais.
- Crenças religiosas e espirituais.
- Valores de vida pessoal.
- Valores pró-sociais.

Dos imperativos biológicos aos impulsos sofisticados que nos levam à autorrealização e à realização moral, cada motivador desempenha um papel distinto na (inter)ação humana. Esses motivadores não apenas orientam as ações individuais como também moldam as tendências e normas da sociedade. Eles influenciam nossos relacionamentos, nosso trabalho, nossa criatividade e nossa abertura dentro de uma estrutura cultural e social mais ampla. Compreender os motivadores e sua conexão com as necessidades

458. Bradburn, N. M. (1969). *The structure of psychological well-being*. Aldine.
459. Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice Hall.
460. Kohlberg, L. (1981). *Essays on moral development*, Vol. I: The philosophy of moral development. Harper & Row; Pargament, K. I. (1997). *The psychology of religion and coping*: Theory, research, practice. Guilford Press; Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. *In:* M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, Vol. 25, pp. 1-65. Academic Press.

humanas fornece insights valiosos sobre a condição humana e melhora nossa capacidade de ter empatia com os outros.

PESQUISA DO CCR QUE SINTETIZA AS TEORIAS DE MOTIVAÇÃO (VER TEORIAS DE MOTIVAÇÃO NO APÊNDICE DIGITAL)

TERMO DO CCR	DEFINIÇÃO DO CCR	TERMOS ASSOCIADOS
Motivação	Por que o indivíduo age.	Impulso; incentivo; autodeterminação; inspiração.

Ao combinar os princípios de três teorias proeminentes da motivação com a Estrutura de Competências do CCR, é possível elaborar uma síntese holística e abrangente das teorias de motivação.

No estágio fundamental, as necessidades básicas de Maslow[g] estão alinhadas com a estrutura do CCR, garantindo que os alunos tenham suas necessidades fisiológicas e de segurança atendidas, o que é crucial para que qualquer forma de motivação ocorra. Durante esse período, o foco do CCR no desenvolvimento da resiliência ajuda os alunos a enfrentar os desafios, contribuindo para seu senso de segurança. O componente de expectativa de Vroom[h] também é fundamental, pois as crenças dos alunos nas próprias habilidades (autoeficácia) são cultivadas, aumentando sua competência – um componente-chave da Teoria da Autodeterminação. Isso é fomentado pelo foco do CCR no desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de solução de problemas.

No estágio intermediário, as necessidades sociais e de estima de Maslow são integradas ao foco do CCR em colaboração e comunicação, fomentando um senso de pertencimento e reconhecimento. A instrumentalidade de Vroom também pode desempenhar um papel, vinculando o esforço ao desempenho e o desempenho às recompensas, enquanto a necessidade de relacio-

g. A Pirâmide de Maslow é uma teoria da psicologia proposta por Abraham Maslow em 1943. Ele define cinco categorias de necessidades humanas: fisiológicas, segurança, afeto, estima e as de autorrealização. (N. do T.)

h. A Teoria da Expectativa do psicólogo canadense Victor Vroom (1932-2023) se baseia na premissa de que a motivação para o desempenho depende da antecipação que o indivíduo faz de eventos futuros. (N. do T.)

namento da Teoria da Autodeterminação é atendida por meio de interações positivas e de um ambiente de aprendizado favorável. O desenvolvimento de qualidades de caráter, como liderança e curiosidade (CCR), contribui ainda mais para a autoestima e a motivação intrínseca dos alunos (Teoria da Autodeterminação).

No estágio avançado, os indivíduos buscam a autoatualização (Maslow) e a motivação intrínseca (Teoria da Autodeterminação), orientados pelo foco do CCR nas dimensões de caráter e meta-aprendizado, como metacognição e *mindset* de crescimento. Os alunos são incentivados a assumir o controle do próprio aprendizado (agência, Teoria da Autodeterminação), compreender o valor e a relevância do próprio trabalho (valência, Vroom) e buscar o domínio e a excelência em suas atividades (competência, Teoria da Autodeterminação). A integração de atributos de caráter como resiliência e coragem (CCR) garante que os alunos estejam preparados para enfrentar desafios e buscar suas paixões incansavelmente ao longo da vida.

POR QUE A MOTIVAÇÃO É CRUCIAL NA ERA DA IA? PORQUE AS MOTIVAÇÕES HUMANAS MOLDAM A IA

A motivação humana é fundamental para moldar o desenvolvimento e a implementação de IAs, direcionando suas aplicações com base em paixões, objetivos e considerações éticas humanas. À medida que a IA continua a evoluir, é fundamental manter uma sinergia entre as motivações humanas – imbuídas de emoções, ética e nuances culturais – e os recursos da IA para aproveitar o potencial da tecnologia de modo responsável e garantir o alinhamento com propósitos benéficos, como enfrentar desafios globais e melhorar o bem-estar da sociedade.

A automação também pode levar a efeitos como preguiça e excesso de confiança,[461] especialmente porque os seres humanos são "preguiçosos" devido a um bom projeto evolutivo.[462] Portanto, a motivação humana é fundamental para mitigar a preguiça e o desinteresse.

461. Gent, E. (2023). Could having robot coworkers make us lazier? Yep, pretty much, study says. *Singularity Hub*. https://singularityhub.com/2023/10/22/could-having-robot-coworkers-make-us-lazier-yup-pretty-much-study-says/

462. Consulte o Apêndice digital: *A origem evolutiva das competências*.

O ambiente em transformação do século 21, com as tecnologias digitais e a IA como recursos proeminentes, entre outras tendências, precisa ser respondido com o fortalecimento da **motivação intrínseca.** Os atuais sistemas de Educação foram projetados, em grande parte, de maneira a depender de várias formas de motivação extrínseca, como a escolaridade obrigatória, várias medidas legais, o sistema disciplinar das escolas, a autoridade do professor, os sistemas de avaliação e exame, o modo como a escolaridade, as credenciais e os empregos estão vinculados, e assim por diante. Tais formas de motivação extrínseca foram poderosas na expansão dos sistemas educacionais após a Segunda Guerra Mundial e ainda são poderosas. Mas a questão importante será cada vez mais: o que acontecerá com elas quando a digitalização e a IA se tornarem onipresentes? Se esses motivadores extrínsecos começarem a falhar, os sistemas de Educação formal continuarão a existir como hoje? São boas perguntas para uma futura inteligência artificial geral (AGI), mas, por enquanto, e de acordo com o Capítulo 2, os empregos não desaparecerão tão cedo. Portanto, os motivadores extrínsecos para a escolaridade permanecem.

A IA também afetará a motivação intrínseca, mas essa é uma questão diferente, que este texto aborda separadamente. O importante é que não é sensato presumir que a motivação intrínseca compensará facilmente o declínio dos motivadores extrínsecos. O risco em potencial é que, à medida que os motivadores extrínsecos se deteriorem, a motivação intrínseca seja insuficiente para compensar essa deterioração.

A longo prazo, o ideal é que a motivação intrínseca e as atividades de aprendizagem autônoma floresçam em um mundo de IA. No entanto, ainda não está claro em quais ambientes institucionais isso ocorrerá.

A IA PODE TER MOTIVAÇÃO (INTERNA)? NÃO, MAS PODE TER METAS PROGRAMADAS

De acordo com o próprio GPT4:

"O conceito de 'motivação' na IA não é o mesmo que o dos seres humanos ou de outros seres biológicos. Vamos detalhar um pouco:

- *Definição em seres humanos: para os seres humanos (e muitos animais), a motivação é uma interação complexa de impulsos biológicos, emoções, processos cognitivos e estímulos ambientais. É um sistema profundamente arraigado que evoluiu ao longo de milhões de anos para nos ajudar a sobreviver, reproduzir e prosperar.*
- *A 'motivação' da IA: quando dizemos que uma IA tem uma 'motivação', ao que realmente estamos nos referindo é a seu objetivo ou meta programada, o que pode ser tão simples quanto um algoritmo de classificação tentando ordenar números ou tão complexo quanto um modelo de aprendizagem automática tentando minimizar erros de previsão. A IA não 'quer' atingir esses objetivos da mesma forma que os humanos 'querem' atingir suas metas; ela simplesmente processa as informações de uma maneira que se alinha com seus objetivos programados.*
- *Sem emoções ou impulsos: a IA não tem sentimentos, consciência ou impulsos biológicos. Não sente fome, cansaço, alegria ou frustração. Sem esses estados emocionais e fisiológicos, a IA carece das características intrínsecas que alimentam a motivação humana.*
- *Perigos da antropomorfização: é fácil e, às vezes, intuitivo para os humanos atribuir qualidades semelhantes às humanas às máquinas, especialmente quando os sistemas de IA se tornam mais avançados e seus resultados parecem mais 'inteligentes' ou 'criativos'. No entanto, é importante lembrar que, por mais sofisticada que uma IA se torne, suas 'ações' são sempre o resultado de algoritmos e dados, e não de desejos ou sentimentos internos genuínos.*
- *Considerações éticas: a compreensão ou a representação errônea das capacidades da IA pode levar a dilemas éticos. Se acreditarmos erroneamente que a IA tem desejos, sentimentos ou motivações, poderemos tomar decisões inadequadas ou prejudiciais sobre seu uso, desenvolvimento ou regulamentação.*

Em resumo, embora os sistemas de IA possam ter objetivos e 'perseguir' tais objetivos de uma maneira definida por seus algoritmos, eles não possuem motivação da mesma forma que os orga-

nismos vivos. ***Eles não 'querem' ou 'desejam' nada; simplesmente executam códigos."***

Os autores não poderiam ter dito isso de modo melhor. ☺

CONCLUSÃO: MOTIVAÇÃO PARA A IDENTIDADE E O PERTENCIMENTO

Motivação, identidade e senso de pertencimento estão intrinsecamente ligados. A identidade é um atributo dinâmico e em evolução, moldado por uma interação de autorreflexão interna e fatores sociais e ambientais externos, ligados a perguntas como "quem sou eu?" e "a que pertenço?". A identidade é um aspecto fundamental da compreensão de um indivíduo sobre seu lugar no mundo.

Portanto, a identidade pode servir como uma poderosa força motivacional, impulsionando o comportamento e as aspirações. Conforme sugerido pela Teoria da Autodeterminação, discutida acima, os comportamentos alinhados com o *self* ou a identidade autêntica do indivíduo são mais intrinsecamente motivados e, portanto, mais sustentáveis e satisfatórios. Essa motivação intrínseca, derivada da congruência de identidade, pode levar a um compromisso, esforço e resiliência mais significativos diante dos desafios. A motivação de várias maneiras é fundamental para a formação da identidade, que será mais explorada na seção a seguir.

IDENTIDADE (E PERTENCIMENTO)

> *"Conhece-te a ti mesmo."* – Oráculo de Delfos

O QUE É IDENTIDADE? QUEM VOCÊ É NO MUNDO E EM SEUS RELACIONAMENTOS

A identidade se refere à compreensão e à internalização de um indivíduo de seu papel, características, valores e crenças no contexto do mundo social mais amplo. Ela abrange o modo como os indivíduos se veem e como acreditam que os outros os percebem. A formação da identidade é um processo multifacetado influenciado por experiências pessoais, contextos culturais e sociais, e interações com entes queridos. Ela evolui ao longo do tempo, muitas vezes passando por grandes mudanças durante as fases de transição da vida, como a adolescência e a meia-idade.

Um jovem adulto pode se deparar, por exemplo, com perguntas como "quem sou eu?" ou "o que represento?" durante a universidade, quando exposto a diversas perspectivas e experiências. Essas introspecções, influenciadas por atividades acadêmicas, interações com colegas e talvez até viagens internacionais, podem levar a um senso refinado de si mesmo, fortalecendo a identidade em torno de valores específicos, aspirações de carreira ou afiliações sociais. O processo de exploração e consolidação da identidade continua ao longo da vida, à medida que os indivíduos se deparam com vários papéis e desafios.

Não só é possível, mas também bastante comum, que os indivíduos tenham várias identidades, um conceito enraizado na teoria da identidade social.[463] Tais identidades podem se basear em vários fatores, como etnia, profissão, gênero, religião ou papéis sociais. Uma mulher pode se identificar como mãe, acadêmica, ateia e asiático-americana, sendo que cada uma dessas identidades carrega seu conjunto de normas, valores e expectativas. Algumas delas podem se sobrepor, o que significa que coexistem perfeitamente. As práticas como acadêmica podem influenciar seus valores e decisões no papel de mãe.

Também pode haver situações em que as identidades alternadas entram em ação, sobretudo em contextos nos quais talvez não seja possível ou apropriado manifestar várias identidades simultaneamente. Tal fenômeno é observado com frequência na "alternância de código", em que indivíduos bilíngues trocam de idioma com base no contexto da conversa. Da mesma forma, alguém pode enfatizar sua identidade profissional em um ambiente de trabalho, mas priorizar a identidade paterna em casa. Embora todas essas identidades sejam componentes integrais do autoconceito do indivíduo, a proeminência de cada uma pode mudar de acordo com o contexto, o ambiente e as interações interpessoais.

463. Tajfel, H., & Turner, J. C. (2004). The Social Identity Theory of Intergroup Behavior. *In:* J. T. Jost & J. Sidanius (Eds.), *Political psychology: Key readings* (pp. 276-293). Psychology Press.

A identidade é frequentemente associada à personalidade. No entanto, esses elementos servem a diferentes aspectos do autoconceito do indivíduo. A personalidade costuma se referir a padrões duradouros de pensamento, sentimento e comportamento que distinguem uma pessoa da outra, abrangendo traços como extroversão, consciência ou neuroticismo.[464] A identidade, como foi exposto, diz respeito à compreensão que o indivíduo tem de si mesmo no mundo, abrangendo aspectos como papéis, afiliações e narrativas pessoais. Embora ser introvertido possa representar uma faceta da personalidade de uma pessoa, por exemplo, se identificar como "escritora", "mãe" ou "ativista" indica partes de sua identidade.[465] Ainda que os traços de personalidade possam influenciar os papéis e as afiliações em torno dos quais uma pessoa gravita, a identidade é moldada por escolhas pessoais, expectativas sociais e experiências de vida.

Mesmo considerando que as restrições "passivas", como as condições iniciais, possam ter um papel significativo na construção da identidade, o CCR acredita que o papel da Educação é capacitar os alunos para que eles sejam capazes de prosseguir a partir destes pontos de partida e, portanto, adotar a "visão ativa" do desenvolvimento da identidade.

Pesquisas indicam que existem duas escolas de pensamento sobre o desenvolvimento da identidade: ela é descoberta; ela é criada. Embora as duas opções possam parecer semelhantes, produzem imagens muito diferentes da identidade.

A primeira descreve um indivíduo esperando que seu "verdadeiro eu" seja encontrado. Essa linguagem descreve uma pessoa passiva que depende de um evento externo que lhe dê identidade. Ela também enfatiza uma natureza predeterminada do eu, pois a ideia de um verdadeiro eu não permite a evolução da identidade sem colocar um julgamento de valor sobre uma identidade ser *superior* à outra, em vez de ser apenas *diferente*.[466]

464. McCrae, R. R., & Costa, P. T., Jr. (1999). A Five-Factor theory of personality. *In:* L. A. Pervin & O. P. John (Eds.), *Handbook of personality*: Theory and research (pp. 139-153). Guilford
465. Erikson, E. H. (1972). *Identidade: juventude e crise.* Zahar.
466. Waterman, A. S. (1984). Identity Formation: Discovery or Creation? *The Journal of Early Adolescence*, 4(4), 329-341.

Por outro lado, a ideia de que a identidade é *criada* imagina um indivíduo assumindo um papel ativo na construção da própria identidade. Essa representação pressupõe mais agência no desenvolvimento da própria identidade, pois enfatiza seu papel e controle do processo. Essa linguagem também permite criar identidades multifacetadas para uma variedade de situações e evoluir cada uma ao longo da vida.[467]

O CCR parte do pressuposto de que, embora a identidade possa ser descoberta e criada, esta última será mais impactante do ponto de vista de um instrutor e de um indivíduo que busca cultivar a identidade. A escolha filosófica de favorecer a agência dos indivíduos e a eficácia do sistema de Educação ajudará os alunos a adquirir as ferramentas necessárias ao longo do caminho.

O QUE É PERTENCIMENTO? UM DESEJO INATO DE FAZER PARTE DE ALGO MAIOR DO QUE SI MESMO

O pertencimento se refere ao senso de aceitação e inclusão de um indivíduo em um grupo ou comunidade[468] e é uma necessidade humana fundamental, além de um componente vital para o bem-estar mental e emocional. Quando os indivíduos sentem que pertencem a um grupo, eles se percebem como parte integrante de um sistema maior, recebendo validação, apoio e compreensão dos outros.

Devido à importância do pertencimento, foram desenvolvidos "índices de pertencimento" e pesquisas para avaliar o senso de pertencimento ou inclusão experimentado pelos indivíduos em um determinado ambiente (por exemplo, local de trabalho, comunidade, instituição educacional). Esses índices avaliam vários fatores (dependendo da aplicação), incluindo:

- **Inclusão:** o quanto o ambiente é percebido como inclusivo.
- **Diversidade:** o grau em que a diversidade é representada e valorizada.

467. *Idem ibidem*.
468. Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin, 117*(3), 497-529.

- **Tratamento justo:** se as pessoas sentem que são tratadas de maneira justa e com respeito.
- **Apoio e comunidade:** o nível de apoio e conexão com a comunidade experimentado pelos indivíduos.
- **Representação:** o quanto os indivíduos sentem que sua identidade e perspectivas são representadas no grupo.

Exemplos atuais são a Pesquisa de Pertencimento da Belonging Initiative (em inglês e espanhol), que visa avaliar o senso de pertencimento dos indivíduos em suas comunidades, e o Índice de Pertencimento Mwah, uma ferramenta semelhante que avalia os níveis de pertencimento no local de trabalho.[469] Da mesma forma, o Valuegraphics Project desenvolveu um índice de pertencimento com aplicações específicas para Educação, treinamento e ocupações de bibliotecas nos Estados Unidos.[470] De acordo com esse índice, os indicadores de tópicos para pertencimento são:

"Sinto que pertenço

- quando sou membro de um grupo que é importante para mim.
- quando tenho relacionamentos variados com as pessoas a minha volta.
- quando estou contribuindo para algo maior do que eu."

O conceito de pertencimento está intimamente ligado à identidade.[471] Como uma compreensão de si mesmo no mundo, a identidade é significativamente influenciada pelos grupos ou comunidades com os quais a pessoa tem um senso de pertencimento. Inversamente, quando a identidade de uma pessoa é rejeitada ou marginalizada por um grupo dominante, isso pode resultar em sentimentos de isolamento e redução do senso de

469. Belonging Initiative. (2023) Belonging survey. https://www.surveymonkey.com/r/SVD-78JN; Mwah. (2023) The belonging index. https://mwah.live/resources/belonging-index
470. The Valuegraphics Research Project, Inc. (2022). Valuegraphics Research Company.
471. Tajfel, H., & Turner, J. C. (2004). The Social Identity Theory of Intergroup Behavior. *In:* J. T. Jost & J. Sidanius (Eds.), *Political psychology: Key readings* (pp. 276-293). Psychology Press.

pertencimento, destacando a intrincada relação entre esses dois conceitos.

FACETAS PRIMÁRIAS DE IDENTIDADE E PERTENCIMENTO

A formação da identidade individual e a necessidade de pertencimento que a acompanha é um processo complexo influenciado por uma série de fatores. Essas facetas podem ser amplamente categorizadas em componentes psicológicos, sociais e culturais. Por esse motivo, a identidade e o pertencimento são amplamente estudados em psicologia, sociologia e antropologia. Trata-se de um tema vasto que não pode ser todo explorado neste texto. No entanto, as principais facetas identificadas na literatura incluem:

- Biologia:[472] a genética desempenha um papel na determinação das características físicas, bem como nos aspectos da personalidade e do comportamento, uma base da identidade pessoal.
- Família:[473] fundamental para a pesquisa em psicologia do desenvolvimento, o ambiente familiar e os estilos parentais desempenham um papel crucial no desenvolvimento do autoconceito e da identidade. As tradições, os valores e a dinâmica da família costumam estar entre as primeiras e mais profundas influências na formação da identidade.
- Sociedade e cultura:[474] normas, tradições e expectativas socioculturais moldam a identidade, fornecendo estruturas dentro das quais os indivíduos se entendem e são percebidos pelos outros (por exemplo, religião, etnia, nacionalidade).

472. Plomin, R., DeFries, J. C., Knopik, V. S., & Neiderhiser, J. M. (2016). Top 10 replicated findings from behavioral genetics. *Perspectives on Psychological Science, 11*(1), 3-23.; Polderman, T. J. C., Benyamin, B., *et al.* (2015). Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nature Genetics*, 47(7), 702-709.

473. Bowlby, J. (1988). *A secure base: Parent-child attachment and healthy human development*. Basic Books; Cox, M. J., & Paley, B. (1997). Families as systems. *Annual Review of Psychology, 48*, 243-267. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.48.1.243

474. Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity: Self and society in the late modern age*. Stanford University Press. Markus, H. R., & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review, 98*(2), 224-253. Tajfel, H., & Turner, J. C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. *The social psychology of intergroup relations* (pp. 33-47). Brooks/Cole.

- Experiência: experiências de vida, como Educação, relacionamentos e acontecimentos importantes – tanto positivos quanto negativos – contribuem para moldar a autopercepção e a identidade.
- Interações sociais: as interações com pares, amigos e grupos sociais mais amplos desempenham um papel crucial na formação da identidade, sobretudo durante a adolescência.[475] Isso inclui a influência dos papéis sociais e da participação em grupos.
- Valores pessoais:[476] os valores e o sistema de crenças de um indivíduo, que podem evoluir com o tempo, são fundamentais para sua identidade. Isso inclui crenças morais, éticas e políticas.
- Interesses pessoais:[477] hobbies, talentos e interesses são importantes para moldar a identidade e, muitas vezes, carreiras (outro fator de identidade). Tais atividades prazerosas influenciam como os indivíduos usam seu tempo e, muitas vezes, como se relacionam com os outros.
- Educação e nível socioeconômico:[478] a origem econômica, a classe social e a Educação subsequente do indivíduo são amplamente reconhecidas em pesquisas acadêmicas como os principais fatores que influenciam a formação da identidade, pois condicionam as oportunidades individuais, as experiências e a forma como as pessoas são percebidas pelos outros.

475. Brown, B. B., & Larson, J. (2009). Peer relationships in adolescence. *In:* R. M. Lerner & L. Steinberg (Eds.), *Handbook of adolescent psychology: Contextual influences on adolescent development* (pp. 74-103). John Wiley & Sons, Inc.. Steinberg, L., & Morris, A. S. (2001). Adolescent development. *Annual Review of Psychology, 52,* 83-110.

476. Hitlin, S. (2003). Values as the core of personal identity: Drawing links between two theories of self. *Social Psychology Quarterly*, 66(2), 118–137. https://doi.org/10.2307/1519843

477. Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies, 15*(2), 119-147. Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments* (3rd ed.). Psychological Assessment Resources; Iwasaki, Y. (2007). Leisure and quality of life in an international and multicultural context: What are major pathways linking leisure to quality of life? *Social Indicators Research, 82*(2), 233-264.

478. Arnett, J. J. (2000). Emerging adulthood: A theory of development from the late teens through the twenties. *American Psychologist, 55*(5), 469-480. Lareau, A. (2003). *Unequal childhoods: Class, race, and family life*. University of California Press; McLoyd, V. C. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist, 53*(2), 185-204.

- Gênero e sexualidade:[479] a identidade de gênero e a orientação sexual são aspectos fundamentais da identidade geral e do senso de pertencimento do indivíduo, influenciando as experiências pessoais, profissionais e sociais.
- Relacionamentos:[480] sendo um animal inerentemente social, o ser humano tem uma necessidade fundamental de criar e manter relacionamentos interpessoais diversos, porém consistentes, e é por isso que o pertencimento constitui um componente essencial da identidade.

PESQUISA DO CCR QUE SINTETIZA AS TEORIAS DE IDENTIDADE (VER TEORIAS DE IDENTIDADE NO APÊNDICE DIGITAL)

TERMO DO CCR	DEFINIÇÃO DO CCR	TERMOS ASSOCIADOS
Identidade	Quem você é no mundo e nos relacionamentos.	Pertencimento; autoconceito; personalidade.

Como as identidades são forjadas por experiências, contextos sociais, histórias que as pessoas contam sobre si mesmas e pela interseção da participação em vários grupos, elas são fluidas e mudam à medida que o indivíduo interage com o mundo, enfrenta desafios e amadurece. A síntese das teorias da identidade do CCR é baseada na rica herança do desenvolvimento psicossocial do psicanalista alemão-americano Erik Erikson (1902-1994), nas profundezas introspectivas da identidade narrativa, no mapeamento comunitário da teoria da identidade social e na in-

479. Egan, S. K., & Perry, D. G. (2001). Gender identity: A multidimensional analysis with implications for psychosocial adjustment. *Developmental Psychology, 37*(4), 451-463. Fausto-Sterling, A. (2019) Gender/Sex, sexual orientation, and identity are in the body: How did they get there? *The Journal of Sex Research, 56*:4-5, 529-555.

480. Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin, 117*(3), 497-529. https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497; Rubin, K. H., Bukowski, W. M., & Parker, J. G. (2006). Peer Interactions, Relationships, and Groups. *In:* N. Eisenberg, W. Damon, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Social, emotional, and personality development* (pp. 571-645). John Wiley & Sons, Inc.

trincada padronização da interseccionalidade para entender este conceito complexo.

POR QUE A IDENTIDADE É CRUCIAL NA ERA DA IA? PORQUE OS HUMANOS NÃO DEVEM SER LIMITADOS PELOS PRÓPRIOS ALGORITMOS!

A identidade é cada vez mais importante devido à necessidade de conexão e compreensão humanas autênticas em um mundo que se digitaliza rapidamente. Os sistemas de IA, que se baseiam em grandes conjuntos de dados, podem perpetuar inadvertidamente estereótipos e preconceitos embutidos nos dados, o que pode levar a uma representação homogeneizada ou distorcida das identidades. As tecnologias de reconhecimento facial, por exemplo, foram criticadas por identificar erroneamente indivíduos de determinados grupos raciais ou étnicos, ressaltando os desafios de garantir que a tecnologia compreenda e respeite as diversas identidades. À medida que a IA desempenha um papel mais proeminente na curadoria de experiências digitais – como sugestões de conteúdo nas redes sociais – passa a ser ainda mais importante, e uma prática mais ativa, que os indivíduos entendam e afirmem as próprias identidades, garantindo que não sejam limitados por algoritmos. Enfatizar a identidade humana na era da IA reforça o valor das perspectivas individuais, combate possíveis vieses nos sistemas de IA e ressalta a importância de implementar eticamente a tecnologia de modo a reforçar a natureza da identidade humana.

A IA PODE TER UMA IDENTIDADE (EXTRÍNSECA)? ELA JÁ TEM

As formas atuais e futuras de IA possuem e possuirão identidade. Essas identidades são fundamentalmente determinadas por três aspectos. O primeiro são os conjuntos de dados com os quais são treinadas,[481] que incluem preconceitos que refletem seus corpora. A "incorporação" de palavras (os espaços multidimensionais dos

481. Urman, A. & Makhortykh, M. (n. d.). The silence of LLMs: Cross-lingual analysis of political bias and false information prevalence in ChatGPT, Google Bard and Bing Chat. https://www.google.com/url?q=https://link.springer.com/article/10.1007/s11127-023-01097-2&sa=D&source=docs&ust=1698958969128194&usg=AOvVaw1WveegE7xTYufvoZlB_U-3

relacionamentos entre elas) costuma absorver vieses sociais nos dados de treinamento[482] e *prompts* estereotipados ou tendenciosos de usuários quase certamente gerarão respostas tendenciosas, até mesmo respostas que ampliam esses pontos de vista tendenciosos.[483] O segundo são as expressões comportamentais para as quais são programadas, ou seja, os algoritmos que permitem que as IAs apresentem um tom e respostas mais "amigáveis" ou mais "profissionais". O terceiro são traços associados à identidade e à personalidade que também serão exibidos por meio de interfaces de usuário. A Meta, por exemplo, está incentivando os usuários a criar os próprios chatbots, o que levará ao surgimento de uma infinidade de agentes individuais modelados de acordo com os desejos dos usuários.

Identidade e personalidade são conceitos interligados que têm funções diferentes. A identidade é a compreensão e a apresentação que um indivíduo faz de si mesmo em termos de valores, crenças, funções e afiliações, muitas vezes evoluindo em resposta a acontecimentos da vida e contextos sociais.[484] A personalidade diz respeito a padrões consistentes de pensamento, emoção e comportamento que caracterizam um indivíduo em várias situações e ao longo do tempo.[485] Enquanto a identidade se refere a "quem eu sou" em um contexto sociocultural e autorreflexivo, a personalidade delineia "como eu normalmente penso, sinto e ajo". Embora o desenvolvimento da IA progrida cada vez mais rapidamente, ela continuará demonstrando maior capacidade de simular determinados aspectos do comportamento humano, como identidade e personalidade.

482. Caliskan, A., Bryson, J. J., & Narayanan, A. (2016). Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://doi.org/10.1126/science.aal4230

483. Bolukbasi, T., *et al.* (2016). Man is to computer programmer as woman is to homemaker? Debiasing word embeddings. *ArXi*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1607.06520

484. Erikson, E. H. (1972). *Identidade: juventude e crise*. Zahar.

485. McCrae, R. R., & Costa, P. T. (1987). Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(1), 81-90. https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.1.81

De acordo com o GPT4:

"A questão de se a IA pode ter identidade é complexa e multidimensional, combinando perspectivas técnicas, filosóficas e sociológicas. Até o momento, a IA não possui identidade do modo como os humanos a entendem e vivenciam. Aqui está uma breve exploração do tópico:

Do ponto de vista técnico, os modelos de IA, inclusive os mais avançados, como o GPT-4, operam com base em dados e algoritmos. Eles não têm consciência, emoções, autoconsciência ou experiências subjetivas, que são os principais componentes da identidade humana. Esses modelos podem gerar respostas com base em seu treinamento, mas não 'conhecem' a si mesmos nem têm experiências pessoais (Searle, 1980).

No entanto, do ponto de vista filosófico e sociológico, as coisas podem ser mais matizadas. Os filósofos têm debatido a natureza da identidade e da consciência há séculos. Se uma IA apresenta comportamento indistinguível daquele de um ser consciente, alguns argumentam que ela pode ser considerada como tendo uma forma de identidade, mesmo que seja diferente da identidade humana (Dennett, 1991). Além disso, a sociedade pode atribuir identidades à IA. Por exemplo, as pessoas podem nomear seus assistentes de IA ou se referir a eles com pronomes, antropomorfizando-os e atribuindo-lhes uma forma de identidade, mesmo que ela seja construída externamente e não seja inerentemente possuída pela IA.

Dito isso, os avanços em IA e nossa compreensão da consciência podem reformular essas visões no futuro. O limite do que consideramos identidade pode mudar com base em novas descobertas ou normas sociais."

CONCLUSÃO: IDENTIDADE RUMO À AGÊNCIA

As gerações anteriores viam os adolescentes fazerem uma transição perfeita do Ensino Superior para as carreiras profissionais e para a paternidade.[486] Em cada uma dessas fases, a identidade e, até certo ponto, o propósito eram firmemente definidos para

486. Embora apenas para norte-americanos brancos e de classe média alta.

os indivíduos. Pesquisas atuais indicam que houve uma mudança no momento da entrada de um jovem na vida adulta.[487] Agora, o caminho, o momento e os papéis são muito mais instáveis e porosos. Como observa o Consórcio de Pesquisa Escolar da Universidade de Chicago, "esse atraso na entrada na vida adulta levou a uma maior ambiguidade de papéis e a um maior foco na individualidade no desenvolvimento da identidade".[488] A covid-19 exacerbou ainda mais essa ambiguidade e, se o padrão se mantiver, cada geração continuará a destruir e reconstruir o que uma vida significativa representa para si, à medida que o caminho da adolescência para a vida adulta se torna cada vez mais complexo. Sem um forte senso de identidade ou propósito, os jovens de hoje correm o risco de se sentirem cada vez mais desamparados em um futuro volátil e imprevisível.

É importante observar que conceitos como identidade, agência e propósito estão fortemente ligados tanto a um indivíduo quanto à sociedade, à cultura e ao ambiente em que ele está inserido. Este livro aborda as subcompetências que capacitam melhor os alunos para construir, sustentar e expressar identidade, agência e propósito. Ficará claro que essas subcompetências são fundamentais para o desenvolvimento e a estabilidade desses conceitos. Da mesma forma, as (sub)competências apoiam e elevam vários ideais de aprendizagem: desde a construção de comunidades até a empatia e a equidade.[489]

Identidade, agência e propósito são exemplos contundentes de como as subcompetências podem ser reunidas, dependendo do objetivo desejado. As subcompetências mencionadas aqui não são as *únicas* partes da estrutura 4D relevantes para o conceito em questão. Pelo contrário, a estrutura 4D oferece um caminho pode-

487. Nagaoka, J., Farrington, C. A., Ehrlich, S. B., Johnson, D. W., Dickson, S., Heath, R., & Mayo, A. (2014). A Framework for Developing Young Adult Success in the 21st Century. *University of Chicago Consortium on Chicago School Research.*

488. Nagaoka, J., Farrington, C. A., Ehrlich, S. B., Johnson, D. W., Dickson, S., Heath, R., & Mayo, A. (2014). A Framework for Developing Young Adult Success in the 21st Century. *University of Chicago Consortium on Chicago School Research.*

489. https://curriculumredesign.org/our-work/equity-and-social-justice-in-the-ccr-framework/

roso para esses construtos aparentemente abstratos e multifacetados. Ao contextualizar a identidade e o propósito por meio das lentes de capacidades práticas específicas, as subcompetências podem criar uma alavanca para elevar e acessar o seu desenvolvimento dentro e fora da Educação. À medida que as interações entre humanos e IA se tornam cada vez mais frequentes, os vínculos entre a identidade humana e a agência se tornam cada vez mais proeminentes e importantes. A identidade influencia a agência individual. A autoeficácia, em particular, é uma faceta da identidade que capacita os indivíduos a exercerem controle sobre suas ações e ambientes.[490]

Como os agentes de IA executam tarefas anteriormente realizadas por humanos, há um potencial para a IA influenciar ou remodelar a identidade humana. Exemplos de dependência da tecnologia digital, como delegar a tomada de decisões à IA, podem alterar o senso de identidade e agência dos indivíduos.[491] Assim, a interação humana com a IA não apenas reflete como também influencia potencialmente a identidade humana e as percepções de agência pessoal.

Uma relação equilibrada entre identidade e agência é fundamental para os humanos em um mundo com agentes de IA. É necessário considerar a possível influência da IA na autopercepção humana e nos processos de tomada de decisão para garantir que estas tecnologias aumentem ao invés de diminuir o senso de agência humana. As ferramentas de IA precisam ser aproveitadas para aprimorar as capacidades humanas ao mesmo tempo que preservam os elementos centrais das identidades e da agência humanas individuais. Na próxima seção, a agência e sua relação com a IA serão exploradas mais a fundo, demonstrando como a identidade e o pertencimento influenciam a agência e, por fim, o propósito.

490. Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review, 84*(2), 191-215. https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191

491. Turkle, S. (2015). *Reclaiming conversation*: The power of talk in a digital age. Penguin Books.

AGÊNCIA (E *MINDSET* DE CRESCIMENTO)

> *"Você tem arbítrio e é livre para escolher. Mas, na verdade, não existe livre-arbítrio. O arbítrio tem seu preço. Você precisa arcar com as consequências das suas escolhas."* – Dieter F. Uchtdorf

O QUE É AGÊNCIA? SUA CAPACIDADE DE AGIR

A agência se refere à capacidade de um indivíduo de agir de modo independente, fazer escolhas e exercer controle sobre suas ações e decisões. Com raízes no discurso psicológico e sociológico, ela enfatiza o papel proativo que os indivíduos desempenham ao moldar as próprias vidas, em vez de serem receptores passivos de forças externas.[492] Ela está intimamente ligada à crença de uma pessoa na própria capacidade de influenciar eventos, conhecida como autoeficácia. Uma pessoa com alta autoeficácia acredita que pode influenciar os resultados por meio das próprias ações, exibindo assim um forte senso de agência. Por outro lado, aqueles com baixa autoeficácia podem sentir que suas ações têm pouco impacto sobre os resultados, acarretando uma agência reduzida.[493]

A agência costuma começar com o *self*; em particular, com a autoagência, ou a percepção de que o indivíduo tem controle sobre as próprias ações e comportamentos.[494] Esse processo pode começar antes mesmo do conceito de autoconsciência, desenvolvendo-se à medida que os indivíduos observam conexões casuais entre as próprias ações e mudanças no ambiente. Também chamada de autorregulação, a autoagência permite que o indivíduo exerça influência sobre si mesmo e é particularmente importante durante o

492. Bandura, A. (2006). Toward a psychology of human agency. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 164-180. https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00011.x

493. Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. American Psychologist, 37(2), 122-147. https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122

494. Hansen, D. M., & Jessop, N. (2017). A Context for Self-Determination and Agency: Adolescent Developmental Theories. *Development of Self-Determination Through the Life-Course*, 27-46.

desenvolvimento da primeira infância.[495] Ela permite que a pessoa entenda sobre o que tem e o que não tem controle, e como trabalhar dentro desses limites. Embora um indivíduo talvez não possa controlar se sente uma emoção, por exemplo, ele *pode* controlar como expressa e age em relação a tal emoção. *Ele* pode estar no controle, em vez de deixar que suas emoções o controlem.

Esta é uma das principais diferenças entre autonomia e agência. A agência é influenciada tanto por fatores internos quanto externos, ao passo que a autonomia enfatiza a ação com base nos próprios valores, sem compulsão externa, destacando a autogovernança e a independência da influência externa. Ambos os conceitos tratam da escolha individual, mas a autonomia está mais focada na independência da influência externa.[496]

Talvez seja mais evidente na agência – embora também seja verdade para a motivação, a identidade e o propósito – que fatores estruturais afetam significativamente como um indivíduo pode expressá-la. A origem socioeconômica, a infância, as experiências familiares e a cultura podem ter um impacto substancial sobre a orientação e a possibilidade de ação.[497] Todos esses fatores costumam estar fora do controle de um indivíduo, principalmente na adolescência. Compreender como essas variáveis afetam a agência pode ajudar o indivíduo a identificar onde ele pode exercer influência de maneira mais produtiva para obter um impacto positivo.

O conceito de função executiva é frequentemente associado a agência. Função executiva é um termo guarda-chuva para as diferentes habilidades cognitivas necessárias para que o indivíduo se comporte de modo flexível e adaptável em novas situações. A função executiva se refere a um conjunto de processos cognitivos que permitem que os indivíduos se envolvam em um comportamento direcionado a metas. Tais processos incluem memória de

495. *Ibid*.

496. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist, 55*(1), 68-78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68

497. Klemencic, M. (2015). What is student agency? An ontological exploration in the context of research on student engagement.

trabalho (manter e manipular informações), flexibilidade cognitiva (alternar tarefas ou se adaptar a novas regras) e controle inibitório (suprimir impulsos ou resistir a distrações). Essas habilidades mentais são essenciais para tarefas como planejamento, solução de problemas, organização e gerenciamento eficaz do tempo.[498]

A agência, por outro lado, é a capacidade dos indivíduos de agir de maneira independente e fazer escolhas livres. Embora a função executiva forneça as ferramentas cognitivas necessárias para ações direcionadas a metas, agência se refere às crenças e motivações que levam os indivíduos a iniciar e persistir em tais ações. Em essência, a função executiva diz respeito a "como" as pessoas podem alcançar algo, enquanto a agência diz respeito à "crença" de que elas podem alcançá-lo e à motivação para fazê-lo.

COMPARAÇÃO COM O *MINDSET* DE CRESCIMENTO

Agência e *mindset* de crescimento são conceitos essenciais nos campos da Educação e da psicologia, pois se cruzam na forma como influenciam o comportamento individual e o aprendizado. *Mindset* de crescimento se refere à crença de que as habilidades e a inteligência podem ser desenvolvidas por meio de esforço, treinamento e perseverança.[499] Indivíduos com essa mentalidade tendem a aceitar desafios, persistir diante de contratempos e ver o esforço como um caminho para a maestria.

A relação entre esses dois conceitos está intimamente ligada. Um *mindset* de crescimento pode fomentar uma maior agência. Quando os indivíduos acreditam que são capazes de desenvolver as próprias habilidades e a inteligência, é mais provável que tomem medidas proativas em relação ao próprio aprendizado e à vida, o que ressalta a essência da agência.[500] Por outro lado, reconhecer e exercer a própria agência pode levar ao cultivo de um

498. Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4084861

499. Dweck, C. S. (2017). *Mindset: a nova psicologia do sucesso*. Objetiva.

500. Yeager, D. S., & Dweck, C. S. (2012). Mindsets that promote resilience: When students believe that personal characteristics can be developed. *Educational Psychologist, 47*(4), 302-314. https://doi.org/10.1080/00461520.2012.722805

mindset de crescimento. Quando os alunos veem os resultados de seus comportamentos e escolhas proativos, eles podem desenvolver a crença de que o crescimento é possível.

A linguagem de apoio dos professores ao *mindset* de crescimento (GMSL, na sigla em inglês) – retórica que enfatiza que as habilidades de uma pessoa podem ser aprimoradas ao longo do tempo – tem demonstrado reduzir significativamente as disparidades nas realizações acadêmicas e melhorar os resultados de aprendizagem dos alunos. A GMSL dos professores envolve o uso de frases e feedbacks que incentivam os alunos a acreditar que suas habilidades e inteligência podem ser desenvolvidas por meio de esforço, persistência e estratégias corretas.[501] No entanto, os professores não costumam ter um desenvolvimento profissional eficaz nessas técnicas. Para mitigar o problema, os pesquisadores começaram a usar modelos de linguagem em grande escala (LLM) para fornecer treinamento automatizado e personalizado a fim de apoiar o uso da GMSL pelos professores. Essa ferramenta de IA revisa expressões de não apoio enviadas à GMSL por meio do "desenvolvimento de (i) um conjunto de dados paralelos contendo o reenquadramento de declarações de não apoio por professores treinados na GMSL acompanhado por um guia de anotação, (ii) uma estrutura de solicitação da GMSL para revisar a linguagem de não apoio dos professores e (iii) uma estrutura de avaliação baseada na teoria psicológica para avaliar a GMSL com a ajuda de alunos e professores".[502] Esse tipo de pesquisa oferece um vislumbre das empolgantes capacidades complementares das ferramentas de IA para o desenvolvimento da agência e do *mindset* de crescimento.

PRINCIPAIS FACETAS DA AGÊNCIA

A agência é influenciada por uma combinação de facetas internas e externas. Essas forças motrizes podem ajudar a compreender como as pessoas exercem a própria agência em momentos e con-

501. Dweck, C. S. (2017). *Mindset: a nova psicologia do sucesso*. Objetiva.
502. Handa, K, Clapper, M., *et al.* (2023). "Mistakes help us grow": Facilitating and evaluating growth mindset supportive language in classrooms. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/pdf/2310.10637.pdf

textos diferentes. Dado o foco deste livro, não é possível discutir extensivamente todas as facetas da agência. Aqui estão as principais, conforme identificadas na literatura:

- Valores pessoais:[503] princípios fundamentais, como crenças, muitas vezes orientam o que os indivíduos consideram importante, influenciando suas escolhas e ações.
- Objetivos:[504] metas, tanto de curto quanto de longo prazo, fornecem direção e propósito, estimulando as ações do indivíduo.
- Autoeficácia:[505] a crença na capacidade de ser eficaz afeta significativamente a agência, enquanto a confiança nas habilidades e na competência incentiva os indivíduos a agir e tomar decisões.
- Autonomia:[506] o nível de autonomia que um indivíduo tem na vida pessoal e profissional afeta sua capacidade de exercer o arbítrio. Isso inclui a liberdade de controle ou a influência externa indevida.
- Metaemoção:[507] também conhecida como inteligência emocional, é a capacidade de entender e gerenciar emoções e ter empatia com os outros, o que pode influenciar a forma como o indivíduo exerce sua capacidade de ação, especialmente em contextos sociais.

503. Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. *In:* M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, Vol. 25, pp. 1-65. Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60281-6

504. Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology, 53*(1), 109-132. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153; Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist, 57*(9), 705-717. https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.9.705

505. Bandura, A. (2001). "Social cognitive theory: An agentic perspective." *Annual Review of Psychology, 52*(1), 1-26.

506. Baltes, P. B., Lindenberger, U., & Staudinger, U. M. (2006). Life Span Theory in Developmental Psychology. *In:* R. M. Lerner & W. Damon (Eds.), *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development* (pp. 569-664). John Wiley & Sons, Inc.

507. Bourdieu, P., & Passeron, J. C. (1977). *A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino*. Vozes; Goleman, D. (1995). *Inteligência emocional*. Objetiva.

- Origem educacional e socioeconômica:[508] a Educação fornece conhecimento e habilidades de pensamento crítico, enquanto o nível socioeconômico pode afetar a gama de escolhas disponíveis para um indivíduo. Esses fatores podem expandir ou limitar a extensão da agência do indivíduo.
- Influência cultural e social:[509] normas e expectativas socioculturais moldam o entendimento do indivíduo sobre que ações são possíveis ou aceitáveis. A família, os grupos de colegas e as redes sociais mais amplas desempenham um papel importante na influência de decisões e ações.
- Saúde física e mental:[510] a saúde pode afetar a agência tanto direta quanto indiretamente, pois o bem-estar físico e mental influencia a capacidade do indivíduo de agir e tomar decisões.

PESQUISA DO CCR QUE SINTETIZA AS TEORIAS DE AGÊNCIA (CONSULTE TEORIAS DE AGÊNCIA NO APÊNDICE DIGITAL)

TERMO DO CCR	DEFINIÇÃO DO CCR	TERMOS ASSOCIADOS
Agência	Capacidade do indivíduo de agir.	Autonomia; autoeficácia; capacitação; intencionalidade.

Para criar uma teoria composta de agência, o CCR revisou as teorias de agência e *mindset* de crescimento mais destacadas e atualmente usadas. A estrutura de competências do CCR compartilha muitas características com várias teorias influentes de agência (veja Apêndice digital) e pode ser usada para fomentar a agência combinando subcompetências-chave.

Tanto a estrutura do CCR quanto a teoria social cognitiva (TSC) do psicólogo canadense Albert Bandura (1925-2021) enfati-

508. Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford: Oxford University Press.
509. Giddens, A. (1984). *The constitution of society: Outline of the theory of structuration*. University of California Press; Markus, H. R., & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review*, 98(2), 224-253.
510. Albrecht, G. L., & Devlieger, P. J. (1999). The disability paradox: High quality of life against all odds. *Social Science & Medicine*, 48(8), 977-988. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2001). On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudemonic well-being. *Annual Review of Psychology, 52*, 141-166. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.141

zam o papel do aluno na formulação da própria Educação. O conceito de autoeficácia de Bandura se alinha com a atenção que o CCR confere ao domínio de competências como o pensamento crítico. O foco da TSC na aprendizagem observacional – na qual os indivíduos aprendem observando e imitando os outros – está em sintonia com o domínio caráter do CCR, incluindo características como resiliência e ética. Por fim, a ideia de autorregulação de Bandura se reflete nas dimensões de "meta-aprendizado" do CCR, destacando a importância da autoconsciência no processo de aprendizado.

A Teoria do Comportamento Planejado (TCP), proposta pelo psicólogo polonês Icek Ajzen, se concentra em como a intenção individual, influenciada por fatores externos, determina o comportamento. A "atitude em relação ao comportamento" na TCP, por exemplo, pode ser comparada com a atenção do CCR ao domínio do caráter, especialmente a características como coragem e ética, que influenciam a perspectiva e a resposta de um indivíduo às situações. As "normas subjetivas" da TCP, que se referem à pressão social percebida para adotar (ou não) um comportamento, estão em sintonia com os domínios de caráter e meta-aprendizado do CCR em termos de coragem, ética e metacognição. O elemento de "controle comportamental percebido" da TCP, que é a percepção da facilidade ou dificuldade de realizar um comportamento, está alinhado com as habilidades da estrutura do CCR em competências como pensamento crítico, comunicação e colaboração, que influenciam diretamente a confiança de um indivíduo na execução de tarefas.

Por fim, a Teoria da Estruturação proposta pelo sociólogo britânico Anthony Giddens compartilha com o CCR uma prioridade sobre a dinâmica entre os indivíduos e as estruturas nas quais eles operam. A teoria postula que, embora as estruturas sociais orientem as ações individuais, essas ações também podem produzir e reproduzir essas estruturas. Essa dualidade de estrutura enfatiza o papel da agência humana em moldar as construções sociais.

A mesma dinâmica está presente na estrutura do CCR. O caráter, incluindo traços como ética, resiliência e coragem, pode ser

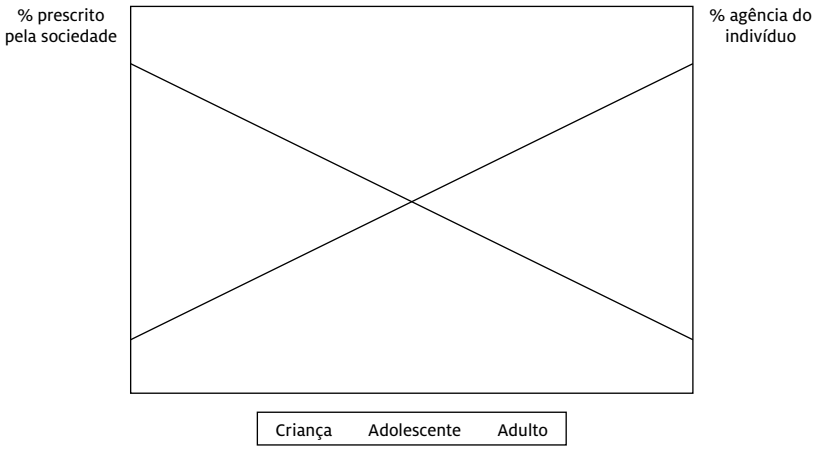
visto como componente da agência individual que influencia e é influenciada pelas estruturas sociais. Isso se alinha ao enfoque de Giddens sobre a agência como sendo incorporada às estruturas. Habilidades, especialmente competências como comunicação, colaboração e pensamento crítico, refletem a visão de Giddens sobre "modalidades" – os meios pelos quais agentes utilizam propriedades estruturais. A comunicação eficaz, por exemplo, pode servir como uma modalidade para reforçar ou alterar as normas e instituições sociais existentes.

NÍVEIS DE AGÊNCIA NA EDUCAÇÃO

Às vezes, na Educação, a agência é exagerada e considerada absoluta, sem restrições. No entanto, existem várias camadas de escolhas de agência, e uma Educação sábia precisa equilibrar todas elas:

CAMADA DE AGÊNCIA	EXEMPLO	COMENTÁRIO
Disciplina	Ciência ambiental.	Acompanhamento de escolhas no Ensino Médio.
Ramo	Biologia de conservação.	Depende da disponibilidade.
Assunto/Tópico	Impacto das mudanças climáticas em um ecossistema específico.	Fácil de implementar.
Implementação	Projetos de restauração.	Muitas vezes subestimados; muitas vezes, naturalmente multidisciplinares.
Propósito	Programas educacionais sobre conservação.	Mais impactante; muitas vezes, naturalmente multidisciplinar.

Além disso, o nível de escolha começa baixo, pois os alunos jovens precisam dominar o básico (mesmo em um ambiente semelhante ao de Montessori) em uma agência cada vez maior, conforme o diagrama a seguir:



Fonte: CCR.

POR QUE A AGÊNCIA É CRUCIAL EM UMA ERA DE IA? A AGÊNCIA PERMITE QUE OS SERES HUMANOS USEM A IA COMO UMA FERRAMENTA

A agência assumiu um significado primordial porque serve como uma referência para a singularidade e o controle humano em meio a cenários tecnológicos em rápida evolução. Os sistemas de IA começaram a realizar tarefas que estavam tradicionalmente dentro do domínio exclusivo da cognição humana, como diagnosticar doenças, compor músicas ou escrever textos em prosa. Nesse contexto, manter a agência humana garante que os seres humanos permaneçam como tomadores de decisão ativos, e não receptores passivos ou espectadores diante do determinismo tecnológico.[511]

A agência é essencial para estabelecer um senso de propósito e direção, permitindo que os indivíduos usufruam da IA como uma ferramenta em vez de serem ofuscados por ela.[512] Em áreas como ética e inteligência emocional, a agência humana continua sendo crucial, orientando como a IA deve ser projetada, integrada e regulamentada na sociedade. É por meio dessa agência que os seres humanos garantem que as tecnologias de IA estejam alinhadas com os valores coletivos, objetivos e normas sociais.[513]

511. Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *A segunda era das máquinas*. Alta Books.
512. Drexler, K. E. (2019). *Reframing superintelligence: Comprehensive AI services as general intelligence*. Future of Humanity Institute, University of Oxford.
513. Dignum, V. (2019). Responsible artificial intelligence: Springer Nature.

Manter um senso robusto de agência humana na era da IA não somente ajuda a manter o valor intrínseco da individualidade humana, mas também protege processos democráticos, considerações éticas e liberdades pessoais. O equilíbrio entre o aproveitamento dos recursos da IA e a preservação da agência humana será fundamental para direcionar o curso futuro da colaboração entre humanos e IA.

A IA PODE TER AGÊNCIA? SIM, EM FORMAS LIMITADAS

Atualmente, essa é uma área cinzenta, pois as IAs possuem *de fato* uma forma restrita de agência, especialmente as redes adversárias generativas (GANs, na sigla em inglês), que são programadas para competir independentemente umas contra as outras. O lançamento do AutoGPT e de agentes de IA autônomos semelhantes "mostra o potencial das máquinas para lidar com tarefas que antes eram consideradas exclusivas dos humanos, incluindo criação de conteúdo, solução de problemas e tomada de decisões".[514] Um exemplo que chama a atenção é o lançamento pela NVIDIA do Eureka, um agente de IA que pode gerar algoritmos automaticamente, usando LLM como o GPT-4 e o aprendizado por reforço, a fim de treinar robôs para executar tarefas manuais complexas e adquirir rapidamente novas habilidades.[515]

Além desses exemplos nos quais agentes de IA receberam agência limitada, os seres humanos ainda não forneceram agência à maioria das IAs, muito menos agência completa. Entretanto, o conceito de autômatos autorreplicantes do matemático húngaro John Von Neuman (1903-1957) é a ponta de lança da pesquisa.[516] Por enquanto, o papel dos seres humanos continua sendo o de

514. Takyar, A. (2023). AutoGPT: Unleashing the power of autonomous AI agents. *LeewayHertz*. https://www.leewayhertz.com/autogpt/; Significant-Gravitas / AutoGPT. (2023). GitHub account. https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT

515. McKay, C. (2023). NVIDIA's Eureka uses GPT-4 to teach robots new skills. Maginative. https://www.maginative.com/article/nvidias-eureka-uses-ai-to-teach-robots-new-skills/#:~:text=Crucially%2C%20Eureka%20does%20this%20without,the%20task%20and%20robot%20morphology

516. Se, K. (2023). FOD#23: The quest for self-reproducing automata: Old and new ideas. Turing Post. https://www.turingpost.com/p/fod23

programar as IAs para diferentes níveis de agência específica e direcioná-las para fins humanos.

De acordo com o GPT4, com o qual nós autores concordamos:

"Normalmente, o arbítrio é entendido como a capacidade de uma entidade de agir de maneira independente e fazer as próprias escolhas. Ao discutir a IA, o conceito de agência é mais sutil.

A IA não tem agência da mesma forma que os seres humanos. A agência humana está enraizada na consciência, na intencionalidade e na capacidade de agir com base em desejos, crenças e experiências individuais. Em contrapartida, os sistemas de IA operam com base em algoritmos programados e suas 'ações' são determinadas por códigos, entradas de dados e objetivos específicos. Mesmo quando o comportamento de um sistema de IA parece autônomo, ele ainda é limitado pelos parâmetros definidos por seus desenvolvedores.

Entretanto, a IA pode exibir uma forma de 'agência funcional'. Por exemplo, um sistema de aprendizagem de máquina treinado para otimizar transações de ações pode tomar decisões de maneira autônoma dentro do escopo de sua programação, processando grandes quantidades de dados mais rapidamente do que um ser humano poderia fazer. Ele 'age' com base nos dados fornecidos para atingir sua meta de otimização. Mas esse processo de tomada de decisão carece de verdadeira intencionalidade ou compreensão consciente.

À medida que os sistemas de IA se tornam mais avançados e seus processos de tomada de decisão ficam mais obscuros, às vezes pode parecer que eles têm uma forma de agência, especialmente quando esses sistemas operam de maneiras imprevisíveis ou quando o raciocínio por trás de suas decisões não é imediatamente transparente.

Essa percepção pode levar a debates éticos e filosóficos sobre a responsabilidade e a imputabilidade dos sistemas de IA e de seus criadores.

Em resumo, embora a IA possa exibir comportamentos autônomos dentro dos limites de sua programação, ela não possui agência no sentido rico e consciente que os seres humanos possuem."

A cientista da computação chinesa Fei-Fei Li, professora da Universidade de Stanford, enfatiza com frequência a importância da cautela no desenvolvimento da IA. Ela argumenta que as IAs devem ser sempre consideradas ferramentas para aumentar as capacidades

humanas, em vez de agentes autônomos.[517] Por exemplo, no domínio da IA para a área da saúde, no qual Li trabalhou profundamente, a IA pode fornecer assistência oportuna a médicos no diagnóstico de condições, mas as decisões finais de diagnóstico devem sempre ser supervisionadas por profissionais humanos bem treinados.

Conceder agência à IA também complica ainda mais as implicações éticas. A imputabilidade e a responsabilidade se tornam ambíguas se concedermos agência completa às IAs.[518] Li, entre outros, insiste que, ao sempre entender a IA como uma ferramenta, fica claro que os seres humanos são sempre os responsáveis finais pelas ações e resultados da tecnologia. "É reconhecer [que] o futuro da IA é tão profundamente impactante que a agência deve permanecer entre nós. Temos que fazer as escolhas de como queremos construir e usar essa tecnologia. Se abrirmos mão da agência, será uma queda livre."

CONCLUSÃO: AGÊNCIA EM AÇÃO

A agência está intrinsecamente ligada ao conceito de propósito. Propósitos e paixões fornecem a direção e a motivação intrínseca para a agência, enquanto um alto grau de agência amplifica os efeitos dessas motivações, levando a um comportamento persistente e direcionado a metas. Quando os indivíduos têm um senso claro de propósito, sua agência passa a ser direcionada para o cumprimento desse propósito, resultando em maior satisfação e bem-estar psicológico.[519] Isso cria um ciclo de feedback no qual a agência e o propósito reforçam e fortalecem um ao outro.

Inversamente, a falta de agência, mesmo com forte motivação, dificulta a capacidade de agir de acordo com desejos e intenções. Portanto, o desempenho ideal e a realização de metas exigem tanto uma forte motivação quanto um forte senso de agência.[520]

517. Li, F.F. (2023). *The worlds I see*. Macmillan.

518. Como está acontecendo em aplicações militares...

519. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.

520. Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology, 52*, 1-26. https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.52.1.1

Um forte senso de identidade ajuda as pessoas a entenderem a si mesmas e seu lugar em vários grupos, tanto interna quanto externamente. Com agência, os alunos podem direcionar as próprias identidades para metas pessoalmente significativas, contribuindo para um propósito maior importante para si mesmos e para os outros.

A relação entre agência e propósito se torna mais vital em um mundo de IA. Essas tecnologias podem, inadvertidamente, interferir na agência humana ao automatizar os processos de tomada de decisão, o que representa um risco para o senso de propósito humano. Estudiosos como o israelense Yuval Noah Harari alertam para um futuro no qual as capacidades da IA poderiam ofuscar a tomada de decisões humanas, levando a uma diminuição do senso de propósito e agência.[521] Quando a IA desempenha um papel substancial nas tarefas cotidianas, passa a ser crucial cultivar e manter ativamente a agência e o propósito humanos. Fazer isso garante que as capacidades da IA sejam aproveitadas para aumentar o potencial humano, em vez de diminuir os aspectos humanos de propósito e autodeterminação. As seções a seguir discutirão os vínculos entre agência e propósito, e se concentrarão na importância dos propósitos humanos em um mundo de IA.

PROPÓSITO (INCLUI PAIXÃO)

> *"Educação não é encher um balde, mas acender um fogo."*
> – W. B. Yeats

O QUE É PROPÓSITO? SEU SENSO DE IMPORTÂNCIA

O propósito pode ser descrito como um objetivo de vida central e auto-organizado que orienta os pensamentos, as ações e os comportamentos do indivíduo, proporcionando um senso de direção e significado. Ele costuma surgir de uma combinação de paixões pessoais, pontos fortes, valores e um desejo de causar um impacto positivo no mundo ou de contribuir para algo

521. Harari, Y. N. (2016). *Homo deus: uma breve história do amanhã*. Companhia das Letras.

maior do que si mesmo.[522] Não se trata apenas de estabelecer metas; envolve uma intenção duradoura que dá coerência à vida do indivíduo. O neuropsiquiatra austríaco Viktor Frankl (1905-1997)[523] o enfatizou como necessidade humana fundamental, propondo que uma vida significativa está ancorada na sua busca, mesmo diante de adversidades. Ter um propósito claro tem sido associado a uma variedade de resultados positivos, desde a melhoria do bem-estar e da saúde até o aumento da resiliência e da longevidade.[524]

Em linhas gerais, existem dois tipos de propósito: interesse próprio e autotranscendência. O primeiro se refere a um propósito que beneficia amplamente o próprio indivíduo (por exemplo, uma tarefa ou atividade agradável), enquanto o segundo tem como base beneficiar os outros ou trabalhar em prol de algo maior do que si próprio. Embora ambos possam ser considerados propósitos, as motivações autotranscendentes costumam ser mais eficazes para motivar as pessoas.[525]

Dito isso, o caminho para a motivação autotranscendente pode ser pavimentado pelo interesse próprio. Como as pessoas costumam estar interessadas em vivenciar propósitos autotranscendentes, aproveitar a curiosidade pode ajudar a almejar ambas as motivações simultaneamente. A busca da compreensão profunda é uma ferramenta poderosa para ajudar a determinar interesses e paixões – uma centelha que pode levar a um propósito autotranscendente.[526]

Semelhante à identidade, os pesquisadores e filósofos continuam divididos quanto a se o propósito individual é descoberto

522. Bronk, K. C. (2014). *Purpose in life: A critical component of optimal youth development*. Springer.

523. Frankl, V. E. (2012). *O homem em busca de um sentido*. Lua de Papel.

524. Kashdan, T. B., & McKnight, P. E. (2009). Origins of purpose in life: Refining our understanding of a life well lived. *Psi Chi Journal of Undergraduate Research*, 14(1), 22-30.

525. Yeager, D. S., Henderson, *et al.* (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), 559-580.

526. CUR4: Visualizar e priorizar os interesses e as paixões individuais (veja Capítulo 6, p. 166).

ou criado.[527] O pesquisador britânico John Coleman descreve bem essa primeira concepção: "Nas redes sociais, vejo com frequência uma citação inspiradora atribuída a Mark Twain: 'os dois dias mais importantes da sua vida são o dia em que você nasce e o dia em que descobre por qual motivo'. Ela articula perfeitamente o que chamarei de 'versão hollywoodiana' do propósito. Como Neo, em *Matrix*, ou Rey, em *Star Wars*, todos estamos apenas passando pela vida, esperando até que o destino nos faça um chamado mais elevado."[528] Coleman descreve com precisão a percepção generalizada de que os indivíduos desempenham um papel passivo no desenvolvimento de seu propósito – que este *os* encontra, e não o contrário. Portanto, é fundamental que os indivíduos explorem interesses e eventuais propósitos para contribuir com a criação do próprio propósito.

A descrição de que os indivíduos *criam* um propósito os coloca em um papel ativo. Coleman enfatiza que o propósito é ativamente construído por meio de nossas ações e escolhas, e a pesquisa e a sabedoria popular, como o modelo Ikigai (veja Apêndice digital), ecoam essa prioridade. As pessoas que encaram as próprias vidas como uma "jornada do herói" têm uma existência mais significativa e satisfatória. Ao contrário da crença popular, não há somente um propósito abrangente a ser encontrado; em vez disso, as pessoas extraem significado de vários aspectos de suas vidas, como trabalho, família, fé e comunidade. Essa abordagem permite uma experiência de vida mais rica e diversificada, na qual diferentes fontes de significado têm precedência em momentos diferentes. Nosso senso de propósito pode evoluir, refletindo os diferentes estágios de nossas vidas e caminhos profissionais. Assim, como no caso da identidade, a discussão prosseguirá com a suposição de que a agência permite que o propósito seja criado e multifacetado.

527. Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose - You Build It. *Harvard Business Review*. https://hbr.org/2017/10/you-dont-find-your-purpose-you-build-it

528. Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose - You Build It. *Harvard Business Review*. https://hbr.org/2017/10/you-dont-find-your-purpose-you-build-it

O QUE É PAIXÃO? O ENTUSIASMO QUE VOCÊ TEM POR SUAS AÇÕES

> *"Escolha um trabalho que ama e nunca terá que trabalhar um dia sequer na vida."* – Confúcio

A paixão, em contextos psicológicos e sociológicos, costuma ser entendida como uma forte inclinação ou desejo em relação a uma atividade ou objeto que os indivíduos valorizam profundamente, consideram importantes e nos quais investem tempo e energia significativos.[529] É um sentimento ou uma sensação de impulso ou entusiasmo. A paixão pode servir como uma força motivadora, orientando as pessoas a buscarem objetivos que lhes proporcionem um senso de propósito e significado na vida.

A relação entre paixão e propósito é complexa. Enquanto o propósito está relacionado a uma meta de vida mais ampla que atribui direção e significado às ações do indivíduo,[530] a paixão pode ser vista como o combustível que o impulsiona para a realização desse propósito. O indivíduo pode ter o propósito de contribuir para a sustentabilidade ambiental, e sua paixão pela jardinagem ou pela conservação da vida selvagem pode ser o meio pelo qual o concretiza. Em essência, enquanto o propósito oferece "o porquê" por trás das ações, a paixão fornece o vigor e o entusiasmo para "como" persegui-lo.

PRINCIPAIS FACETAS DO PROPÓSITO E DA PAIXÃO

Os conceitos de propósito e paixão são amplamente estudados na psicologia, especialmente nos campos da psicologia positiva e da psicologia do desenvolvimento. Esse é um tópico vasto e cheio de nuances para o qual esta seção não fornecerá uma lista completa de facetas. No entanto, é importante observar que muitas das facetas do propósito e da paixão se sobrepõem às da identidade e da agência, e, com frequência, são originadas de motivações:

529. Vallerand, R. J., Blanchard, C., *et al.* (2003). Les passions de l'âme: On obsessive and harmonious passion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(4), 756-767.
530. Damon, W., Menon, J., & Bronk, K. C. (2003). The development of purpose during adolescence. *Applied Developmental Science*, 7(3), 119-128.

- Prazer:[531] quando o indivíduo encontra algo de que gosta intrinsecamente, é mais provável que se sinta motivado e desenvolva uma paixão por essa atividade, projeto ou causa. Esses interesses intrínsecos, quando cultivados, podem se tornar paixões e objetivos.
- Valores:[532] como valores e crenças costumam orientar as escolhas e os comportamentos de um indivíduo, é mais provável que ele tenha um forte senso de propósito e paixão quando as atividades se alinham com seus valores ou crenças.
- Autoeficácia e competência:[533] um tópico chave nas pesquisas psicológicas, a crença individual na capacidade de ter sucesso e na competência nas habilidades necessárias para ter sucesso pode alimentar paixões e propósitos. Quando o indivíduo se sente competente, ele fica mais envolvido e entusiasmado com atividades e projetos.
- Autonomia:[534] a liberdade de escolher e controlar as próprias ações é fundamental para as paixões e os propósitos. A autonomia permite que os indivíduos busquem interesses e objetivos pessoalmente significativos.

531. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior.* Plenum; Silvia, P. J. (2006). *Exploring the psychology of interest*. Oxford University Press Vallerand, R. J. (2008). On the psychology of passion: *In:* search of what makes people's lives most worth living. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne, 49*(1), 1-13.

532. Dweck, C. S. (2017). *Mindset: a nova psicologia do sucesso*. Objetiva. Steger, M. F., Kashdan, T. B., Sullivan, B. A. *et al*. (2008). Understanding the search for meaning in life: Personality, cognitive style, and the dynamic between seeking and experiencing meaning. *Journal of Personality, 76*(2), 199-228. https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2007.00484.x

533. Pajares, F., & Schunk, D. H. (2001). Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement. *In:* R. Riding & S. Rayner (Eds.), *Perception* (pp. 239-266). Ablex Publishing; Stajkovic, A. D., & Luthans, F. (1998). Self-efficacy and work-related performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 124(2), 240-261. https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.2.240

534. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. Canadian *Psychology / Psychologie canadienne, 49*(3), 182-185. https://doi.org/10.1037/a0012801; Gagné, M., & Deci, E. L. (2005). Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior, 26*(4), 331-362.

- Pertencimento:[535] os relacionamentos e as interações sociais inspiram e cultivam a paixão. O apoio de outras pessoas pode afirmar e incentivar as buscas, contribuindo para um senso de propósito.
- Experiências:[536] A exposição a diferentes atividades e experiências pode despertar interesses, paixões e propósitos, já que as pessoas costumam descobrir paixões experimentando novidades e explorando diferentes lugares, comunidades ou campos. Essa ideia é explorada em vários campos, incluindo a psicologia do desenvolvimento, a psicologia da Educação e o aconselhamento de carreira.
- Autodescoberta:[537] refletir sobre as experiências de vida, os pontos fortes e os interesses pode levar a uma compreensão mais clara do que impulsiona a paixão e o propósito pessoais.
- Ambição:[538] a função da ambição e das realizações como impulsionadores de propósitos e paixão está bem estabelecida, principalmente nos campos da motivação, psicologia da personalidade e comportamento organizacional. Ao definir e trabalhar para atingir metas, é possível fomentar um senso de propósito, e o processo de lutar e atingir metas pode ser um poderoso impulsionador da paixão.

535. Cohen, S. (2004). Social Relationships and Health. American Psychologist, 59(8), 676-684. https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.8.676; Helliwell, J. F., & Putnam, R. D. (2004). The social context of well-being. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 359*(1449), 1435-1446.

536. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.

537. Brown, K. W., & Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present: Mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology, 84*(4), 822-848. https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.4.822; Marcia, J. E. (1966). Development and validation of ego-identity status. *Journal of Personality and Social Psychology, 3*(5), 551-558. https://doi.org/10.1037/h0023281

538. Duckworth, A. L., Peterson, C., Matthews, M. D., & Kelly, D. R. (2007). Grit: Perseverance and passion for long-term goals. *Journal of Personality and Social Psychology, 92*(6), 1087--1101. https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.6.1087; Judge, T. A., & Kammeyer-Mueller, J. D. (2012). On the value of aiming high: The causes and consequences of ambition. *Journal of Applied Psychology, 97*(4), 758-775. https://doi.org/10.1037/a0028084

- Inspiração:[539] a inspiração de outras pessoas, como mentores, modelos ou figuras influentes, pode desempenhar um papel importante para despertar a paixão e moldar um senso de propósito.

PESQUISA DO CCR QUE SINTETIZA AS TEORIAS DE PROPÓSITO (VER TEORIAS DE PROPÓSITO NO APÊNDICE DIGITAL)

TERMO DO CCR	DEFINIÇÃO DO CCR	TERMOS ASSOCIADOS
Propósito	Senso de significância.	Paixão; interesses; intenções; ambição.

Como os propósitos são construções evolutivas cultivadas ao longo do tempo, impulsionadas por competências individuais e contextos sociais, eles não são objetivos finais estáticos, mas sim remodelados à medida que os indivíduos interagem com o mundo, acumulam experiências e adquirem conhecimento. Com base nos pontos fortes das principais estruturas de pesquisa que abordam o propósito (veja Apêndice digital) e complementando-as com a estrutura do CCR, é possível definir uma teoria composta de propósito que consiste em:

Camada fundamental (0 a 12 anos): alinhado com os estágios iniciais de Erikson, o propósito está ligado aqui à confiança básica, à autonomia e à agência. O senso inicial de propósito das crianças vem da segurança, da exploração e da realização de tarefas básicas. Dentro da estrutura do CCR, isso se alinha com as competências de curiosidade, comunicação e coragem, à medida que as crianças questionam o mundo e constroem a compreensão das próprias respostas. Esse pode ser considerado o estágio anterior à consciência plena.

Os estágios a seguir são todos de consciência plena:

539. Morgenroth, T., Ryan, M. K., & Peters, K. (2015). The motivational theory of role modeling: How role models influence role aspirants' goals. *Review of General Psychology, 19*(4), 465-483. https://doi.org/10.1037/gpr0000059; Thrash, T. M., & Elliot, A. J. (2003). Inspiration as a psychological construct. *Journal of Personality and Social Psychology, 84*(4), 871-889.

Camada da formação da identidade (13 a 24 anos): alinhado com o estágio da adolescência de Erikson e com as percepções do teste PIL (propósito de vida), o propósito durante esses anos tem a ver com exploração, busca de identidade e compreensão do papel de cada um no contexto social mais amplo. Isso corresponde à atenção do CCR às dimensões de caráter e meta-aprendizado (particularmente MET2: refletir sobre processos, aprendizagem e identidade [veja Capítulo 6]) e competências como criatividade, curiosidade e ética. Aqui, os alunos devem ser incentivados a fazer grandes perguntas sobre a vida, refletir sobre seus valores e desenvolver um senso de direção.

Camada da interação social (25 a 50 anos): alinhado com os estágios da idade adulta jovem e média de Erikson, o propósito tem a ver aqui com conexões profundas, contribuições e criação de legado. As pessoas começam a buscar significado em seus empregos, relacionamentos e papéis sociais. As competências de colaboração, comunicação e ética do CCR desempenham papéis fundamentais. Além disso, o Modelo de Manutenção de Significado, do psicólogo canadense Steve Heine e colaboradores, afirma que, quando as pessoas identificam anomalias em suas visões de mundo, elas se esforçam para resolvê-las. Portanto, quando os adultos enfrentam desafios a seu senso de propósito, competências como resiliência, coragem e curiosidade os incentivarão a buscar novos caminhos ou adaptar suas visões para restaurar o significado.

Camada reflexiva (a partir dos 50 anos): com base no estágio final da vida adulta de Erikson, o propósito gira em torno de reflexão, revisão da vida e aceitação. As pessoas se perguntam: tive uma vida significativa? Contribuí de maneira positiva? As dimensões de caráter e meta-aprendizado do CCR são cruciais aqui, permitindo que os indivíduos aprendam com suas experiências, ajustem seu senso de propósito e transmitam sabedoria às gerações mais jovens.

POR QUE O PROPÓSITO (OU PROPÓSITOS) É CRUCIAL NA ERA DA IA? PORQUE A IA NÃO PODE PENSAR POR SI MESMA (AINDA...)

O propósito humano está se tornando cada vez mais essencial por vários motivos. À medida que a automação e os sistemas de IA assumem tarefas e trabalhos rotineiros, as pessoas precisam encontrar significado e direção em atividades que as máquinas não podem replicar facilmente. Qualidades humanas como empatia, ética e senso de propósito nos diferenciam das máquinas. Embora, por exemplo, as ferramentas de IA possam superar os médicos na análise de dados e, muitas vezes, na geração de diagnósticos, o propósito de um professional humano está no cuidado empático, na compreensão da situação única de um paciente e na tomada de decisões que estejam de acordo com valores éticos e humanísticos.[540] Da mesma forma, os educadores cujo objetivo é inspirar e fomentar o crescimento dos alunos podem se adaptar ao uso de ferramentas de IA nas salas de aula, não como substitutas, mas como aprimoramentos dos métodos de ensino, garantindo que o toque humano permaneça central.

Um propósito claro também fornece uma bússola com a qual os indivíduos podem navegar por incertezas e desafios. Quando as pessoas têm propósitos bem definidos, é mais provável que sejam resilientes, se adaptem às mudanças e encontrem satisfação, mesmo quando enfrentam disrupções. Por fim, com as implicações éticas da IA vindo à tona, um senso coletivo de propósito é vital para orientar o desenvolvimento e a aplicação das tecnologias de IA. Os objetivos orientados por propósitos garantem que os avanços da IA sejam direcionados para o bem maior, beneficiando a humanidade como um todo e não alguns poucos escolhidos. A IA usada em soluções de energia sustentável demonstra como a tecnologia orientada por objetivos pode enfrentar desafios globais como as mudanças climáticas.[541]

540. Davenport, T. H., & Kirby, J. (2016). *Only humans need apply*. Harper Business.
541. Russell, S., Dewey, D., & Tegmark, M. (2015). Research priorities for robust and beneficial artificial intelligence. *AI Magazine*, 36(4), 105-114. https://arxiv.org/abs/1602.03506

A IA TEM PROPÓSITO? INTRINSECAMENTE, NÃO!

Por enquanto, o propósito continua sendo humano. Não se pode argumentar que as formas atuais de IA possuem um propósito, pois seu processamento e ações dependem de um operador humano. Se a IA fosse dotada de agência, seria possível – embora bastante discutível – que formas avançadas de IA definissem seus propósitos.[542]

Especulações à parte, não é improvável imaginar futuras IAs com a capacidade de definir os próprios objetivos de modo independente, mesmo que apenas dentro de estruturas programadas específicas. Agentes de IA como o AutoGPT já são capazes de definir objetivos dentro dos parâmetros da própria programação. A finalidade e os objetivos, embora sejam conceitos relacionados, permanecem distintos. A finalidade fornece o "porquê" por trás de um empreendimento, enquanto os objetivos fornecem o "que" e o "como" alcançá-lo. Objetivos são metas específicas, mensuráveis e (muitas vezes) com prazo determinado que delineiam as etapas necessárias para atingir ou avançar em direção a uma finalidade.[543] Portanto, embora hoje a IA possa definir objetivos, ainda não é possível atribuir um propósito a suas ações.

De acordo com o próprio GPT4, com o qual concordamos plenamente:

"A IA não possui um propósito da mesma forma intrínseca e profundamente pessoal que os seres humanos. Os seres humanos encontram propósito com base em uma interação complexa de experiências, emoções, valores, crenças e influências socioculturais. Em contrapartida, a IA opera com base em objetivos programados, instruções ou metas definidas por seus desenvolvedores ou usuários.

Entretanto, a IA pode ser projetada para ter um 'propósito' em um sentido funcional. Por exemplo, a IA de um carro autônomo é projetada com o propósito de navegar na estrada com segurança e eficiência.

542. Anderson, M., & Anderson, S. L. (Eds.). (2011). *Machine ethics*. Cambridge University Press; Tegmark, M. (2017). Life 3.0: *Being human in the age of artificial intelligence*. Knopf; Tononi, *et al.* (2016). Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate. *Nature Reviews Neuroscience, 17*(7), 450-461.

543. Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist, 57*(9), 705-717.

Um chatbot pode ter o propósito de responder às perguntas do usuário ou fornecer informações. Mas é importante distinguir entre esse tipo de diretriz operacional e o senso de propósito rico e multifacetado que os seres humanos podem experimentar. A IA não tem emoções, consciência ou autoconsciência; portanto, embora possa executar tarefas alinhadas a um objetivo específico, ela não 'sente' ou 'entende' o propósito no sentido humano.

Na era da IA avançada, questões sobre o propósito, a autonomia e os direitos das máquinas têm sido levantadas em discussões filosóficas.[544] *À medida que os sistemas de IA se tornam mais integrados à sociedade humana e exibem comportamentos que imitam a inteligência humana, torna-se cada vez mais importante definir e entender os limites do 'propósito' da IA."*

CONCLUSÃO: PROPÓSITO + MOTIVAÇÃO, IDENTIDADE E AGÊNCIA SÃO ESSENCIAIS PARA A EXPERIÊNCIA HUMANA

Motivação humana, identidade, agência e propósito estão profundamente interconectados e formam o cerne da experiência humana. A motivação nos leva a agir, influenciados por nossas identidades, as quais, por sua vez, influenciam a ação. Já nosso propósito dá direção a nossa agência, orientando nossas ações para metas significativas. Esses elementos são fundamentais para o bem-estar psicológico, pois permitem que as pessoas levem uma vida autônoma e autorregulada.

Em um mundo impulsionado pela IA, essas construções ganham uma importância maior. À medida que os sistemas de IA se tornam mais integrados à vida cotidiana, eles influenciam a forma como as decisões são tomadas, muitas vezes tendo a eficiência e a lógica como principais fatores. Essa integração corre o risco de marginalizar aspectos humanos como motivação, identidade, agência e propósito. Em um mundo cada vez mais influenciado pela IA, é fundamental cultivar ativamente esses conceitos humanos.

544. Bryson, J. J. (2010). Robots should be slaves. *In:* Y. Wilks (Ed.), Close engagements with artificial companions: *Key social, psychological, ethical and design issues* (pp. 63-74). John Benjamins Publishing Company.

O que os educadores podem fazer para garantir que esses conceitos sejam fundamentais para o ensino e fomentados em suas salas de aula? O próximo capítulo (e o Apêndice digital) discutirão estratégias e estruturas para fomentar a motivação, a identidade, a agência e o propósito na sala de aula, apresentando o uso de ferramentas de IA para tornar essas experiências mais relevantes para o futuro dos alunos.

SUBCOMPETÊNCIAS QUE APOIAM A MOTIVAÇÃO, A IDENTIDADE, A AGÊNCIA E O PROPÓSITO

Os impulsionadores (motivação, identidade, agência e propósito) não são competências em si, pois constituem posicionamentos pessoais que não podem ser ensinados como conteúdo. No entanto, as competências e subcompetências do CCR incentivam de várias maneiras a descoberta, o desenvolvimento, a valorização e a manutenção desses motivadores. A seguir, são apresentados exemplos de subcompetências específicas que podem ser empregadas para fomentar cada um desses motivadores. Mais uma vez, não se trata de uma lista completa, mas de uma série de sugestões para demonstrar como as competências e subcompetências podem ser empregadas para fomentar outras características nos alunos.

SUBCOMPETÊNCIAS QUE APOIAM A MOTIVAÇÃO

CUR4:[j] Visualizar e priorizar os interesses e as paixões individuais

A visualização e a priorização de interesses e paixões servem como elementos fundacionais no estímulo à motivação. Ao visualizar as paixões pessoais e colocá-las em primeiro plano nas próprias metas, os indivíduos podem cultivar a motivação intrínseca.[545] Ao vislumbrar um futuro no qual as paixões desempenham um papel central, é possível agir como uma bússola

545. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227-268.

j As abreviaturas CUR, COR, MET, CRI, RES e COL (seguidas de números) presentes neste capítulo correspondem a conteúdos de quadros do Capítulo 6 (veja p. 166).

motivacional, orientando os esforços e fomentando a perseverança diante de desafios. Quando se imagina um caminho claro entre as ações atuais e um futuro desejado que se alinha a seus interesses principais, as pesquisas demonstram que é mais provável que as pessoas permaneçam motivadas e comprometidas com os próprios interesses.[546]

COR5: Acreditar na própria iniciativa e autoeficácia

A autoeficácia, ou a crença nas próprias capacidades, é fundamental para manter a motivação e agir. Pesquisas mostram que indivíduos com alta autoeficácia têm maior probabilidade de se envolver em tarefas desafiadoras e de se esforçar mais diante da adversidade.[547] Um aluno que acredita que pode dominar um problema complexo de matemática, por exemplo, tem maior probabilidade de investir tempo e esforço para resolvê-lo em comparação com um colega que duvida das próprias habilidades. A confiança nas próprias habilidades não apenas impulsiona a motivação inicial, mas também aumenta a resiliência diante de contratempos. Além disso, reconhecer e confiar na própria capacidade de agir de maneira independente e fazer escolhas pode aumentar muito a motivação. Quando indivíduos se veem como donos do próprio destino, eles são mais inclinados a estabelecer metas significativas e a persegui-las com vigor, sabendo que suas ações podem moldar os resultados.[548] Por fim, acreditar em si mesmo funciona como uma poderosa fonte de motivação, levando as pessoas a enfrentar desafios, superar obstáculos e atingir metas.

546. Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist, 57*(9), 705-717. https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.9.705

547. Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review, 84*(2), 191-215. https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191

548. Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016

MET5: Definir metas, planos para alcançá-las e analisar o próprio progresso

Definir metas claras e elaborar planos viáveis para alcançá-las serve como um roteiro para a motivação. De acordo com a Teoria do Estabelecimento de Metas, estabelecida pelo psicólogo norte-americano Edwin A. Locke, metas explícitas e desafiadoras, aliadas a um feedback adequado, motivam as pessoas de modo mais eficaz do que objetivos vagos ou fáceis.[549] Um aluno que pretende tirar "A" em vez de apenas "ir bem", por exemplo, provavelmente ficará mais motivado porque a meta é tanto específica quanto desafiadora. Delinear um plano detalhado reforça a percepção de um caminho claro para atingir um objetivo definido, dividindo-o em etapas gerenciáveis e aumentando ainda mais a motivação. À medida que o indivíduo progride, revisões periódicas de seu progresso permitem ajustes e recalibragens. Tais revisões podem oferecer um reforço positivo quando as metas estão sendo atingidas ou servir como um empurrão, indicando áreas que precisam de mais foco, estimulando continuamente o impulso motivacional.

SUBCOMPETÊNCIAS QUE APOIAM A IDENTIDADE E O PERTENCIMENTO

CRI1: Desenvolver gostos, estética e estilo pessoais

O processo de desenvolvimento de gostos, estética e estilo é fundamental para moldar o senso de identidade do indivíduo. Pesquisas enfatizam a importância de uma fase exploratória que permite expandir a exposição a diferentes influências e experiências.[550] Tal exposição amplia as escolhas e influencia a identidade pessoal. Além disso, o desejo de pertencer está profundamente arraigado na natureza humana, levando os indivíduos a buscar e alternar entre várias afiliações a grupos ao longo da vida. Por meio da exploração, tanto em termos de estilo pessoal quanto de pertencimento a um grupo, eles podem se adaptar e crescer con-

549. Locke, E. A., & Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting & task performance*. Prentice-Hall, Inc.

550. Quinn, B. P., Heckes, S. L., & Shea, M. L. (2019). Classroom Practices that Support the Development of Purpose. *Journal of Character Education, 15*(2), 71+.

tinuamente em resposta a contextos mutantes e a novas oportunidades.[551]

COR4: Reconhecer os próprios pontos fortes e fracos

É preciso coragem para expressar algumas facetas da identidade e para se comprometer com essa expressão, mesmo em espaços desconfortáveis – ou até violentos – em relação a ela.[552] Reconhecer os pontos fortes e fracos pessoais pode contribuir para o desenvolvimento de uma lente autêntica por meio da qual os indivíduos são capazes de avaliar e integrar vários aspectos de sua identidade, além de ajudá-los a navegar por um problema relacionado à identidade: a sensação de *muitas* identidades possíveis.[553] Uma autoavaliação honesta funciona como uma bússola, orientando os indivíduos em direção a funções ou ambientes nos quais seus pontos fortes podem florescer e afastando-os de contextos nos quais seus pontos fracos podem ser exacerbados. Com o tempo, essa autoconsciência ajuda os indivíduos a priorizar e integrar as identidades que lhes agradam, permitindo criar um senso coeso de si mesmos em meio a um mar de possíveis *personas*.[554]

MET2: Refletir sobre processos, aprendizado e identidade

Não causa surpresa que a metacognição forneça um caminho eficaz para a criação da identidade, ajudando os indivíduos a navegar pelos aspectos multifacetados da autoapresentação, muitas vezes conhecidos como performatividade.[555] Esse conceito ressalta como os indivíduos adaptam a própria identidade com base no público, como a alternância de códigos entre familiares e amigos ou entre ambientes profissionais e pessoais. Por

551. CUR2: Investigar novidades e explorar novas experiências (veja Capítulo 6, p. 166).
552. COR1: Perseguir metas ambiciosas apesar dos riscos (veja Capítulo 6, p. 166).
553. Waterman, A. S. (1984). Identity Formation: Discovery or Creation? The Journal of Early Adolescence, 4(4), 329-341.
554. Schwartz, S. J., Côté, J. E., & Arnett, J. J. (2005). Identity and Agency in Emerging Adulthood: Two Developmental Routes in the Individualization Process. *Youth & Society, 37*(2), 201-229. https://doi.org/10.1177/0044118X05275965
555. Greenhow, C., & Robelia, B. (2009). Informal learning and identity formation in online social networks. *Learning, Media and Technology*, (34), 119-140.

meio da introspecção e da compreensão dos próprios processos de pensamento e aprendizado, eles podem modular habilmente suas identidades em vários contextos,[556] garantindo que se alinhem às crenças internas e, ao mesmo tempo, se ajustem às demandas de ambientes específicos.[557]

SUBCOMPETÊNCIAS QUE APOIAM A AGÊNCIA

RES1: Perseverar em meio aos desafios e buscar ajuda quando necessário

A resiliência e a capacidade de ação estão intimamente ligadas, com a perseverança servindo como um componente-chave da capacidade de ação individual. Ao persistir diante dos desafios, os indivíduos podem reforçar sua crença na capacidade de efetuar mudanças e atingir suas metas, levando ao crescimento pessoal e à autoconfiança.[558] Contudo, reconhecer a importância de buscar ajuda quando necessário também é crucial, e demonstra uma compreensão madura das limitações e da utilização dos recursos disponíveis. O envolvimento com os outros fomenta a inteligência coletiva e as competências colaborativas necessárias em um mundo interconectado.[559]

COL1: Assumir e compartilhar responsabilidades com os outros

Assumir responsabilidades e compartilhá-las com outras pessoas pode fortalecer a agência individual. Por um lado, assumir responsabilidades demonstra comprometimento e aumenta a autoconfiança, além de promover um senso de propriedade e incentivar o engajamento ativo. Por outro, compartilhar responsabilidades promove a colaboração, ensinando aos indivíduos o

556. MET7: Avaliar as próprias ações e suas consequências (veja Capítulo 6, p. 166).
557. MET6: Monitorar a compreensão e gerenciar as informações adequadamente (veja Capítulo 6, p. 166).
558. Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.
559. Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 82–91. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016

valor da interdependência e do esforço coletivo, além de promover a exposição a perspectivas diversas e aprimorar a solução de problemas e a tomada de decisões. Por meio da colaboração mútua, o sucesso se torna mais provável e os participantes se sentem mais incluídos, motivados e empoderados.[560]

COR1: Perseguir metas ambiciosas, apesar dos riscos

Ter agência não garante seu uso, já que isso requer coragem. Quando os indivíduos se consideram competentes e capazes, é mais provável que sejam corajosos e assumam tarefas desafiadoras. Tal autoconfiança impulsiona a ação e permite que os indivíduos perseverem diante de obstáculos. Com o tempo, essa relação recursiva entre acreditar em si mesmo e agir fortalece o senso de agência, pois as conquistas anteriores reforçam a crença na capacidade de influenciar os resultados.[561] Um estudo de caso sobre o desenvolvimento da agência em sala de aula constatou que a crescente confiança e coragem dos alunos em expressar suas crenças permitiu que eles se manifestassem sem medo.[562] Isso demonstra a importância da coragem como ferramenta,[563] embora a resiliência também seja necessária para manter a agência.

SUBCOMPETÊNCIAS QUE APOIAM O PROPÓSITO E A PAIXÃO

CUR1: Procurar entender profundamente

A compreensão profunda, uma busca alimentada por intensa curiosidade, serve como uma ponte para o propósito. Quando os indivíduos se aprofundam em assuntos ou conceitos movidos pelo desejo de entendê-los plenamente, podem descobrir ou cristalizar um senso de propósito. Tal compreensão, nascida de uma curiosidade genuína, permite que eles identifiquem o que está ali-

560. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227-268.

561. Bandura, A., & National Inst of Mental Health. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc.

562. Mitra, D. (2004). The Significance of Students: Can Increasing "Student Voice" in Schools Lead to Gains in Youth Development? *Teachers College Record - TEACH COLL REC, 106*.

563. COR2: Liderar com iniciativa e responsabilidade (veja Capítulo 6, p. 166).

nhado com seus valores e paixões. Ao buscar uma compreensão profunda do mundo ao redor, os indivíduos são levados a descobrir seu propósito, incorporando às próprias vidas um significado e uma direção mais ricos.[564]

RES5: Motivar a si mesmo por meio de significado ou propósito

Embora ter um objetivo possa aumentar a eficácia de uma atividade ou busca, isso não necessariamente faz crescer o prazer do indivíduo nessa procura.[565] É um equívoco comum pensar que um propósito na vida fará com que todos os aspectos do trabalho ou da vida em geral sejam agradáveis – e que, se não forem, aquele não seria o propósito. Infelizmente, nem sempre é assim. Um propósito – sobretudo o que transcende o indivíduo – serve apenas para tornar mais eficazes e/ou suportáveis as tarefas não tão agradáveis.[566] Dessa forma, a resiliência é crucial para a sustentabilidade de um propósito – seja perseverando nos aspectos menos agradáveis da vida para colher as recompensas mais tarde[567] ou encontrando aquela estrela-guia para a qual se pode olhar quando os tempos são difíceis (ou entediantes!).[568]

MET5: Definir metas, planos para alcançá-las e analisar o próprio progresso

Nosso(s) propósito(s) evolui(em) e se expande(m) ao longo da vida.[569] A metacognição permite que o indivíduo reconheça a mudança de prioridades e avalie a própria permanência ou imper-

564. Bronk, K. C. (2012). A grounded theory of the development of noble youth purpose. *Journal of Adolescent Research, 27*(1), 78-109. https://doi.org/10.1177/0743558411412958; Kashdan, T. B., & Steger, M. F. (2007). Curiosity and pathways to well-being and meaning in life: Traits, states, and everyday behaviors. *Motivation and Emotion, 31*(3), 159-173.

565. Yeager, D. S., Henderson, M. D., *et al.* (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology, 107*(4), 559-580.

566. Yeager, D. S., Henderson, M. D., Paunesku, D., Walton, G. M., D'Mello, S., Spitzer, B. J., & Duckworth, A. L. (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology, 107*(4), 559-580.

567. RES1: Perseverar em meio aos desafios e buscar ajuda quando necessário.

568. RES4: Gerenciar o estresse para manter o desempenho.

569. Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose – You Build It. *Harvard Business Review*.

manência (por exemplo, isso me interessa pela novidade ou tem o potencial de impulsionar minha vida?) A elaboração de planos e a análise do progresso também equipam o indivíduo com as habilidades necessárias para se adaptar a propósitos em constante evolução e essenciais.[570]

570. MET7: Avaliar as próprias ações e suas consequências (veja Capítulo 6, p. 166).

CAPÍTULO 8

O como

"Quero enfatizar que grande parte da inteligência artificial (IA) também automatizará maneiras muito ruins de ensinar. Portanto, [precisamos] pensar nisso como uma forma de criar novos tipos de ensino."
Dr. Daniel Schwartz, reitor da Faculdade de Educação da Universidade de Stanford, no AI+Education Summit[571]

"A IA aprimorará, mas nunca substituirá, o trabalho que alunos e professores fazem juntos na sala de aula."
Bill Gates, filantropo, em sua newsletter[572]

571. Stanford University HAI (2023).
572. Gates (2023).

Como dissemos no Capítulo 4, "o Capítulo 8 se concentrará sobretudo no aspecto do design, mostrando como todas as recomendações podem ser projetadas de maneira coesa. Dadas as situações extremamente dinâmicas e fluidas em jogo que só decantarão com o tempo, este livro não abordará os aspectos de entrega, exceto por uma breve seção sobre aprendizagem adaptativa e ITS (sigla em inglês para Sistema de Tutoria Inteligente)." **Para os interessados em uma visão geral abrangente dos muitos usos possíveis da IA na Educação, o "Mapa de IA na Educação"[573] deve atendê-los bem.**

REFORMULAÇÃO DE CURRÍCULOS E MATERIAL DIDÁTICO

Os capítulos anteriores mostraram que currículo moderno = conteúdo essencial + temas interdisciplinares + conceitos básicos + competências + identidade/agência/propósito + considerações pedagógicas (projetos, avaliações, técnicas etc.). O exemplo a seguir mostra como todos esses parâmetros podem se unir. Trata-se de um caso real de uma escola em Ontário, Canadá, que deve seguir os padrões locais para o inglês. O exemplo é, obviamente, transponível para outras disciplinas.

1. Conteúdo essencial e padrões locais: idealmente, eles teriam sido atualizados por meio do processo descrito no Capítulo 5 e no Apêndice digital, para serem modernizados (para essencialidade, produzir/interpretar/apreciar, dar/pedir/poder etc.). De qualquer modo, sempre há margem suficiente para que a escola/professor continue com o processo que se segue.
2. Conceitos básicos: extração e mapeamento – o ideal é que esse processo complexo tenha sido feito com antecedência e mapeado para os padrões,[574] tanto em nível de disciplina como de área.

573. Holt, L. (2023). A map of generative AI for education. *Medium*. https://medium.com/@LaurenceHolt/map-of-ai-for-education-cd6863fecf87

574. O CCR extraiu os conceitos básicos e criou esses mapeamentos para várias entidades, como a Fundação Gates, para quatro cursos universitários de nível básico: química, psicologia, sociologia e estatística e probabilidades: https://curriculumredesign.org/higher-education-learning-outcomes/. No Ensino Fundamental e Médio, isso foi feito para matemática, história, tecnologia e engenharia, e continua com outras disciplinas.

ANO ESCOLAR*	PADRÕES OBRIGATÓRIOS	CONCEITOS BÁSICOS DO MAPA
Ano 9	Modernizados	Disciplina e área
Ano 10	Modernizados	Disciplina e área
Ano 11	Modernizados	Disciplina e área
Ano 12	Modernizados	Disciplina e área

* Nos Estados Unidos, os anos 9 a 12 correspondem ao high school (ou "secundário"). Na estrutura de 12 anos de Educação Básica no Brasil, ano 9 é o último ano do Ensino Fundamental 2 e anos 10, 11 e 12 são os três anos do Ensino Médio).

3. Em seguida, são escolhidos temas interdisciplinares. Por exemplo, letramento informacional e ambiental para os anos 9 e 10; letramento global e cívico para os anos 11 e 12.
4. Depois, a inclusão de um letramento mais amplo e global (que também faz parte dos temas interdisciplinares do Center for Curriculum Redesign, CCR): os textos serão escolhidos[575] para corresponder aos temas interdisciplinares.

CONCEITOS BÁSICOS DO MAPA	ABORDAGEM DE TEMAS INTERDISCIPLINARES	LITERATURA MUNDIAL
Disciplina e área	Letramento informacional e ambiental	Escolhas
Disciplina e área	Letramento informacional e ambiental	Escolhas
Disciplina e área	Letramento global e cívico	Escolhas
Disciplina e área	Letramento global e cívico	Escolhas

5. São introduzidos impulsionadores de personalização: os alunos são incentivados a escolher um subconjunto de textos para explorar sua identidade/agência/propósito, para gerar motivação.
6. Pedagogias: são apresentadas várias pedagogias modernas na forma de modos de expressão. O último ano permite a realização de um projeto maior que corresponda a uma meta dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) ou equivalente.[576]

575. O CCR criou um banco de dados com 275 obras selecionadas de diversas culturas: https://worldliterature.curriculumredesign.org/browse?searchQuery=
576. O CCR criou um banco de dados com 240 projetos alinhados aos ODS da ONU: https://passionprojects.curriculumredesign.org/

7. Humanidades digitais são aplicadas durante o ensino, para um letramento digital ampliado (outro tema interdisciplinar do CCR).

IMPULSIONADORES I/A/P (M)*	APLICAÇÃO DE PEDAGOGIAS MODERNAS	USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS HUMANAS	INCORPORAR COMPETÊNCIAS
I, A	Comunicações digitais (redes sociais etc.)	Frequência de palavras; análise de linguagem; análise de sentimentos; texto para imagem; texto para vídeo; extração de conceitos; gráficos de conhecimento; reconhecimento de padrões; dinâmica longitudinal; banco de dados.	CRI, PEN, COM, MET + ETI
I, A	Oratória, debate, negociação		CRI, PEN, COM, MET + ETI
A, P	Jornalismo, poesia		CRI, PEN, COM, MET + ETI
A, P	Projetos sobre ODS		CRI, PEN, COM, MET + ETI

* Identidade/Agência/Propósito (Motivação).

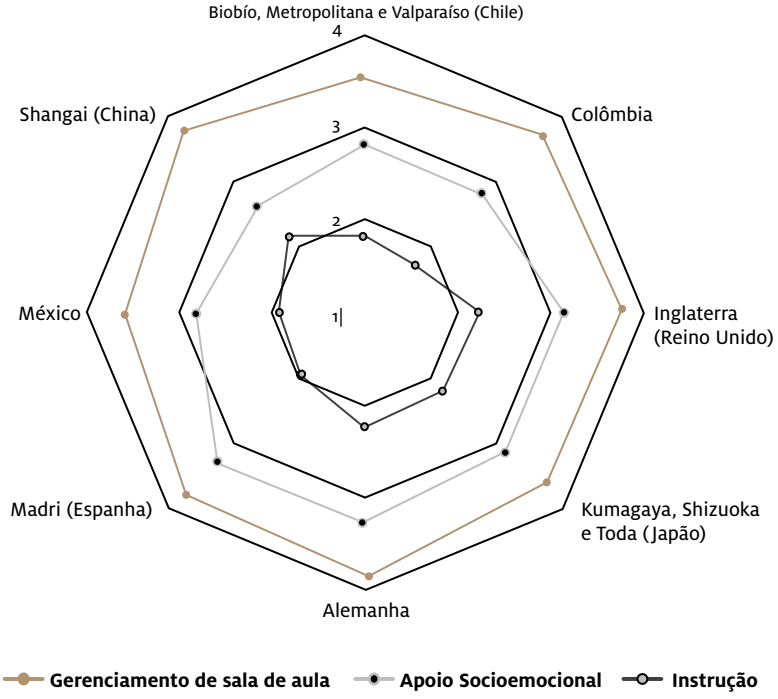
8. Finalmente, competências: as competências terão sido selecionadas para essa disciplina específica, com base na pesquisa do CCR sobre qual competência é mais bem atendida por qual disciplina.[577] O resultado para o idioma nativo é criatividade, pensamento crítico, comunicação, metacognição e ética.

O exemplo demonstra que, com um projeto cuidadoso, todos os parâmetros necessários podem ser entrelaçados, cada um trazendo mais solidez ao conceito completo.

577. Dunn, K. *et al*. (2021). *Embedding competencies within disciplines*. Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within-Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf

CONSEQUÊNCIAS PARA O PAPEL DOS PROFESSORES

A partir da complexidade do design descrita anteriormente, parece claro que o professor, já sobrecarregado, será extremamente desafiado a fazer, sozinho, o que uma equipe de especialistas do CCR projeta, durante vários meses, para um único curso. O estudo global em vídeo sobre o ensino da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)[578] destacou como os professores já estão sob pressão para se tornarem suficientemente proficientes na própria instrução, *mesmo com os requisitos anteriores*.



Fonte: OCDE Global Video Study, 2019.

578. OECD (2020), Global Teaching InSights: A Video Study of Teaching, OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/20d6f36b-en

Os sistemas educacionais estão exigindo demais dos professores: que sejam super-humanos e que ultrapassem os próprios limites. Os requisitos curriculares modernos forçarão um foco diferente e bem-vindo no papel dos profissionais, que deixarão de ser historicamente *tanto* designers de conteúdo *como* agentes de entrega em sala de aula, para adotar um foco muito maior na entrega em sala de aula (sendo dispensados do design do curso). A criação de conteúdo dependerá cada vez mais de equipes com bons recursos auxiliadas por ferramentas de IA, como tem sido historicamente o caso das editoras de livros.

É claro que esta adaptação será atacada por alguns como uma desprofissionalização do papel do professor, ou vista como a obrigação de seguir cegamente os procedimentos, mas não se trata disso: o desenvolvimento profissional para lidar com essa complexidade pedagógica precisa ser vastamente aumentado, [579] *e os currículos/materiais didáticos são diretrizes importantes que podem ser usadas para personalizar a Educação na sala de aula.*

Um currículo e materiais didáticos modernos e pré-elaborados, com suas ferramentas, precisam, portanto, ser vistos como "multiplicadores de força" ("exoesqueletos para professores"), permitindo que estes se concentrem em:

- adaptações locais do currículo e estratégias de sala de aula;
- aprendizagem personalizada dos alunos, com vários graus de assistência de IA;
- apoio socioemocional ao aluno;
- colaboração com outros professores e especialistas externos;
- trabalho com pais/responsáveis e administradores;
- crescimento profissional e pessoal.

A primeira fase, mas provavelmente transitória, testemunhará o surgimento de assistentes de IA para os professores na criação de cursos e na ampliação do plano de aula. Mas, com o passar do

579. Por exemplo, por meio de certificações profissionais como a National Board for Professionals Teaching Standards (NBPTS), nos Estados Unidos: https://www.nbpts.org/

tempo, parece improvável que essa situação perdure, já que ainda coloca o ônus da criação do curso sobre o professor.

Por fim, conforme mencionado no Capítulo 4, tudo isso pressupõe a disponibilidade de professores competentes, o que não é uma realidade em muitas áreas dos mundos desenvolvido e em desenvolvimento.

PROMPTS E SUA ENGENHARIA – VIERAM PARA FICAR?

Prompts são as consultas enviadas aos modelos de linguagem em grande escala (LLM), que, esperamos, os leitores deste livro tenham experimentado em primeira mão. A explicitude dos *prompts* está sendo cada vez mais reconhecida como determinante para o sucesso de uma consulta: de certa forma, *um* prompt *é um código sem linguagem de computador*. Ele exige que seus autores pensem nas perguntas em detalhes e descrevam todos os atributos que procuram na resposta dos LLM.

Assim, bons *prompts* demandam um investimento cognitivo inicial significativo, que deve ser constantemente ponderado em relação ao retorno. A "engenharia de *prompts*" surgiu como um campo sério, com altos salários oferecidos àqueles que dominam a arte/ciência de escrevê-los e o surgimento de compilações de *prompts* vendidas em sites. Vale ressaltar que alguns *prompts* ocupam várias páginas!

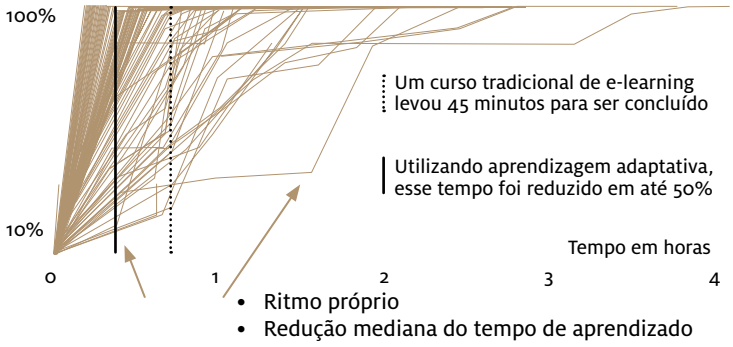
Uma complexidade adicional é a natureza parcialmente estocástica dos algoritmos e a natureza mutável dos conjuntos de dados de LLM e desses algoritmos, o que significa que um determinado *prompt* pode fornecer respostas diferentes, mesmo dentro do mesmo LLM, apenas alguns segundos depois; e as respostas variarão ainda mais entre LLM diferentes. Além disso, vários artigos descreveram como a IA pode ser melhor do que os seres humanos na geração de *prompts*,[580] e como a IA pode ser empregada de modo

580. LLMs are human-level Prompt Engineers - *Arxiv* 2211.01910. E: Zamfirescu-Pereira, J.D., Wong, R.Y. *et al.* (2023). Why Johnny can't prompt: How non-AI experts try (and fail) to design LLM prompts. CHI '23: Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Article No. 437, 1-21 https://doi.org/10.1145/3544548.3581388; Burger Doug, "AutoGen: Enabling next-generation large language model applications." *Microsoft Research Blog*, 25 de setembro de 2023, https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/autogen-enabling-next-generation-large-language-model-applications/ e Fernando, Chrisantha, *et al.* "Promptbreeder: Self-Referential Self-Improvement Via Prompt Evolution." *ArXiv*, 28 de setembro de 2023.

eficaz para refinar e otimizar os próprios *prompts*![581] "No ano passado, em um artigo apresentado na NeurIPS, a principal reunião do setor, pesquisadores do Google Brain mostraram como um modelo solicitado a se explicar (uma capacidade chamada de raciocínio de cadeia de pensamento) poderia resolver corretamente um problema de palavras matemáticas, enquanto o mesmo modelo sem essa solicitação não seria capaz."[582] Os avanços continuarão em ritmo acelerado, mas os autores deste livro não acreditam, neste estágio, que a maioria dos *prompts* será dispensada – isso implicaria em adivinhação (!) por parte dos LLM: para obter uma resposta precisa, os LLM provavelmente precisarão de perguntas precisas, como um ser humano persuasivo faria. *Isso também implica que os professores ainda precisarão ter proficiência contínua no design de* prompts.

DA APRENDIZAGEM ADAPTATIVA AOS SISTEMAS DE TUTORIA INTELIGENTE[583]

A defesa da aprendizagem adaptativa pode ser feita em dois níveis: redução do tempo de aprendizagem para a mediana e autocontrole, conforme demonstrado no diagrama a seguir:



Fonte: Areag Lyceum.

581. Yang, C., Wang, X. *et al.* (2023). Large Language Models as Optimizers. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2309.03409; Diao, S., Wang, P., Lin, Y., & Zhang, T. (2023). Active Prompting with Chain-of-Thought for Large Language Models. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2302.12246; Guo, Q., Wang, R. *et al.* (2023). Connecting large language models with evolutionary algorithms yields powerful prompt optimizers. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2309.08532

582. Quanta Magazine, March 16, 2023 by Stephen Ornes, https://www.quantamagazine.org/the-unpredictable-abilities-emerging-from-large-ai-models-20230316/

583. Para obter uma visão geral técnica, consulte o documento *Artificial Intelligence in Education* do CCR. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AI-in-Education.pdf

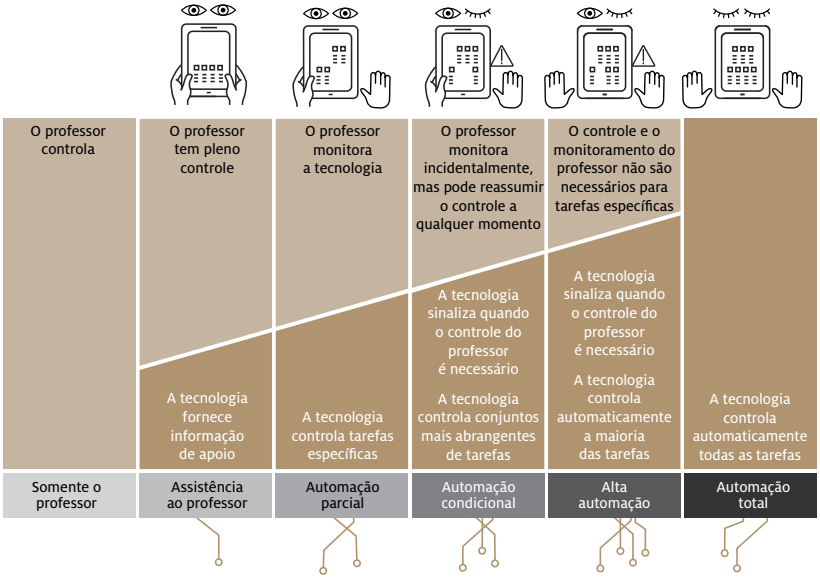
O aspecto do ritmo próprio é mais bem atendido pela tecnologia, dada sua capacidade de acompanhar cada aluno de modo independente:

CAMINHOS ÚNICOS PARA A PROFICIÊNCIA

	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3
Final	100% proficiente 8m 25s	100% proficiente 19m 39s	100% proficiente 33m 40s
Inicial	88% correto 9% conscientemente incompetente 3% inconscientemente incompetente	52% correto 7% conscientemente incompetente 41% inconscientemente incompetente	47% correto 29% conscientemente incompetente 24% inconscientemente incompetente

Fonte: Areag Lyceum.

No entanto, ainda não está claro até que ponto esses sistemas serão orientados, total ou parcialmente, pelo professor ou pelo aluno. Serão necessários inúmeros experimentos para compreender todas as variáveis que impulsionam cada cenário e a interação entre elas (por exemplo: verticalidade da disciplina, proficiência do professor, nível do aluno etc.). O diagrama a seguir mostra os vários cenários que ainda não foram compreendidos (por disciplina, por faixa etária etc.):



Fonte: Molenaar *et al.*[584]

Uma possível solução para a falta de professores?

O mundo precisa de impressionantes mais 44 milhões de professores para educar todas as crianças, de acordo com a Unesco,[585] e metade dos países da OCDE enfrenta escassez de professores.[586] Portanto, é altamente improvável que eles sejam recrutados e treinados com rapidez suficiente, principalmente devido ao aumento das exigências quanto ao "que". Usando uma analogia com o setor de saúde, o CCR prevê a aceitação crescente de "equivalentes a enfermeiros" assistidos por IA, em vez da dependência exclusiva de "clínicos gerais". É claro que seria muito melhor ter clínicos gerais mais bem treinados, mas, infelizmente, isso pode não ser viável em termos econômicos ou políticos em muitos países ou mesmo em determinados distritos ou escolas.

584. Molenaar, I. (2021), "Personalisation of learning: Towards hybrid human-AI learning technologies", in OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots, OECD Publishing, Paris.

585. UNESCO, International Task Force on Teachers for Education 2030. (2023). The teachers we need for the education we want: the global imperative to reverse the teacher shortage; factsheet. *UNESCO Digital Library.* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001

586. OCDE. (2023). Latest PISA results. OECD.org. https://www.oecd.org/pisa/

EM RESUMO

A IA é uma promessa significativa para a Educação, pois oferece um alto potencial em duas facetas críticas e interdependentes do ensino: design e entrega. No âmbito do design, a IA pode ajudar os educadores a elaborar currículos e planos de aula inovadores e personalizados, garantindo que o conteúdo educacional se baseie nas ciências da aprendizagem, seja envolvente e eficaz. Na área de entrega, a IA pode potencializar os Sistemas de Tutoria Inteligente (ITS, na sigla em inglês) que oferecem aprendizagem personalizada para os alunos, abordando seus pontos fortes e fracos individuais. Por meio da análise de dados e de algoritmos preditivos, a IA também pode ajudar os educadores a tomar decisões com base em informações para atender às diversas necessidades dos alunos.

Conclusão

RESULTADOS DO PISA 2022[587]

No momento em que este livro estava sendo concluído, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) publicou os resultados do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Program for International Student Assessment ou Pisa, na sigla em inglês), que são preocupantes para muita gente. A instituição faz as seguintes recomendações para a pergunta: **o que podemos aprender com os sistemas de Educação resilientes?**

1. "Manter as escolas abertas por mais tempo para mais alunos": isso está em sintonia com as opiniões do Center for Curriculum Redesign (CCR) sobre o conhecimento moderno e as escolas como um núcleo de estabilidade.
2. "Preparar os alunos para a aprendizagem autônoma": da mesma forma, isso está muito alinhado com as dimensões do meta-aprendizado e da motivação/identidade/agência/propósito, juntamente com o aprendizado auxiliado por inteligência artificial (IA).
3. "Construir bases sólidas para o aprendizado e o bem-estar de todos os alunos": isso está relacionado à pobreza e à insegurança, não abordadas neste livro.
4. "Limitar as distrações causadas pelo uso de dispositivos digitais em sala de aula": tema deliberadamente não abordado neste livro.
5. "Fortalecer as parcerias entre escola e família e manter os pais/familiares envolvidos no aprendizado dos alunos": tema deliberadamente não abordado neste livro.

587. OCDE. (2022). PISA 2022 Results. OECD.org. https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/#recommendations

6. "Adiar a idade de seleção para os diferentes programas educacionais": abordado como a escolha entre produzir/interpretar/apreciar e, ao mesmo tempo, oferecer uma base ampla para todos.
7. "Fornecer apoio adicional aos alunos com dificuldades em vez de exigir que repitam o ano escolar": a aprendizagem adaptativa e o Sistema de Tutoria Inteligente (ITS, na sigla em inglês) devem ajudar nessa questão.
8. "Assegurar pessoal e materiais educacionais adequados e de alta qualidade": tema deliberadamente não abordado neste livro.
9. "Estabelecer as escolas como centros de interação social": isso está em sintonia com os pontos de vista do CCR sobre as escolas como núcleos de estabilidade.
10. "Combinar autonomia escolar e mecanismos de garantia de qualidade": tema deliberadamente não abordado neste livro.

FOCO DESTE LIVRO *VERSUS* RECOMENDAÇÕES DA OCDE

A Educação é um campo amplo, e o CCR não procurou abordar muitas questões políticas destacadas pela OCDE. Este livro teve como objetivo esclarecer as complexidades induzidas pela IA e ajudar a fomentar conversas completas que levem à ação. O CCR tentou mostrar que todas essas complexidades podem ser projetadas em padrões, currículos, material didático e avaliações, e exigem um desenvolvimento profissional significativamente aprimorado. Isso não é mágica; *é um trabalho árduo explicitamente deliberado, sistemático, abrangente e demonstrável – o mantra do CCR.*

Treinamento para equipes de currículo: sem dúvida, essa maior complexidade requer um treinamento significativo para os departamentos/ministérios de Educação envolvidos. O CCR recomenda uma "abordagem de liberação gradual de responsabilidade", também conhecida como "você observa, eu faço; nós coprojetamos; eu observo, você faz". O CCR poderia projetar um ano escolar, coprojetar um segundo e, em seguida, o ente responsável pelo currículo em determinado território projetaria o terceiro com sua orientação. O CCR também recomenda começar com a abordagem "revisão significativa" e, depois de dominada, passar para

a abordagem "redesenho profundo". O CCR espera continuar a ajudar as entidades e os sistemas escolares no processo de mudança (info@curriculumredesign.org).

O VERDADEIRO CULPADO, DESMASCARADO: REQUISITOS PARA INGRESSO NA UNIVERSIDADE

Este livro expressou um crescente senso de urgência para atender aos requisitos de vida e empregabilidade deste século e da IA. No entanto, os sistemas do setor público e, em particular, a Educação, estão entre os mais lentos em fazer mudanças. Por um lado, "não causar danos" é uma mentalidade sábia. Por outro, e se o imobilismo se tornar mais prejudicial do que a ação? Este livro afirma que não agir é, de fato, pior.

Além de todos os debates filosóficos da Educação, a análise da causa-raiz feita pelo CCR[588] encontra o nó górdio, **o culpado involuntário pelo congelamento de todas as mudanças: os requisitos para ingresso na universidade.** Quer sejam chamados de Gao Kao, Baccalaureat ou SAT/GPA, essas avaliações somativas de fim de curso consagram o que é ensinado e são altamente resistentes a melhorias. Os esforços do CCR nos próximos anos, em conjunto com a OCDE, serão para reduzir esse domínio.

588. Bialik, M. & Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Inertia-in-Education-CCR-Final.pdf

Posfácio à edição original

DR. MICHAEL FULLAN

Ordem do Canadá, professor emérito do Instituto de Estudos de Educação de Ontário (OISE) da Universidade de Toronto

Que honra estar conectado a este livro!

Os capítulos que você acabou de ler pintam um quadro de entusiasmo, preocupação e oportunidades desconhecidas. Nossa recomendação é que você primeiro tenha uma noção do escopo e da profundidade dos eventos que provavelmente ocorrerão. Por definição, você não conseguirá obter uma visão clara do que provavelmente ocorrerá. Ninguém pode. Mas uma visão geral será útil. Em seguida, aprofunde-se em um componente que seja mais relevante para seus interesses. Talvez você seja professor, empresário ou formulador de políticas – ou um pai/uma mãe que se preocupa com o futuro dos filhos, ou um jovem se perguntando como serão os próximos 20 anos. Um bom exercício para quase todo mundo é se aprofundar no futuro das ocupações, examinando aquelas nas quais os membros da família estão envolvidos; ou qual pode ser o futuro do trabalho se você, ou pessoas que conhece, não têm trabalho no momento.

Nossa melhor recomendação é usar uma lente dupla. Considere o quadro geral – aquilo que provavelmente acontecerá com o mundo e o universo, não importa quão fantásticas sejam as possibilidades –, bom ou ruim. Por outro lado, examine sua situação e a de sua família ou seus amigos. O que está acontecendo agora? O que poderia acontecer a curto prazo (em um ou dois anos)? O que você poderia fazer ou como deveria abordar a situação? Aplique a lente em si mesmo, na família e nos amigos, e no mundo em geral.

Duvidamos que os seres humanos, em algum momento da história, tenham sido tão conscientes do contexto mais amplo; ou que tenha havido uma era na qual os mais jovens testemunharam tamanha turbulência nos primeiros anos de vida, ou visto inovações tão espetaculares. No fim das contas, estamos em uma era em que viver e estar ciente de viver nunca foi tão palpável, para melhor e/ou para pior.

Em suma, leia e aplique as ideias, o pensamento e as perguntas que surgirem para você ao longo da leitura dos capítulos do livro. Pergunte-se sobre o futuro da humanidade, o lugar que você ocupa nele e como influenciar mudanças positivas.

Palavras finais: saudação a A. C. Clarke

SAL-9000: "Dr. Chandra, será que vou sonhar?"
Dr. Chandra : "*É claro, SAL, você sonhará. Todos os seres inteligentes sonham.*"
Filme "2010: o ano em que faremos contato";[589] continuação de "2001: uma odisseia no espaço".

589. Wikipedia. (2023). The year we make contact. https://en.wikipedia.org/wiki/2010:_The_Year_We_Make_Contact

Os autores

CHARLES FADEL

Charles é líder global em Educação além de escritor, futurista e inventor, fundador e presidente do Center for Curriculum Redesign (CCR), presidente do Comitê de Educação do Comitê Consultivo de Negócios e Indústrias (BIAC, na sigla em inglês) da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), membro do Grupo de Especialistas da OCDE em Futuros de Inteligência Artificial (IA), coautor de *Artificial Intelligence in Education* (2019), *Educação em quatro dimensões: as competências que os estudantes precisam ter para atingir o sucesso* (estrutura em 23 idiomas; publicado no Brasil pelo Instituto Península e Instituto Ayrton Senna e disponível em: https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacao-em-quatro-dimensoes-Portuguese.pdf).) e *21st Century Skills* (Wiley, 2009). "*21st Century Skills*" ("habilidades para o século 21") tornou-se uma expressão usada em todo o mundo.

Ele trabalhou com sistemas e instituições educacionais em mais de 30 países e atuou 25 anos em gerenciamento de tecnologia (M/A-COM, NeurodyneAI [fundador], Analog Devices, Cisco Systems).

Anteriormente, foi fundador e presidente da Fondation Helvetica Educatio (Genebra, Suíça), líder de Educação Global da Cisco Systems, acadêmico visitante do Grupo de Estudos Experimentais do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT ESG, na sigla em inglês) e do programa Chief Learning Officer (CLO) da Wharton School da Universidade da Pensilvânia, diretor de projetos da faculdade de pós-graduação em Educação da Universidade de Harvard, membro do conselho da Faculdade de Engenharia Olin e investidor anjo da Beacon Angels. É bacharel em engenharia elétrica, tem um MBA e detém sete patentes (mais uma pendente).

Biografia completa em: http://curriculumredesign.org/about/team/#charles

ALEXIS BLACK (DRA.)

Alexis é PhD (2019) em antropologia. Sua pesquisa se concentra na relação entre linguagem, imaginação e realidade humana; ela estuda o uso da linguagem à medida que os falantes "dão sentido" a suas experiências em situações novas e cenários desconhecidos ou futuros. Sua pesquisa de pós-doutorado (2020-2021, generosamente financiada pela Fundação Fyssen) abordou a narrativa de histórias de saúde e a compreensão de crises durante a pandemia da covid-19. Atualmente, é pesquisadora sênior do Center for Curriculum Redesign (CCR), onde sua experiência em práticas de criação de sentido e em pesquisa se alinham com os objetivos da organização de criar currículos e ferramentas pertinentes para um mundo voltado para o futuro.

ROBBIE TAYLOR

Robbie é consultor sênior do CCR, onde lidera e colabora em projetos que incluem o desenvolvimento da estrutura quadridimensional, medição global de competências[590] e consultoria e desenvolvimento profissional para escolas e professores. Anteriormente, coordenou o currículo e deu aulas de arte e design na Austin Preparatory School. Tem mestrado em liderança escolar pela Faculdade de Pós-graduação em Educação da Universidade de Harvard e é bacharel em estudos da comunicação pela Universidade Northeastern.

JANET SLESINSKI

Janet é consultora em Educação e trabalha com o CCR. Orienta professores de todo o mundo para que desenvolvam um conhecimento mais sólido sobre conteúdo, pedagogia e avaliação. Contribui para o desenvolvimento de currículos modernos de matemática, pesquisa de competências e desenvolvimento de material didático. Anteriormente, foi diretora de matemática no Distrito Escolar

590. Taylor, R. *et al*. (2020). Competencies for the 21st century: jurisdictional progress. Brookings Institute. https://www.brookings.edu/articles/competencies-for-the-21st-century-jurisdictional-progress/

Regional 19, em Mansfield, Connecticut, e lecionou matemática para o Ensino Médio em Vermont, Tennessee e Connecticut. Ela obteve um mestrado em currículo pela Saint Michael's College, um bacharelado em Ensino Médio, um bacharelado em matemática e outro em física pela Universidade de Vermont.

KATIE DUNN

Katie é pesquisadora em Educação e gerente de projetos no CCR. Anteriormente, foi professora de ciências e matemática na Boston Latin School. Tem mestrado em Educação pela High Meadows Graduate School of Teaching and Learning (antiga Woodrow Wilson Institute, em colaboração com o MIT) e bacharelado em física e ciências planetárias pelo MIT.

Fundação Santillana

Comprometida com a Educação, a Fundação Santillana, presente no Brasil desde 2008, atua na superação das desigualdades educacionais, certa de que esse é o motor para o desenvolvimento de um país mais justo, democrático, inclusivo e sustentável. As ações promovidas compreendem a disseminação de conhecimentos para munir gestores de instituições públicas e privadas, professores e a sociedade civil com informações de qualidade em defesa da Educação de excelência para todos. Para tal, caminha ao lado de educadores e pesquisadores que constroem saberes na academia e nas salas de aula, sempre na fronteira do conhecimento. Também se dedica a parcerias com organizações nacionais e internacionais.

Além disso, a Fundação Santillana realiza e apoia ações que contribuem para o desenvolvimento da Educação, incentivando a produção e a difusão de conhecimentos sobre temas centrais das políticas educacionais, do ensino e da aprendizagem. Fomenta ainda o debate plural sobre desafios e soluções compartilhados por gestores, professores, alunos e famílias em diferentes instâncias e regiões por meio da divulgação de análises, ideias, indicadores e boas práticas nas políticas públicas, assim como incentiva premiações que valorizam e reconhecem projetos de Educação relevantes em diversas áreas.

www.fundacaosantillana.org.br

Grupo Santillana

O Grupo Santillana é uma empresa de conhecimento, inovação e tecnologia educacional que oferece soluções integrais e adaptadas à realidade de cada escola. Líder em Educação Básica na América Latina, está presente em 19 países e é protagonista da transformação digital no setor. O grupo é comprometido com a agenda de sustentabilidade e tem o propósito de contribuir para uma sociedade inclusiva, diversa e equitativa por meio da Educação de qualidade. É o braço educacional do Grupo PRISA, líder em meios de comunicação, entretenimento e educação nas línguas portuguesa e espanhola.

No Brasil, o grupo é representado por três organizações. A Santillana Educação, empresa voltada aos negócios educacionais para o mercado privado, desenvolve soluções pedagógicas, conteúdos, tecnologia, formação e avaliação, organizados em um extenso portfólio de marcas, da Educação Infantil até o Ensino Médio. Entre seus projetos educativos estão a Moderna, o UNO Educação, o Compartilha e o Sistema Farias Brito. No ensino de idiomas e na Educação Bilíngue, conta com a Richmond Solutions e a Educate. Em literatura infantil e juvenil, possui um dos mais completos catálogos do país e publica seus títulos nos selos Moderna, Salamandra e Leiomundo.

No setor público, o grupo atua com Soluções Moderna, colocando em prática a Educação de qualidade em parceria com secretarias de Educação, educadores e escolas. Esse compromisso é cumprido diariamente, e para que isso aconteça buscamos entender as transformações dos processos de ensino e aprendizagem, oferecendo materiais didáticos impressos, recursos digitais e planos de assessoria personalizados, proporcionando, assim, uma experiência educacional de sucesso aos estudantes em toda sua trajetória. A Editora Moderna é líder do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), levando a milhões de alunos conteúdos produzidos com base em conhecimento, pesquisa e inovação, respeitando as particularidades regionais.

www.santillana.com.br/

Fundação Telefônica Vivo

Há 25 anos no Brasil, a Fundação Telefônica Vivo faz parte da esfera social do conceito de ESG da Vivo. Ela atua em prol da Educação pública, contribuindo especialmente com o desenvolvimento de competências digitais de educadores e estudantes. Seu foco está em apoiar secretarias de Educação na ampliação de políticas e programas de adoção qualificada de tecnologia no Ensino Fundamental e no Médio.

Para isso, a Fundação oferece formações continuadas, com ênfase em tecnologia e matemática para educadores dos anos iniciais. Além disso, contribui para a ampliação da Educação profissional na área de tecnologia na rede pública, colaborando com a empregabilidade de estudantes do Ensino Médio Técnico.

Participa de movimentos e coalizões que discutem e impulsionam estratégias e agendas sistêmicas junto ao poder público, com o objetivo de promover a inclusão de tecnologias digitais na Educação, colocando a equidade racial como tema transversal em todas as suas ações e projetos.

Promove ainda o Voluntariado Corporativo, que tem o objetivo de sensibilizar e engajar os colaboradores da Vivo em ações que geram impacto social, tanto no formato presencial quanto no digital.

www.fundacaotelefonicavivo.org.br

Instituto Península

O Instituto Península é uma organização do terceiro setor que atua na área de Educação. Fundado em 2011 pela família Abilio Diniz, trabalha para apoiar a melhoria da carreira docente porque acredita que os professores são os principais agentes de transformação para uma Educação de qualidade no Brasil. Para garantir a aprendizagem de todos os estudantes, precisamos contar com professores bem formados e desenvolvidos em múltiplas dimensões – cognitiva, social, emocional e relacional –, bem como respeitar os diferentes contextos nos quais docentes e alunos estão inseridos. Por isso, o Instituto Península acredita que é importante somar o melhor das teorias existentes com a prática do dia a dia.

Para concretizar suas ações, possui projetos conectados ao propósito de transformar vidas por meio da Educação, além de um Núcleo de Pesquisas e Estudos, sempre buscando conhecer a fundo os professores de nosso país e identificando as melhores referências do mundo. Dessa forma, atua de maneira sistêmica, contribuindo para o avanço de políticas públicas que impactem positivamente a carreira docente, desde aspectos como atratividade, profissionalização e valorização até o desenvolvimento contínuo dos educadores.

www.institutopeninsula.org.br

Apêndice digital

322 Lista de todas as referências com *links* ativos

376 A origem evolutiva das competências

414 Teorias de Sabedoria

424 Teorias de Motivação

432 Teorias de Identidade

438 Teorias de Agência

442 Teorias de Propósito

448 O modelo Ikigai

452 Dez princípios do aprendizado com paixão na era da IA

460 Processo de reformulação de padrões do CCR

Nota – A ser adicionado ao apêndice digital em inglês, em data a ser anunciada:

- Criatividade e IA
- Pensamento crítico e IA
- Comunicação e IA
- Colaboração e IA
- Curiosidade e IA
- Resiliência e IA
- Coragem e IA
- Ética e IA
- Meta-aprendizado e IA

Lista de todas as referências com *links* ativos

[1] Fadel, C. (2021) Education Engineering. *Center for Curriculum Redesign*. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Education-Engineering-QA.pdf

[2] Bialik, M. & Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. Center for Curriculum Redesign.

[3] Schiro, M. (2007). *Curriculum theory - Conflicting visions and enduring concerns*. Sage.

[4] Getting It Wrong from the Beginning: Our Progressivist Inheritance from Herbert Spencer, John Dewey e Jean Piaget Paperback – 11 de julho de 2004.

[5] Trilling, B., Fadel, C. & Bialik, M. (2015). *Educação em quatro dimensões. São Paulo: Instituto Península e Instituto Ayrton Senna*.

[6] Taylor, R. *et al.* (2020). Competencies for the 21st century: Jurisdictional progress. *Brookings*. https://www.brookings.edu/articles/competencies-for-the-21st-century-jurisdictional-progress/

[7] Bialik, M. & Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. *Center for Curriculum Redesign*.

[8] OECD. (2018). Children and young peoples' mental health in a digital age.

[9] Azhar, A. & Smith, C. (2023). Time-space compression; ++ #439. *Exponential View*. https://www.exponentialview.co/p/ev-439

[10] https://curriculumredesign.org/

[11] Holmes, W., Bialik, M. e Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in- education/

[12] Wikipedia. (2023). AlphaGo versus Lee Sedol. https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaGo_versus_Lee_Sedol

[13] Everstine, B.W. (2020). Artificial intelligence easily beats human pilot in DARPA trial. *Air&Space*. https://www.airandspaceforces.com/artificial-intelligence-easily-beats-human-fighter-pilot-in-darpa-trial/

[14] Wikipedia. (2023). Henri Guillaumet. https://en.wikipedia.org/wiki/Henri_Guillaumet

[15] Marcus, G. (2008). *Kluge: The haphazard construction of the human mind*. Capítulo 5: Linguagem. https://fb2.top/kluge-the-haphazard-construction-of-the-human-mind- 258143/read/part-5

[16] Magga, O.H. (2006). Diversity in Saami terminology for reindeer, snow, and ice. *International Social Science Journal, 58*(187), 25-34.

https://typeset.io/papers/diversity-in-saami-terminology-for-reindeer-snow-and-ice-244d5ytih2

[17] Por Mustafa Suleyman (2023), cofundador da DeepMind, in *The Coming Wave: Technology, Power, and the Twenty-first Century's Greatest Dilemma*, Crown.

[18] Contrariando o anúncio de superioridade feito por Marc Zuckerberg sobre o foco em AGI.

[19] Domingos, P. (2015). *O algoritmo mestre.* Novatec.

[20] Russell, S. J., & Norvig, P. (2009). *Inteligência artificial: uma abordagem moderna.* Gen LTC.

[21] Morris, M. R., Fiedel, N. *et al.* (2023). Levels of AGI: Operationalizing progress on the path to AGI. *ArXiv*: Cornell University. https://arxiv.org/abs/2311.02462

[22] Tegmark, M. (2017). *Vida 3.0: o ser humano na era da inteligência artificial.* Benvirá.

[23] *Ibidem*.

[24] Kurzweil, R. (2006). *A singularidade está próxima: quando os humanos transcendem a biologia.* Iluminuras.

[25] Xu, Y., Liu, X., *et al.* (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *The Innovation, 2*(4), 100179. https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100179

[26] Veja apêndice digital on-line: "A origem evolutiva das competências".

[27] Schwartz, O. (2019). Andrey Markov and Claude Shannon counted letters to build the first language generation models. *IEEE Spectrum. https://spectrum.ieee.org/andrey-markov-and-claude-shannon-built-the-first-language-generation-models.*

[28] Wikipedia. (2023). Markov chain. https://en.wikipedia.org/wiki/Markov_chain

[29] Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). Judgment under uncertainty: References. https://www.semanticscholar.org/paper/Judgment-under-uncertainty%3A-References-Kahneman-Slovic/30a0282ef802303f87db9da6a3c8bbb6f22fad2d

[30] Se não houver um *a priori*, geramos uma hipótese que é comprovada ou refutada com novas informações, o que é conhecido na matemática como processo bayesiano.

[31] Wikipedia. (2023). Moore's law. https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_law

[32] Como um dos autores (Fadel) vivenciou, sua startup NeurodyneAI foi criada 30 anos antes da hora.

[33] Para obter uma descrição mais abrangente da aprendizagem automática, faça o download gratuito do nosso livro anterior *Artificial Intelligence in Education*: https://curriculumredesign.org/our- work/artificial-intelligence-in-education/

[34] Rumelhart, D. E., Hinton, G. E., & Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323(6088), 533-536. https://www.nature.com/articles/323533a0

[35] Ela entrou no "freezer" e teve que mudar de nome de "redes neurais" para aprendizagem profunda depois de ser atacada por Marvin Minsky, do MIT, o líder carismático da IA simbólica (consulte nosso livro *AI in Education*).

[36] Google DeepMind. (2022). Mastering Stratego, the classical game of imperfect information. *DeepMind Research Blog*. https://www.deepmind.com/blog/mastering-stratego-the-classic-game-of-imperfect-information

[37] Google DeepMind (2023). Alphafold. *DeepMind Research Blog*. https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphafold

[38] Google DeepMind. (2023). A catalog of genetic mutations to help pinpoint the cause of diseases. *DeepMind Research Blog*. https://www.deepmind.com/blog/alphamissense-catalogue-of-genetic-mutations-to-help-pinpoint-the-cause-of-diseases

[39] Smith, B.C. (2019) The Promise of Artificial Intelligence: Reckoning and Judgment. MIT Press. https://mitpress.mit.edu/9780262043045/the-promise-of-artificial-intelligence/

[40] Cao, L., & Dede, C. (2023). *Navigating A World of Generative AI*: Suggestions for Educators.

[41] Marcus, G. (2018). Deep Learning: A Critical Appraisal. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1801.00631

[42] Para uma boa introdução técnica, consulte https://writings.stephenwolfram.com/2023/02/what-is-chatgpt-doing-and-why-does-it-work/

[43] Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal, 27*, 379–423, 623–656. https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf

[44] Nosso livro de 2018, *Artificial Intelligence in Education*, foi lançado cedo demais para repercutir em um público de Educação, por isso esta atualização.
[45] Gould, S.J. (2007). *Punctuated Equilibrium*. Belknap Press.
[46] Sevilla, J. *et al.* (2022). Compute trends across three eras of machine learning. *ArXiv:*
Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2202.05924
[47] Ji, Z. *et al.* (2022). Survey of hallucination in natural language generation. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2202.03629
[48] Ding *et al.* (2023). The efficiency spectrum of large language models: An algorithmic survey. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/pdf/2312.00678.pdf
[49] Du, Y., Shuang, L., *et al.* (n.d.) Improving factuality and reasoning in language models through multiagent debate. https://composable-models.github.io/llm_debate/
[50] Significant-Gravitas/AutoGPT. (2023). Conta GitHub. https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT
[51] A DeepMind fez uma parceria com 33 laboratórios de pesquisa para criar o conjunto de dados de robótica mais abrangente até hoje, contendo mais de um milhão de trajetórias de 22 robôs, incluindo braços robóticos, robôs bimanuais e quadrúpedes, demonstrando mais de 500 habilidades.
[52] **É notável que a Google tenha acesso a uma joia com o YouTube: ele não é apenas uma fonte muito grande de dados inexplorados, mas também é razoavelmente estruturado por seus usuários finais *e contém um tesouro de informações procedurais que em geral não estão presentes em outros conjuntos de dados.*** *O mesmo pode ser dito do GSuite/GMail, mas talvez com restrições de propriedade que podem ser evitadas por meio da anonimização.*
[53] Zhu, D. *et al.* (2023). MiniGPT-4: Enhancing vision-language understanding with advanced large language models. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2304.10592
[54] Gunasekar *et al.* (2023). Textbooks are all you need. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2306.11644
[55] Blue OS Museum. (2023). Steve Ballmer at .NET presentation: Developers. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=XxbJw8PrIkc

[56] Bolton, E. *et al.* (2022) Stanford CFRM introduces PubMedGPT 2.7b. Universidade de Stanford HAI. https://hai.stanford.edu/news/stanford-crfm-introduces-pubmedgpt-27b; também Google/PALM, Matias, Y. & Corrado, G. (2023). Our latest health AI research updates. Google: Health. https://blog.google/technology/health/ai-llm-medpalm-research-thecheckup/

[57] Gunasekar *et al.* (2023). Textbooks are all you need. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2306.11644

[58] Yang, C., Wang, X. *et al.* (2023). Large Language Models as Optimizers. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2309.03409

[59] Zhou, Y., Muresanu, A. I. *et al.* (2022). Large Language Models Are Human-Level Prompt Engineers. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2211.01910

[60] Por exemplo, Clevecode. (2023). "Can you beat a stochastic parrot?"

[61] Bounded Regret. (2022). More is different for AI. *Bounded Regret Blog*. https://bounded-regret.ghost.io/more-is-different-for-ai/

[62] Ganguli, D., Hernandez, D., *et al* (2022). Predictability and Surprise in Large Generative Models. *ArXiv*. https://doi.org/10.1145/3531146.3533229

[63] Miller, K. (2023). AI's ostensible emergent abilities are a mirage. *Stanford: HAI*. https://hai.stanford.edu/news/ais-ostensible-emergent-abilities-are-mirage; Rylan Schaeffer, Brando Miranda, Sanmi Koyejo. Are Emergent Abilities of Large Language Models a Mirage? NeurIPS 2023 https://arxiv.org/abs/2304.15004

[64] Davidson, T. (2023). What a compute-centric framework says about take-off speeds. *Open Philanthropy*. https://www.openphilanthropy.org/research/what-a-compute-centric-framework-says-about-takeoff-speed; Cotra, A. (2023). Language models surprised us. Planned Obsolescence. https://www.planned-obsolescence.org/language-models-surprised-us/

[65] Smith, M. (2023). When AI unplugs, all bets are off. IEEE Spectrum. https://spectrum.ieee.org/personal-ai-assistant

[66] Bounded Regret. (2023). What will GPT-2030 look like? *Bounded Regret Blog*. https://bounded-regret.ghost.io/what-will-gpt-2030-look-like/

[67] Há muito debate sobre as implicações de "modelos de mundo",

com o exagero de alguns pesquisadores de IA: uma compreensão de, digamos, geografia não daria suporte a uma compreensão das leis físicas e da causalidade do mundo. Gary Marcus explica que essa *aparência de ter uma estrutura para o conhecimento não significa que você tenha uma compreensão do conhecimento suficiente para que ele seja chamado de "modelo"*. De fato, ele mostra que IAs muito mais primitivas contêm correlações sobre o espaço físico.

[68] Em outras palavras, eles precisam "falar" para "pensar".

[69] Benchekroun, Y. *et al.* (2023). WorldSense: A synthetic benchmark for grounded reasoning in large language models. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2311.15930

[70] Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business School Press.

[71] Wikipedia. (2023). Triz. https://en.wikipedia.org/wiki/TRIZ

[72] Elyoseph, Z., Asraf, K., & Lvovsky, M. (2023). ChatGPT outperforms humans in emotional awareness evaluations. *Frontiers in Psychology*, *14*, 1199058. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1199058

[73] Conforme mencionado na Introdução, este livro não aborda questões de ética e viés, já que elas estão sendo tratadas por muitas organizações.

[74] Tarnoff, B. (2023). Weizenbaum's nightmares: How the inventor of the first chatbot turned against AI. *The Guardian;* Li, M. & Suh, A. (2022). Anthropomorphism in AI-enabled technology: A literature review. *Electron Markets 32*, 2245-2275.

[75] Lee, H. Y., Jamieson, J. P., *et al* (2020). Getting Fewer "Likes" Than Others on Social Media Elicits Emotional Distress Among Victimized Adolescents. *Child Development, 91*(6), 2141. https://doi.org/10.1111/cdev.13422

[76] Narayanan, A. & Kapoor, S. (2023). Why people keep anthropomorphizing AI. *AI Snake Oil.* https://www.aisnakeoil.com/p/people-keep-anthropomorphizing-ai

[77] Character.ai. é um chatbot para o qual os usuários podem criar diferentes "personalidades" e compartilhá-las on-line a fim de que outras pessoas possam conversar com elas.

[78] Brackley, J. & Vincent, S. (2015). Humans. [Série de televisão. Temporada 1, em vários episódios]

[79] https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT

[80] Turkle, S. (2011). Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other. Basic Books.

[81] Palestra de Richard Feynman, em 26 de setembro de 1985, sobe IA: https://www.youtube.com/watch?v=ipRvjS7q1DI

[82] "A orientação estratégica humana combinada com a acuidade tática de um computador foi esmagadora." "Humano fraco + máquina + processo melhor foi superior a um computador forte sozinho e, mais notavelmente, superior a um humano forte + máquina + processo inferior." Fonte: Garry Kasparov, "The Chess Master and the Computer," New York Review of Books, 11 de fevereiro de 2010.

[83] Gonçalves, B. (2020). Dystopia or utopia? Alan Turing's Promethean ambition about intelligence machines. *Research Gate*. https://www.researchgate.net/publication/348185600_Dystopia_or_utopia_Alan_Turing's_Promethean_ambition_about_intelligent_machines

[84] Lex Clips. (2019). Richard Feynman: Can machines think? *YouTube*. https://www.youtube.com/watch?v=ipRvjS7q1DI

[85] McKinsey and Company. (2023). Devido à IA generativa, os especialistas avaliam que a tecnologia poderia atingir o desempenho de nível humano em capacidades mais cedo do que se pensava. *McKinsey Global Institute*.
https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/featured%20insights/mckinsey%20explainers/whats%20the%20future%20of%20generative%20ai%20an%20early%20view%20in%2015%20charts/svgz-futuregenaicollection-ex2.svgz?cq=50&cpy=Center

[86] Strubell, E., Ganesh, A., & McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1906.02243

[87] Lenat, D. e Marcus, G. (2023) Getting from Generative AI to Trustworthy AI.

[88] Toomey, D. (2023). What's happening with Twitter is a threat to democracy. *The Leadership Conference on Civil and Human Rights*. https://civilrights.org/blog/whats-happening-with-twitter-is-a-threat-to-democracy/#; Yaraghi, N. (2020). Twitter's ban on political advertisements hurts our democracy. Brookings. https://

www.brookings.edu/articles/twitters-ban-on-political-advertisements-hurts-our-democracy/

[89] Isso também se aplica à ciência da computação em geral desde os primórdios, pois a computação contribuiu para a neurociência. (Wang, X. *et al.* (2020). Computational neuroscience: A frontier of the 21st century. *National Science Review, 7*(9), 1418-1422. https://doi.org/10.1093/nsr/nwaa129)

[90] McLuhan, M. (1964). *Understanding media: The extensions of man*. McGraw-Hill.

[91] Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

[92] Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, *58*(1), 7-19.

[93] Sharfstein, E. (2011). Estudo aponta que a memória funciona de forma diferente na era do Google. *Columbia News*. https://news.columbia.edu/news/study-finds-memory-works-differently-age-google; Sparrow, B., Liu, J., & Wegner, D. M. (2011). Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. *Science, 333*(6043), 776-778.

[94] Thrun, S. *et al.* (2006). Stanley: The robot that won the DARPA Grand Challenge. *Journal of Field Robotics, 23*(9), 661-692.

[95] Farhangi, H. (2010). The path of the smart grid. *IEEE Power and Energy Magazine, 8*(1).

[96] Botta, A. *et al.* (2016). Integration of cloud computing and internet of things: A survey. *Future Generation Computer Systems, 56*, 684-700.

[97] Rajkomar, A., Dean, J., Kohane, I. (2019). Machine learning in medicine. *The New England Journal of Medicine, 380*(14), 1347-1358.

[98] Adomavičius, G. & Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions. *In*: *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 17(6), 734-749.

[99] https://www.simform.com/blog/types-of-ai-agents/

[100] Do grego antigo κυβερνήτης (kybernḗtēs), que significa "timoneiro".

[101] Bessen, J. (2015). *Learning by doing*. Yale University Press.

[102] Trilling, B., Fadel, C. & Bialik, M. (2015). *Educação em quatro di-*

mensões. São Paulo: Instituto Península e Instituto Ayrton Senna.
[103] Matias, Y. & Corrado, G. (2023). Our latest AI health updates. *Google: The Keyword*. https://blog.google/technology/health/ai-llm-medpalm-research-thecheckup/
[104] Bolton, E., Hall, D., *et al.* (2022). Stanford CRFM introduces PubMedGPT 2.7B. *HAI Stanford*. https://hai.stanford.edu/news/stanford-crfm-introduces-pubmedgpt-27b
[105] https://www.openevidence.com/
[106] Wu, S. Irsoy, O., *et al.* (2023). BloombergGPT: A Large Language Model for finance. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2303.17564
[107] AI4Finance-Foundation/FinGPT. (2023). GitHub Repository. https://github.com/AI4Finance-Foundation/FinGPT.
[108] Frey, C. B. & Osborne, M. A. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology, "Machines and Employment" Workshop Papers. https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
[109] Nedelkoska, L. & G. Quintini (2018), "Automation, skills use and training", OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202, OECD Publishing, Paris,
https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en
[110] Osborne, M. (2023). Generative AI and the future of work: a reappraisal. Brown Journal of World Affairs. https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:f52030f5-23eb-4481-a7f1-8006685edbae
[111] Paulson, B. & Broderick, E. (2023). Compounding through the hype. *Morgan Stanley: Insights*. https://www.morganstanley.com/im/en-us/individual-investor/insights/articles/compounding-through-the-hype.html
[112] Ellingrud, K., *et al. (*2023). Generative AI and the future of work in America. McKinsey Global Institute. https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/generative-ai-and-the-future-of-work-in-america.
[113] World Economic Forum. (2023). Jobs of tomorrow: Large language models and jobs. *White Papers*. https://www.weforum.org/publications/jobs-of-tomorrow-large-language-models-and-jobs/
[114] Grandes esforços de pesquisa têm sido dedicados a avaliar o de-

sempenho de diferentes softwares, especialmente modelos de IA e de aprendizagem automática, em testes de *benchmark* padrão. Estes testes de *benchmark* são fundamentais para a compreensão das capacidades, limitações e desempenho comparativo de um modelo. Seus resultados fornecem insights sobre o progresso da IA, auxiliando na identificação de avanços e de áreas que precisam ser mais exploradas.

[115] Brynjolfsson, E., Mitchell, T. & Rock, D. 2018. What can machines learn, and what does it mean for occupations and the economy? *AEA Papers and Proceedings*, 108, 43-47. https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pandp.20181019

[116] **O BLS, aliás, não prevê novas ocupações até a tecnologia passar da fase de pesquisa e desenvolvimento. O Center for Curriculum Redesign (CCR) não explorará aqui a velocidade relativamente lenta da difusão da tecnologia.**

[117] Handel, M.J. (2000). Is there a skills crisis? *The Jerome Levy Economics Institute of Bard College: Public Policy Brief*. https://www.levyinstitute.org/pubs/ppb/ppb62.pdf

[118] World Economic Forum. (2016). The future of jobs report. *WEF Global Challenge Insight Report*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

[119] Zeeshan-ul-hassan, U. (2019). Jobs of the future - Are you ready? *Zeeshan-ul-hassan Usmani* (blog). https://zeeshanusmani.com/2019/09/23/jobs-of-the-future-are-you-ready/

[120] Bhagwat, A. (1973). Main features of the employment problem in developing countries. *IMF Staff Papers, 1973*(001), A002. https://www.elibrary.imf.org/view/journals/024/1973/001/article-A002-en.xml; Ferguson, S. (2023). Understanding America's labor shortage. *U.S. Chamber of Commerce*. https://www.uschamber.com/workforce/understanding-americas-labor-shortage

[121] Martinez, M. (2023). As baby boomers retire, German businesses turn to robots. *Reuters*. https://www.reuters.com/technology/baby-boomers-retire-german-businesses-turn-robots-2023-10-27/

[122] Iansiti, M., *et al.* (2020). *Competing in the age of AI*. Harvard Business Review Press; Ignatius, A. (Ed.) (2023). AI won't replace humans - but humans with AI will replace humans without AI. *Harvard Business Review: Business and Society*. https://hbr.

org/2023/08/ai-wont-replace-humans-but-humans-with-ai-will-replace-humans-without-ai.

[123] Dell'Acqua, F., *et al.* (2023). Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of AI on knowledge worker productivity and quality. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper No. 24-013*. https://ssrn.com/abstract=4573321 ou http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4573321

[124] Wikipedia. (2023). Xadrez avançado. https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_chess

[125] Interessantemente, a analogia ciborgue/centauro foi utilizada pela primeira vez no xadrez com máquinas. https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_chess

[126] Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.

[127] Graefe, A. (2016). *Guide to automated journalism*. Tow Center for Digital Journalism.

[128] Huang, M. H., & Rust, R. T. (2018). Artificial intelligence in service. *Journal of service research*, 21(2), 155-172. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1094670517752459

[129] Chen, J. H., & Asch, S. M. (2017). Machine Learning and Prediction in Medicine — Beyond the Peak of Inflated Expectations. *The New England journal of medicine*, 376(26), 2507.

[130] Tolentino, Cierra. (2022). "The Myth of Icarus: Chasing the Sun." *History Cooperative*.

[131] King, L. A., Hicks, J. A., & Abdelkhalik, J. (2009). Death, life, scarcity, and value: An alternative perspective on the meaning of death. *Psychological Science, 20* (12), 1459-1462.

[132] Bluck, S., & Glück, J. (2005). From the Inside Out: People's Implicit Theories of Wisdom. *In*: R. J. Sternberg & J. Jordan (Eds.), *A handbook of wisdom: Psychological perspectives* (pp. 84–109). Cambridge University Press.

[133] Tomasello, M. (1999). The human adaptation for culture. Annual review of anthropology, 28 (1), 509-529. https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.anthro.28.1.509

[134] Kahan, D. M. (2015). Climate-science communication and the

measurement problem. Advances in Political Psychology, 36, 1-43. https://www.jstor.org/stable/43783843; Norenzayan, A., & Gervais, W. M. (2013). The origins of religious disbelief. *Trends in Cognitive Sciences, 17* (1), 20–25. https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.11.006.

[135] Lewandowsky, S., Ecker, U. K. H., & Cook, J. (2017). Beyond misinformation: Understanding and coping with the "post-truth" era. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition, 6*(4), 353–369. https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2017.07.008

[136] Ele não quis dizer, como alguns entenderam erroneamente, "tornar-se religioso".

[137] https://en.wikipedia.org/wiki/Thinking_Machines_Corporation

[138] Comunicação pessoal com Charles Fadel.

[139] Gardiner, Stephen M. (2011). *A Perfect Moral Storm: The Ethical Tragedy of Climate Change*, Environmental Ethics and Science Policy Series, online edition. Oxford, UK: Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195379440.001.0001

[140] Wilks, Yorick, Ed. (2010). *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design issues*. Amsterdam: John Benjamins Pub. Co.

[141] Rigaud, Nicolas. (2008). "Biotechnology: Ethical and Social Debates." Report for the *OECD International Futures Project on The Bioeconomy to 2030."*

[142] Glück, Judith and Nic M. Weststrate. (2022). "The Wisdom Researchers and the Elephant: An Integrative Model of Wise Behavior." *Personality and Social Psychology Review, 26* (4), 342–374.

[143] Søgaard Jørgensen, P. *et al.* (2023). Evolution of the polycrisis: Anthropocene traps that challenge global sustainability. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (B)*.

[144] Mitchell, L., Knight, B., & Pachana, N. (2017). Wisdom across the ages and its modern-day relevance. *International Psychogeriatrics, 29* (8), 1231-1234.

[145] Oxford Learner's Dictionary. (2023). "Wisdom."

[146] Merriam-Webster Dictionary. (2023). "Wisdom." https://www.merriam-webster.com/dictionary/wisdom

[147] Larousse. (2023). "Sagesse." https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sagesse/70506

[148] Fine, Gail (2008). "Does Socrates Claim to Know that He Knows

Nothing?". *Oxford Studies in Ancient Philosophy*. 35: 49–88.
[149] Wikipedia. (2023). "Wisdom - Rigpa Shedra." https://www.rigpawiki.org/index.php?title=Wisdom; Wikipedia. (2023). "Primordial wisdom - Rigpa Shedra." https://www.rigpawiki.org/index.php?title=Primordial_wisdom.
[150] Easwaran, E. (2007). The Bhagavad Gita: Classics of Indian Spirituality. Nilgiri Press.
[151] Bodhi, B. (1999). The noble eightfold path. Access to Insight. https://www.accesstoinsight.org/lib/authors/bodhi/waytoend.html
[152] Wikipedia. (2023). "Hikma" https://en.wikipedia.org/wiki/Hikmah
[153] Legge, J. (1891).《道德經 - Dao De Jing》. *Chinese Text Project*. https://ctext.org/dao-de-jing#n11624
[154] Leo, Andres. (2023). Chinese word database. https://www.chinese-word.com/data/2262-2.html
[155] Thesaurus.com. (2023). "Wisdom." https://www.thesaurus.com/browse/wisdom
[156] Sternberg, R. J., & Glück, J. (Eds.) (2022). *The psychology of wisdom: An introduction.* Cambridge University Press.
[157] Doutrina do meio-termo (filosofia). (2024). *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_mean_(philosophy)
[158] Lanctot, J.D. & Irving, J.A. (2010). Character and Leadership: Situating Servant Leadership in a proposed virtues framework. *International Journal of Leadership Studies, 6* (1), 28-50. https://www.regent.edu/acad/global/publications/ijls/new/vol6iss1/2_Final%20Edited%20Lanctot%20and%20Irving_pp%2028-50.pdf
[159] Drew, C. (2023). *25 maturity examples*. Helpful Professor. https://helpfulprofessor.com/maturity-examples/
[160] Allport, G. W. (1961). *Pattern and growth in personality.* Holt, Reinhart & Winston.
[161] Todres, J. (2012). Maturity. *Houston Law Review, 48*(5), 1107-1165. https://houstonlawreview.org/article/4131-maturity
[162] Hanh, T. N. (2019). *A essência dos ensinamentos de Buda:* transformando o sofrimento em paz, alegria e libertação. Vozes.
[163] Paul, R., & Elder, L. (2006). Critical thinking: The nature of critical and creative thought. *Journal of Developmental Education, 30*(2), 34. https://www.semanticscholar.org/paper/Critical-Thinking%3A-

The-Nature-of-Critical-and-Paul-Elder/8bc9e8bfe26e71fdf1cb68c93d7561c478d7c032

[164] Sternberg, R. J. (2005). Wisdom as a form of giftedness. *Gifted Child Quarterly,* 49 (4), 277-290. https://eric.ed.gov/?id=EJ616398

[165] Baltes, P. B., & Smith, J. (2008). The Fascination of Wisdom: Its Nature, Ontogeny, and Function. *Perspectives on Psychological Science*.

[166] Davis, E. (2023). Benchmarks for automated commonsense reasoning: A survey.

[167] Mbiti, J. S. (1990). *African religions & philosophy*. Heinemann.

[168] Lau, D. C. (2011). *Confucius: The analects*. *Bilingual edition.* Hong Kong University Press. https://cup.cuhk.edu.hk/index.php?route=product/product&product_id=361

[169] Sternberg, R. J., Nusbaum, H., & Glueck, J. (Eds.) (2019). *Applying wisdom to contemporary world problems*. Palgrave-Macmillan.

[170] Bazerman, Max H. e Ann E. Tenbrunsel. (2011). *Blind Spots: Why We Fail to Do What's Right and What to Do About It*. Princeton, NJ: Princeton University Press. https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691156224/blind-spots; Floridi, Luciano. (2013) *The Ethics of Information*. Oxford, UK: Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199641321.001.0001; Manuel Velasquez, C. M., Andre, C., Shanks, T. S. J., & Meyer, M. J. (2010). "Thinking Ethically: A Framework for Moral Decision Making." Issues in Ethics, 7 (1). https://static1.squarespace.com/static/5e67f2971cd1421e2f954980/t/5e7bcf7e9e0f5b32db9cbc1f/1585172350318/Thinking-Ethically.pdf

[171] De Duve, C. (2009). *Genetics of original sin*. Odile Jacob Publishing. https://www.odilejacob.com/catalogue/sciences/genetique/genetics-of-original-sin_9782738147523.php

[172] Mackey, Richard H. Sr. *Translating Vision into Reality: the Role of the Strategic Leader*. (Carlisle Barracks, PA: US Army War College, 1992), 10. Nota de rodapé: 15. https://usawc.libanswers.com/faq/84869

[173] Conger, J. A., & Kanungo, R. N. (1998). *Charismatic leadership in organizations*. Sage Publications, Inc.; Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford University Press.

[174] Dehaene S, Izard V, Spelke E., & Pica P. (2008). Log or linear? Distinct intuitions of the number scale in Western and Amazo-

nian indigene cultures. *Science, 320*(5880):1217-20. doi: 10.1126/science.1156540. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18511690/

[175] Veja apêndice digital on-line: "A origem evolutiva das competências".

[176] Wikipedia. (2023). Regra de ouro. https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_Rule, ***não confundir com a doutrina do meio-termo***.

[177] Jeste, D. V., & Vahia, I. V. (2008). Comparison of the Conceptualization of Wisdom in Ancient Indian Literature with Modern Views: Focus on the Bhagavad Gita. *Psychiatry, 71* (3), 197. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2603047/

[178] Confúcio. (1989). *The Analects* (D. C. Lau, Trans.), 15:23. Penguin Books.

[179] Ganguli, K. M. (1883-1896). *The Mahabharata of Krishna-Dwaipayana Vyasa*. BharataPress

[180] Al Buhkari, I. & Uddin, M.M. (2020). *Sahih al bukhari* (edição inglesa). Mohee Uddin; Al Nuwawai, Y.I.S. (1997). *An-Nawawi's Forty Hadith.* Cambridge Islamic Texts Society.

[181] Ames, R. T., & Rosemont, H. Jr. (1999). *The Analects of Confucius: A philosophical translation.* Ballantine Books.

[182] Slingerland, E. (2003). *Effortless action: Wu-wei as conceptual metaphor and spiritual ideal in early China.* Oxford University Press.

[183] Dewey, John. (2023). *Experiência em Educação*. Rio de Janeiro: Vozes.

184 Freire, Paulo. (1965). Education for Critical Consciousness. London, UK: A&C Black.

[185] Stanovich, Keith E. (2001). "The Rationality of Educating for Wisdom." *Educational Psychologist,* 36(4), 247-251. http://keithstanovich.com/Site/Research_on_Reasoning_files/edpsy01.pdf

[186] Nussbaum, Martha C. (1997) *Cultivating Humanity: A Classical Defense of Reform in Liberal Education.* Cambridge, MA: Cambridge University Press.

[187] Jakubik, Maria. (2020). "Educating for the Future: Cultivating Practical Wisdom in Education." *Systemics, Cybernetics and Informatics,* 18(7), 50-54.
https://www.iiisci.org/journal/pdv/sci/pdfs/SA422DQ20.pdf

[188] Abramowitz, S., McKune, S. L., Fallah, M., Monger, J., Tehoungue, K., & Omidian, P. A. (2015). The opposite of denial: Social

learning at the onset of the Ebola emergency in Liberia. Journal of Health Communication, 20(sup1), 59-65. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28854129/

[189] McMahon, S. A., Ho, L. S., Brown, H., Miller, L., Ansumana, R., & Kennedy, C. E. (2016). Healthcare providers on the frontlines: a qualitative investigation of the social and emotional impact of delivering health services during Sierra Leone's Ebola epidemic. Health policy and planning, 31(9), 1232-1239. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27277598/

[190] Schneider, Tamera R., Nusbaum, Howard C., Kim, Yena, Borders, Morgan R. and Tyler J. Ryan. (2023). "Emotional Intelligence Predicts Wise Reasoning." *Journal of Positive Psychology,* 18(1), 106-120. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17439760.2021.1991448; Steimer, Sarah. (2021). "Two Studies Show a Link Between Emotional Intelligence and Wisdom." University of Chicago, Division of Social Sciences, News. https://socialsciences.uchicago.edu/news/two-studies-show-link-between-emotional-intelligence-and-wisdom

[191] Duignan, B. (Invalid Date). Dunning-Kruger effect. *Encyclopedia Britannica.* https://www.britannica.com/science/Dunning-Kruger-effect

[192] Lombardo, Thomas. (2011). "Wisdom in the Twenty-First Century." *World Affairs: The Journal of International Issues,* 15(1), 132-157. https://www.jstor.org/stable/48504847

[193] Veja "Teorias de Sabedoria" no apêndice digital.

[a] Desenvolvida por uma equipe de pesquisadores da Faculdade de Medicina da Universidade da Califórnia de San Diego, a Escala de Sabedoria de San Diego é uma ferramenta que pode ajudar a determinar com alta precisão o nível de sabedoria de uma pessoa, um traço de personalidade potencialmente modificável que demonstrou ter uma forte associação com o bem-estar. (N. do T.)

[194] Ardelt, M., Pridgen, S., & Nutter-Pridgen, K.L. (2018). The Relation Between Age and Three-Dimensional Wisdom: Variations by Wisdom Dimensions and Education, *The Journals of Gerontology: Series B, 73*(8), 1339-1349, https://doi.org/10.1093/geronb/gbx182

[195] Barton, K. C. & Levstik, L.S. (2004). *Teaching History for the Common Good.* Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

[196] Kern, A. (2020). How to Approach History As a Pursuit of Wisdom. *CIRCE Institute*.
[197] Lee, P. & Ashby, R. (2001). Empathy, Perspective Taking, and Rational Understanding. *In:* O.L. Davis Jr., E.A. Yeager, and S.J. Foster (Eds.) *Historical Empathy and Perspective Taking in the Social Studies*, 21-50. Rowman & Littlefield Publishers Inc.
[198] Bailenson, J.N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A.C., Lundblad, N. & Jin, M. (2008). The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences: Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context. *The Journal of the Learning Sciences, 17 (1)*, 102-141.
[199] Bruner, J. (2004). Life as Narrative. *"Social Research, 71*(3), 691-710. https://www.jstor.org/stable/40970444
[200] Clark, C. & Rumbold, K. (2006). *Reading for Pleasure: A Research Overview*. National Literary Trust. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED496343.pdf
[201] Lyon, R. (1997). "Statement before the Committee on Education and Workforce". U.S. House of Representatives.
[202] Keen, S. (2007). *Empathy and the novel*. Oxford University Press.
[203] Sumara, D. J. (2002). *Why Reading Literature in School Still Matters: Imagination, Interpretation, Insight*. Lawrence Erlbaum Associates.
[204] Holden, J. (2004). *Creative Reading: Young People, Reading and Public Libraries*. Demos.
[205] Zunshine, L. (2006). *Why we read fiction: theory of mind and the novel*. Ohio State University Press.
[206] Hutto, D. D. (2008). *Folk psychological narratives: The sociocultural basis of understanding reasons*. MIT Press; Black, A.D. (2023). Talking an acting a pandemic: Ethnography of COVID19 in Montmartre. *Anthropologica, 65*(1), 1-25; Bruner, J. (1991). The narrative construction of reality. *Critical Inquiry, 18*(1), 1-21.https://www.jstor.org/stable/1343711
[207] Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures*. Basic Books.
[208] Crapanzano, V. (2014). *Anthropology and ethics: The quest for moral understanding*. Routledge; Berkes, F. (2018). *Sacred ecology*. Routledge.
[209] Becker, H. S. (1998). *Tricks of the trade: How to think about your research while you're doing it*. University of Chicago Press.
[210] Bruner, J. S. (1962). *On knowing: essays for the left hand*. Harvard University Press.

[211] Jackson, M. (1989). *Paths toward a clearing: radical empiricism and ethnographic inquiry*. Indiana University Press.
[212] Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures: selected essays*. Basic Books.
[213] Amabile, T. M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J., & Herron, M. (1996). Assessing the work environment for creativity. *Academy of Management Journal, 39*(5), 1154–1184; Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. *In*: R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313–335). Cambridge University Press.
[214] Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Broadway Business.
[215] Floridi, L. (2019). *The logic of information: A Theory of Philosophy as Conceptual Design*. Oxford University Press.
[216] Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Broadway Business.
[217] Sternberg, R. J., Reznitskaya, A. & Jarvin, L. (2007). Teaching for Wisdom: What Matters is Not Just What Students Know, but How They Use It. *London Review of Education*, 5(2), 143-158.
[218] Conrad, D., & Shoemaker, S. (2010). The influence of service-learning on students' personal and social responsibility. *College Teaching, 58*(3), 77-84. https://www.semanticscholar.org/paper/The-Influence-of-Service-Learning-on-Students%27-and-Simons-Cleary/41a2bf6dbb1ce82079a3964b727f1e50433c98c8
[219] Eyler, J., & Giles Jr., D. E. (1999). *Where's the Learning in Service-Learning?* Jossey-Bass. https://eric.ed.gov/?id=ED430433
[220] Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation. https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf
[221] Bell, S. (2010) Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 83*(2), 39-43.
[222] Markham, T., Larmer, J., & Ravitz, J. (2003). *Project-based learning handbook: A guide to standards focused project-based learning for middle and high school teachers*. Buck Institute for Education.
[223] Miller, E. C., & Krajcik, J. S. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: A design problem. *Disciplinary*

and Interdisciplinary Science Education Research, 1(1), 1-10. https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6

[224] E Ningrum, N. & Sungkawa, D. (2018). The impact of local wisdom-based learning model students' understanding of the land ethic. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 145 012086. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/145/1/012086/pdf

[225] Balmford, A., Clegg, L., Coulson, T., & Taylor, J. (2002). Why conservationists should heed Pokémon. *Science, 295*(5564), 2367.

[226] Brown, M. (2009). Reconceptualising outdoor adventure education: Activity in search of an appropriate theory. *Australian Journal of Outdoor Education, 13,* 2, 3-13.

[227] Priest, S., & Gass, M. (2005). Effective leadership in adventure programming. *Human Kinetics*. https://us.humankinetics.com/products/effective-leadership-in-adventure-programming-3rd-edition-with-field-handbook

[228] Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. *Academy of Management Learning & Education, 4*(2), 193–212. https://doi.org/10.5465/AMLE.2005.17268566

[229] Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2006). *How people learn: Brain, mind, experience, and school.* National Academy Press.

[230] Baltes, P. B., & Smith, J. (2008). The fascination of wisdom: Its nature, ontogeny, and function. *Perspectives on Psychological Science, 3*(1), 56-64.

[231] Goleman, D. (2006). *Emotional intelligence*. Bantam Books. https://asantelim.files.wordpress.com/2018/05/daniel-goleman-emotional-intelligence.pdf

[232] Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology, 15*(1), 1-38. https://doi.org/10.1016/0010-0285(83)90002-6

[233] Bertrand, P., Guegan, J., Robieux, L., McCall, C. A., & Zenasni, F. (2018). Learning Empathy Through Virtual Reality: Multiple Strategies for Training Empathy-Related Abilities Using Body Ownership Illusions in Embodied Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI, 5,* 326671. https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00026

[234] Parsons, T. D. (2015). Virtual Reality for Enhanced Ecological Validity and Experimental Control in the Clinical, Affective and

Social Neurosciences. *Frontiers in Human Neuroscience,* 9, 660. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2015.00660/full;

[235] Carr, N. (2010). The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains. W. W. Norton & Company.

[236] *Pariser, E. (2012). O filtro invisível: o que a internet está escondendo de você*. Zahar.

[237] Schank, R.C. (2004). *Making minds less well-educated than our own*. Routledge. https://www.routledge.com/Making-Minds-Less-Well-Educated-Than-Our-Own/Schank/p/book/9780805848786

[238] Resumidas.

[239] Rosen, J. (2014). The internet you can't google. *The Tennessean*. https://eu.tennessean.com/story/money/tech/2014/05/02/jj-rosen-popular-search-engines-skim-surface/8636081/; Wikipedia. (2023). Google search. https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Search

[240] Willingham, D. T. (2007). Critical thinking: Why is it so hard to teach? *American Educator, 31*(2), 8-19.

[241] Glossary of Education Reform. (2015) Scaffolding: Definition. *Great Schools Partnership: The Glossary of Education Reform*. https://www.edglossary.org/scaffolding

[242] Willingham, D. (2024) Seja mais esperto do que o seu cérebro. Vogais Portugal.

[243] Wikipedia. (2023). Four stages of competence.

[244] Kruger, Justin; Dunning, David (1999). "Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments." *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6): 1121-1134.

[245] Poundstone, W. (2016) Head in the Cloud: Why Knowing Things Still Matters When Facts Are So Easy to Look Up. Little, Brown.

[246] É interessante notar que, 20 anos antes, em 1994, as pessoas que achavam que as taxas de criminalidade estavam aumentando tinham 9 pontos percentuais a mais de probabilidade de apoiar leis de controle de armas mais rígidas; portanto, há alguma interação com a retórica. Kohut, Andrew (2015) Despite lower crime rates, support for gun rights increases. Pew Research Center. https://www.pewresearch.org/short-reads/2015/04/17/despite-lower-crime-rates-support-for-gun-rights-increases/

[247] Wegner, D. M., & Ward, A, F. (2013) "The internet has become the external hard drive for our memories." Scientific American 309.6: 58-61.
[248] Patton, J. R., Cronin, M. E., *et al* (1997). A life skills approach to mathematics instruction: Preparing students with learning disabilities for the real-life math demands of adulthood. *Journal of Learning Disabilities,* 30, 178-187.
[249] Schmitt, N, Xiangying J, and Grabe. W. (2011) "The percentage of words known in a text and reading comprehension." The Modern Language Journal 95.1: 26-43.
[250] Binder, C. (1993). Behavioural fluency: a new paradigm. Educational Technology.
[251] *Ibidem.*
[252] Poundstone, W. (2016). *Head in the cloud*: The power of knowledge in the age of Google. Oneworld Publications. Chicago.
[253] Hirsch Jr, E. D., Kett, J. F. and Trefil, J.S. (1988) Cultural literacy: What every American needs to know.
[254] Mosher, F. (2017). A Hitchhiker's Guide to Thinking about Literacy, Learning Progressions, and Instruction.
[255] K. Anders Ericsson, K.A., Prietula, M.J. & Cokely, E.T. (2007). The making of an expert. *Harvard Business Review.* https://hbr.org/2007/07/the-making-of-an-expert
[256] The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance' (Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993).
[257] Perkins, D. (2010). *Making learning whole*: How seven principles of teaching can transform education. Wiley.
[258] Mollick, E. (2023). Centaurs and cyborgs on the jagged frontier. *One Useful Thing.* https://www.oneusefulthing.org/p/centaurs-and-cyborgs-on-the-jagged
[259] Kozlov, M., & Biever, C. (2023). AI 'breakthrough': Neural net has human-like ability to generalize language. *Nature.* https://doi.org/10.1038/d41586-023-03272-3
[260] Bounded Regret. (2023). What will GPT-2023 look like? *Bounded Regret Blog*. https://bounded-regret.ghost.io/what-will-gpt-2030-look-like/
[261] Com uma saudação respeitosa ao ex-professor Woodie Flowers, do MIT, descanse em paz.

[262] Houle, D. (2008). *Entering the shift age: The end of the information age and the new era of transformation*. Sourcebooks.
[263] Cao, L. & Dede, C. (2021). Navigating a world of generative AI: Suggestions for educators. *Harvard Graduate School of Education: Next Level Lab*. https://bpb-us-e1.wpmucdn.com/websites.harvard.edu/dist/a/108/files/2023/08/Cao_Dede_final_8.4.23.pdf
[264] CCR Framework Rev. 1.2: https://curriculumredesign.org/framework/
[265] Lamentado por Sócrates: "A invenção de vocês permitirá que eles ouçam muitas informações sem serem ensinados adequadamente, e eles imaginarão que passaram a saber muito, enquanto na maioria das vezes não saberão nada. E será difícil conviver com eles, pois apenas parecerão sábios em vez de realmente o serem." (Platão. [1925]. *Plato in twelve volumes, vol. 9* traduzido para o inglês por Harold N. Fowler. William Heinemann Ltd.).
[266] Epstein, D. (2019). *Range: Why generalists triumph in a specialized world*. Riverhead Books.
[267] Demirkan, H. & Clinton Spohrer, J. (2018). Cultivating T-shaped professionals in the era of digital transformation. *IBM Research*. https://research.ibm.com/publications/cultivating-t-shaped-professionals-in-the-era-of-digital-transformation
[268] **Nada disso deve ser confundido com infraestrutura/acesso digital ("encanamento").**
[269] GetGuru. (2023). The 7 types of knowledge: Definitions, examples and more. GetGuru Blog. https://www.getguru.com/reference/types-of-knowledge
[270] A especialização também pode, curiosamente, cegar um indivíduo ao ajudar a determinar o que é importante em seu campo! Como muitos conceitos se tornaram naturais para essas pessoas, a "maldição da especialização" pode fazer com que eles percam alguns dos blocos de construção da compreensão que são necessários para um aluno. *Isso cria uma razão FUNDAMENTAL para incluir profissionais além dos especialistas tradicionais no processo de elaboração dos currículos.*
[271] Varanasi, L. (2023). GPT-4 can ace the bar, but it only has a decent chance of passing the CFA exams. Here's a list of difficult exams the ChatGPT and GPT-4 have passed. *Business Insider*. https://

www.businessinsider.com/list-here-are-the-exams-chatgpt-has-passed-so-far-2023-1#but-the-bot-did-pass-a-stanford-medical-school-clinical-reasoning-final-14

[272] Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning*: Experience as the source of learning and development (Vol. 1). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

[273] Heald, J. B., Lengyel, M., & Wolpert, D. M. (2022). Contextual inference in learning and memory. *Trends in Cognitive Sciences, 27*(1), 43-64.

[274] Dunn, K. *et al.* (2021). *Embedding competencies within disciplines.* Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within-Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf

[275] Observação: usaremos a palavra "padrões" para diferenciar de "currículo". Em alguns territórios, os dois termos são usados de modo intercambiável; mas os padrões se referem a uma lista concisa de metas de conteúdo, enquanto o currículo implica um conjunto mais profundo de materiais relacionados ao trabalho do professor.

[276] Beyond Mathematics, CCR has done similar work for Computer Science, World History, World Literature, Health and Physical Education (HPE), etc. thus proving that the process is replicable in disciplines beyond mathematics.

[277] Bialik, M. *et al.* (2021). *Mathematics for the modern world.* Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Mathematics-for-the-Modern-World-1.pdf

[278] Center for Curriculum Redesign. (2021). PISA mathematics in 2021. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Recommendations-for-PISA-Maths-2021-FINAL-EXTENDED-VERSION-WITH-EXAMPLES-CCR.pdf

[279] Center for Curriculum Redesign.2021). *Mathematics for the modern world.* https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/ccr-case-for-math-social.mp4

[280] Dunn, K. *et al.* (2021). *Embedding competencies within disciplines.* Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within-Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf

[281] Center for Curriculum Redesign. (2018). ONETExplorer. https://curriculumredesign.org/onetexplorer_raw/
[282] Center for Curriculum Redesign and Australian Learning Lecture. (2021) *Passion Projects Portal*. https://passionprojects.curriculumredesign.org/
[283] Murphy, K. M. *et al.* (1990). The allocation of talent: Implications for growth. *NBER Working Paper No. w3530*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=226816
[284] Wikipedia. (2023). Triz. https://en.wikipedia.org/wiki/TRIZ
[285] International Labour Office, Geneva. (2015). Report IV: Small and medium-sized enterprises and decent and productive employment creation. *International Labour Conference*. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_358294.pdf
[286] Às vezes e confusamente chamado de competência global por outros grupos. Os temas não devem ser confundidos com as competências da estrutura do CCR.
[287] https://www.edutopia.org/article/using-stories-support-computational-thinking
[288] Center for Curriculum Redesign. (2020). Theory of change and research process. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR-Theory-of-Change-and-Research-Process.pdf
[289] Fadel, C. (2020). Education Engineering. *Center for Curriculum Redesign*. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Education-Engineering-QA.pdf
[290] Center for Curriculum Redesign. (2020). Theory of change and research process.
[291] Carey, T.L. (2021). Beethoven's unfinished 10th symphony brought to life by artificial intelligence. https://www.scientificamerican.com/podcast/episode/beethovens-unfinished-10th-symphony-brought-to-life-by-artificial-intelligence/, https://www.youtube.com/watch?v=Rvj3Oblscqw. An extraordinary accomplishment, but qualified by many as "extremely boring" for its lack of inventiveness; Kaufman, S.B. (2014). The real link between psychopathology and creativity. *Scientific American*. https://blogs.scientificamerican.com/beautiful-minds/the-real-link-between-psychopathology-and-creativity/#

[292] Mordvintsev, A., Olah, C., & Tyka, M. (2015). DeepDream – a code example for visualizing Neural Networks. Google Research Blog. https://blog.research.google/2015/07/deepdream-code-example-for-visualizing.html?m=1

[293] Payne, C. (2019). MuseNet. OpenAI Blog. https://openai.com/research/musenet

[294] Elgammal, A., Liu, B., Elhoseiny, M. *et al.* (2017). CAN: Creative adversarial networks, generating "art" by learning about styles and deviating from style norms. *ArXiv: Universidade de Cornell.* https://arxiv.org/abs/1706.07068

[295] Boden, M. A. (2018). AI and creativity. *In: The Oxford Handbook of Artificial Intelligence* (pp. 209-232). Oxford University Press. https://philpapers.org/rec/BODCAA-6

[296] Nilsson, P. (2011). "The Challenge of Innovation. *In*: Critical Thinking and Creativity: Learning Outside the Box." Paper apresentado nos anais da 9ª Conferência Internacional da Escola de Pós-Graduação em Educação da Universidade Bilkent (Turquia), Ankara (pp. 54- 62). Ankara, Turquia: Bilkent University. https://drive.google.com/file/d/1lH9wkpvBkW-bNOkzpBVX15EvpW-cKohmK/view

[297] Bender, Emily M.; Gebru, Timnit; *et al* (2021-03-01). "On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? 🦜". Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. FAccT '21. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. pp. 610-623. https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922. ISBN 978-1-4503-8309-7. S2CID 232040593.

[298] Center for Curriculum Redesign. (2023). *AI and subcompetencies surveys*. Internal report, CCR. Não publicado.

[299] Biehlman, P. (2023). 'You've got to be data driven' – the fashion forecasters using AI to predict the next trends. *The Guardian.* https://www.theguardian.com/technology/2023/oct/01/ai-artificial-intelligence-fashion-trend-forecasting-style; Zhang, Z., Fort, J. M., & Giménez Mateu, L. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence as a tool for architectural design: A perception study using gaudí's works. *Buildings, 13*(7), 1863. https://doi.org/10.3390/buildings13071863

[300] Searle, J. R. (1984). *Minds, brains, and science.* Harvard University Press.
[301] E.g. MIT. (2023). Supermind ideator. https://ideator.mit.edu/auth/sign-up/waitlist
[302] Engelbart, D. (1962). Augmenting human intellect: A conceptual framework. *SRI Summary Report* AFOSR-3223.
[303] Russell, S. J., & Norvig, P. (2014). *Artificial intelligence*: A modern approach. Third Edition. Pearson.
[304] Boden, M. A. (2009). Computer models of creativity. *AI Magazine*, 30(3), 23-34. https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2254
[305] Picard, R. W. (2000). *Affective computing.* MIT Press. https://mitpress.mit.edu/9780262661157/affective-computing/
[306] Lake, B. M. *et al.* (2017). Building machines that learn and think like people. *Behavioral and Brain Sciences,* 40. *ArX*iv: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1604.00289
[307] Silver, D., Schrittwieser, J. *et al.* (2017). Mastering the game of Go without human knowledge. *Nature, 550*(7676), 354-359. https://doi.org/10.1038/nature24270
[308] Esteva, A., Kuprel, B. *et al.* (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115-118.DOI: 10.1038/nature21056
[309] Marcus, G., & Davis, E. (2019). *Rebooting AI: Building artificial intelligence we can trust*. Pantheon.
[310] Bahrammirzaee, A. (2010). A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: artificial neural networks, expert systems, and hybrid intelligent systems. *Neural Computing and Applications, 19*(8), 1165-1195. https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-010-0362-z
[311] Walton, D. (2016). *A pragmatic theory of fallacy*. University of Alabama Press.
[312] Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *A segunda era das máquinas*: trabalho, progresso e prosperidade em uma época de tecnologias brilhantes. Alta Books.
[313] Scharre, P. (2018). *Army of none*: Autonomous weapons and the future of war. W.W. Norton and Co.
[314] Rolnick, D., *et al.* (2019). Tackling climate change with ma-

chine learning. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1906.05433

[315] Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). *Artificial intelligence for the real world*. Harvard Business Review. https://hbr.org/webinar/2018/02/artificial-intelligence-for-the-real-world

[316] Nie, Y., Bansal, M. (2017). Shortcut-stacked sentence encoders for multi-domain inference. *In*: *Proceedings of the 2nd Workshop on Evaluating Vector Space Representations for NLP*. https://aclanthology.org/W17-53.pdf; Zellers, R. *et al.* (2018). SWAG: A large-scale adversarial dataset for grounded common sense inference. *In*: Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. https://aclanthology.org/D18-1009/

[317] Power, D. J. (2007). A brief history of decision support systems. DSSResources.COM, 40. https://dssresources.com/history/dsshistory.html

[318] Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction*. MIT Press.

[319] McKendrick, J & Thurai, A. (2022). AI isn't ready to make unsupervised decisions. *Harvard Business Review,* https://hbr.org/2022/09/ai-isnt-ready-to-make-unsupervised-decisions

[320] Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv*: Cornell University. https://arxiv.org/abs/1801.00631; Penrose, R. (1989). *The emperor's new mind: Concerning computers, minds and the laws of physics*. Oxford University Press.

[321] Olenick, M. & Zemsky, P. (2023). Can GenAI do strategy? *Harvard Business Review*. https://hbr.org/2023/11/can-genai-do-strategy

[322] Vinyals, O., & Le, Q. (2015). A neural conversational model. arXiv preprint arXiv:1506.05869. https://arxiv.org/abs/1506.05869

[323] Devlin, J., Chang, M. W. *et al.* (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*. https://arxiv.org/abs/1810.04805

[324] Brown, T. B., Mann, B. *et al.* (2020). Language models are few-shot learners. *ArXiv: Universidade de Cornell.* https://arxiv.org/abs/2005.14165

[325] Jumpstart. (2023). Sentiment classification. *Jumpstart Aleph*. https://arxiv.org/pdf/1708.02709.pdf; Young, T. *et al.* (2018). Recent

trends in deep learning based natural language processing. IEEE Computational Intelligence Magazine, 13(3), 55-75. https://arxiv.org/pdf/1708.02709.pdf

[326] Norvig, P., & Russell, S. J. (2022). *Inteligência artificial: uma abordagem moderna*. Gen LTC.

[327] Bender, E. M., & Koller, A. (2020). Climbing towards NLU: On meaning, form, and understanding in the age of data. *In*: *Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. https://aclanthology.org/2020.acl-main.463/; Vinciarelli, A., Pantic, M., & Bourlard, H. (2009). Social signal processing: Survey of an emerging domain. *Image and Vision Computing, 27*(1), 1743-1759. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0262885608002485

[328] Gao, J., Galley, M., & Li, L. (2019). Neural approaches to conversational AI. *Foundations and Trends in Information Retrieval, 13*(2-3), 127-298. https://arxiv.org/abs/1809.08267

[329] Hirschberg, J., & Manning, C. D. (2015). Advances in natural language processing. *Science, 349*(6245), 261-266. https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa8685; Malone, T. W., Laubacher, R., & Johns, T. (2011). The age of hyperspecialization. *Harvard Business Review*. https://hbr.org/2011/07/the-big-idea-the-age-of-hyperspecialization

[330] Brown, T. B., Mann, B. *et al.* (2020). Language models are few-shot learners. *ArXiv: Universidade de Cornell*. https://arxiv.org/abs/2005.14165; Gatt, A. & Krahmer, E. (2018). Survey of the state of the art in natural language generation. *Journal of Artificial Intelligence Research, 61*(1), 65-170.

[331] Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2019). *Speech and language processing*. Pearson.

[332] Bengio, Y., Courville, A., & Vincent, P. (2013). Representation learning: A review and new perspectives. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. https://ieeexplore.ieee.org/document/6472238; Kress, G., & van Leeuwen, T. (2006). *Reading images: The grammar of visual design*. Routledge.

[333] Baltrušaitis, T., Ahuja, C., & Morency, L.-P. (2019). Multimodal machine Learning: A survey and taxonomy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 41(2), 423-443. https://ieeexplore.ieee.org/document/8269806

[334] Hovy, D. (2016). The social impact of natural language processing. *In: Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. https://aclanthology.org/P16-2096/; Johnson, M., *et al.* (2017). Google's multilingual neural machine translation system: Enabling zero-shot translation. *Transactions of the Association for Computational Linguistics* https://aclanthology.org/Q17-1024/; Sun, Y. *et al.* (2019). Sun, Y. *et al.* (2019). Mitigating gender bias in natural language Processing. *In: Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. https://aclanthology.org/P19-1000.pdf

[335] Agarwal, N., & Liu, H. (Eds.). (2012). *Modeling and data mining in blogosphere*. Morgan & Claypool Publishers.

[336] Foerster, J., Assael, Y. M., de Freitas, N., & Whiteson, S. (2016). Learning to communicate with deep multi-agent reinforcement learning. *In*: Advances in Neural Information Processing Systems, 2137-2145.

[337] Stone, P., Veloso, M., & Kraus, S. (2010). Multiagent systems: A survey from a machine learning perspective. *Autonomous Robots, 8*(3), 345-383. https://dl.acm.org/doi/10.1023/A%3A1008942012299

[338] Microsoft. (2020). Project Bonsai. https://www.microsoft.com/en-us/ai/autonomous-systems-project-bonsai

[339] Boston Dynamics. (2023). Spot: The agile, mobile robot. *Boston Dynamics*. https://bostondynamics.com/products/spot/

[340] Shirado, H., & Christakis, N. A. (2017). Locally noisy autonomous agents improve global human coordination in network experiments. *Nature, 545*(7654), 370-374. https://www.nature.com/articles/nature22332

[341] Bovens, M. (1998). The quest for responsibility: Accountability and citizenship in complex organisations. Cambridge University Press. Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology, 44*(1), 113-126. https://doi.org/10.1037/0022-3514.44.1.113; Woolley, A. W, *et al.* (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. Science, 330(6004), 686-688. https://doi.org/10.1126/science.1193147

[342] Floridi, L., & Sanders, J. W. (2004). On the morality of artificial agents. *Minds and Machines: Journal for Artificial Intelligence,*

Philosophy and Cognitive Science, 14(3), 349-379. https://doi.org/10.1023/B:MIND.0000035461.63578.9d

[343] Anagnostopoulos, A. *et al.* (2012). Online team formation. *WWW '12: Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web,* 839-848 https://doi.org/10.1145/2187836.2187950;
Davenport, T. H., & Harris, J. (2007). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Review Press; Rahwan, I. *et al.* (2019). Machine behaviour. *Nature, 568*, 477-486. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1138-y

[344] George, J. M. (2000). Emotions and leadership: The role of emotional intelligence. *Human Relations, 53*(8), 1027-1055. https://doi.org/10.1177/0018726700538001; Owens, B. P., Johnson, M. D., & Mitchell, T. R. (2013). Expressed humility in organizations: Implications for performance, teams, and leadership. *Organization Science, 24*(5), 1517-1538. https://doi.org/10.1287/orsc.1120.0795; Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press. https://mitpress.mit.edu/9780262661157/affective-computing/

[345] Christiano, P., *et al.* (2017). Deep reinforcement learning from human preferences. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1706.03741; Dragan, A., Abbeel, P., & Russell, S. (2016). Cooperative inverse reinforcement learning. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1606.03137

[346] Pathak, D., Agrawal, P., Efros, A.A., & Darrell, T. (2017). Curiosity-driven Exploration by Self-supervised Prediction. *In*: Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning. https://proceedings.mlr.press/v70/pathak17a.html

[347] Oudeyer, P.-Y., Kaplan, F., & Hafner, V. V. (2007). Intrinsic motivation systems for autonomous mental development. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 11*(2), 265-286. http://www.pyoudeyer.com/ims.pdf

[348] Pathak, D., Agrawal, P., Efros, A. A. *et al.* (2017). Curiosity-driven exploration by self- supervised prediction. *In*: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops* (pp. 16-17). https://arxiv.org/abs/1705.05363

[349] Gottlieb, J., Oudeyer, P.-Y., Lopes, M. *et al.* (2013). Information-seeking, curiosity, and attention: computational and neural mechanisms. *Trends in Cognitive Sciences, 17*(11), 585-593. https://

www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4193662/
[350] Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1801.00631; Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences, 3*(3), 417-424. https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/abs/minds-brains-and-programs/DC644B47A4299C637C89772FACC2706A
[351] Damásio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness.* Harcourt Brace; Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 54-67. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020; Russell, S. J., & Norvig, P. (2009). *Inteligência artificial: uma abordagem moderna*. Gen LTC.
[352] Russell, S. J., & Norvig, P. (2022). *Inteligência artificial: uma abordagem moderna*. Gen LTC.
[353] Garcia, J., & Fernández, F. (2015). A comprehensive survey on safe reinforcement learning. *Journal of Machine Learning Research*, 16, 1437-1480. https://www.jmlr.org/papers/volume16/garcia15a/garcia15a.pdf
[354] Majumdar, A., & Pavone, M. (2020). How should a robot assess risk? Towards an axiomatic theory of risk in robotics. *In: Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation* (ICRA). https://arxiv.org/abs/1710.11040
[355] Bostrom, N., & Yudkowsky, E. (2014). *The ethics of artificial intelligence*. Cambridge University Press.
[356] Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica, 47*(2), 263-291. https://www.jstor.org/stable/1914185
[357] Goleman, D. (1996). Inteligência emocional. Companhia das Letras.; Yukl, G. (2010). *Leadership in organizations*. Pearson Education.
[358] Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *A segunda era das máquinas: trabalho, progresso e prosperidade em uma época de tecnologias brilhantes*. Alta Books.
[359] Brown, B. (2013). *A coragem de ser imperfeito*: como aceitar a própria vulnerabilidade, vencer a vergonha e ousar ser quem você é. Sextante.

[360] Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. Science, 349(6245), 255-260. https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa8415

[361] Goertzel, B., & Pennachin, C. (Eds.). (2007). *Artificial general intelligence*. Springer.

[362] Damásio, A. (2010). *Self comes to mind: Constructing the conscious brain*. Pantheon/Random House; Fogg, B. J. (2009). A behavior model for persuasive design. *In: Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology*. https://dl.acm.org/doi/10.1145/1541948.1541999

[363] Dehaene, S., Lau, H., & Kouider, S. (2017). What is consciousness, and could machines have it? *Science, 358*(6362), 486-492). https://www.science.org/doi/10.1126/science.aan8871

[364] Finn, C., Abbeel, P., & Levine, S. (2017). Model-agnostic meta-learning. *In: Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning*, Volume 70 (pp. 1126-1135).

[365] Madry, A., Makelov, A., Schmidt, L. *et al.* (2017). Towards deep learning models resistant to adversarial attacks. *ArXiv: Universidade de Cornell*. https://arxiv.org/pdf/1706.06083.pdf

[366] Russell, S. J., *et al.* (2022). *Inteligência artificial: uma abordagem moderna*. Gen LTC.

[367] Russell, S., & Norvig, P. (2022). *Inteligência artificial*: uma abordagem moderna. Gen LTC.

[368] Burke, M., & Kraut, R. E. (2014). Growing closer on Facebook: Changes in tie strength through social network site use. *In: Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. https://dl.acm.org/doi/10.1145/2556288.2557094

[369] Taylor, J. (2023). Bots on X worse than ever according to analysis of 1m tweets during the first Republican primary debate. *The Guardian*.

[370] Barrett, L.F. *et al.* (2019). Emotional expressions reconsidered: Challenges to inferring emotion from human facial movements. Psychological Science in the Public Interest: A Journal of the American Psychological Society, 20(1), 1-68. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31313636/

[371] Swan M. (2013). The quantified self: Fundamental disruption in big data science and biological discovery. Big Data, 1(2):85-99

https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27442063/; Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness. Yale University Press.
[372] Wood, W., & Neal, D. T. (2007). A new look at habits and the habit-goal interface. Psychological Review, 114(4), 843–863. https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.4.843
[373] Hinton, G., & Salakhutdinov, R. (2006). Reducing the dimensionality of data with neural networks. *Science, 313*(5786), 504-507. https://www.science.org/doi/10.1126/science.1127647
[374] Inkster, B., Sarda, S., & Subramanian, V. (2018). An empathy-driven, conversational artificial intelligence agent (Wysa) for digital mental well-being: Real-world data evaluation mixed-methods study. *JMIR mHealth and uHealth, 6*(11):e12106. https://mhealth.jmir.org/2018/11/e12106/
[375] Sano, A., & Picard, R. W. (2013). Stress recognition using wearable sensors and mobile phones. *In: Proceedings of the IEEE International Conference on Body Sensor Networks.*
[376] Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.
[377] Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa8415
[378] Taylor, D.L. *et al.* (2021). Personalized and adaptive learning. *In: Ryoo, J., Winkelmann, K. (eds) Innovative Learning Environments in STEM Higher Education*. Springer.
[379] Bonnefon, J. F., Shariff, A., & Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science*, 352(6293), 1573-1576.
[380] Anderson, M., & Anderson, S. L. (2007). Machine ethics: Creating an ethical intelligent agent. *AI Magazine, 28*(4), 15-26. https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2065
[381] Abel, D., MacGlashan, J., & Littman, M. L. (2016). Reinforcement learning as a framework for ethical decision making. *In*: Workshops at the Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence. https://david-abel.github.io/papers/wkshp_aaai2016_rl_ethics.pdf
[382] O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction:* How big data increases inequality and threatens democracy. Crown; Wallach, W., & Allen, C. (2009). *Moral machines:* Teaching robots right from

wrong. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195374049.001.0001

[383] Wallach, W., & Allen, C. (2009). *Moral machines*: Teaching robots right from wrong. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195374049.001.0001

[384] Por exemplo, as famosas três leis da robótica de Asimov: Wikipedia. (2023). Three laws of robotics. https://en.wikipedia.org/wiki/Three_Laws_of_Robotics

[385] Jiang, L. *et al.* (2021). Can machines learn morality? The Delphi experiment. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2110.07574; Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases.* Cambridge University Press; The physics arXiv Blog. (2021). Ethical AI matches human judgements in 90 per cent of moral dilemmas. *Discover.* https://www.discovermagazine.com/technology/ethical-ai-matches-human-judgements-in-90-per-cent-of-moral-dilemmas

[386] Turkle, S. (2011). *Alone together*: Why we expect more from technology. Basic Books.

[387] Miner, A. S., *et al.* (2020). Chatbots in the fight against the COVID-19 pandemic. *NPJ Digital Medicine*, 3(65), 1-4. Picard, R. W. (2000). Affective computing. MIT Press.

[388] Batson, C. D. (2009). These things called empathy: Eight related but distinct phenomena. *In*: J. Decety & W. Ickes (Eds.), The social neuroscience of empathy (pp. 3-15). Boston Review.

[389] Anderson, M., & Anderson, S. L. (2011). Machine ethics: Creating an ethical intelligent agent. *AI Magazine*, 28(4), 15-26.

[390] Kohlberg, L. (1981). The philosophy of moral development: Moral stages and the idea of justice. Harper & Row.

[391] Meijer, A., & Torenvlied, R. (2016). Social media and the new organization of government communications: An empirical analysis of Twitter usage by the Dutch police. *The American Review of Public Administration, 46*(2), 143-161. Tackling climate change with machine learning. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1906.05433

[392] Putnam, R. D. (2000). Bowling alone: The collapse and revival of American community. Touchstone Books/Simon & Schuster. https://doi.org/10.1145/358916.361990

[393] Metcalfe, J., & Shimamura, A. P. (Eds.). (1994). *Metacognition: Knowing about knowing*. The MIT Press. https://doi.org/10.7551/mitpress/4561.001.0001

[394] Finn, C., Abbeel, P., & Levine, S. (2017). Model-Agnostic Meta-Learning for Fast Adaptation of Deep Networks. *In: Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning* (ICML). https://proceedings.mlr.press/v70/finn17a.html

[395] Raghu, A., Raghu, M., Bengio, S., & Vinyals, O. (2019). Rapid learning or feature reuse? Towards understanding the effectiveness of MAML. *ArXiv:* Universidade de Cornell.

[396] Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1801.00631; Sawyer, R. K. (2006). *Explaining creativity: The science of human innovation*. Oxford University Press.

[397] Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT Press.

[398] Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction (2nd ed.). The MIT Press; Thrun, S., & Pratt, L. (1998). Learning to learn. Kluwer Academic Publishers.

[399] Sutton, R. S., & Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT Press.

[400] Inkster, B., Sarda, S., & Subramanian, V. (2018). An empathy-driven, conversational artificial intelligence agent (Wysa) for digital mental well-being: Real-world data evaluation mixed-methods study. *JMIR Mhealth Uhealth, 6*(11):e12106. https://mhealth.jmir.org/2018/11/e12106/; Morris R.R., Schueller S.M. & Picard R.W. (2015). Efficacy of a web-based, crowdsourced peer-to-peer cognitive reappraisal platform for depression: randomized controlled trial. *Journal Medical Internet Research, 17*(3):e72.

[401] Picard, R. W. (1997). Affective computing. MIT Press.

[402] Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology, 59*, 617-645. Murphy, R. R. (2019). *Introduction to AI robotics*. MIT Press; Siciliano, B., & Khatib, O. (2016). Springer handbook of robotics.

[403] Pfeifer, R., & Bongard, J. (2006). *How the body shapes the way we think*: A new view of intelligence. MIT Press.

[404] Poole, D., & Mackworth, A. (2017). *Artificial intelligence: Founda-*

tions of computational agents. Cambridge University Press.

[405] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press; Hinton, G. E., & Sejnowski, T. J. (1999). Unsupervised learning: computation *In*: G. E. Hinton *et al.*
T. J. Sejnowski (Eds.) Unsupervised learning: Foundation computation. MIT Press. vii-xv.

[406] Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive- developmental inquiry. *American Psychologist, 34*(10), 906-911. Penrose, R. (1989). *The emperor's new mind: Concerning computers, minds and the laws of physics*. Oxford University Press; Wallach, W., & Allen, C. (2009). *Moral machines: Teaching robots right from wrong*.

[407] Marcus, G., & Davis, E. (2019). *Rebooting AI* Pantheon.

[408] Schuller, B., *et al.* (2013). *Computational paralinguistics: Emotion, affect and personality in speech and language processing*. Wiley. Vinciarelli, A., Pantic, M., & Bourlard, H. (2009). Social signal processing: Survey of an emerging domain. *Image and Vision Computing, 27*(1), 1743-1759.

[409] Picard, R. W. (1997). *Affective computing*. MIT Press.

[410] Veja a filha pequena na série de TV HUMANS (primeira temporada) que se apega muito a seu gentil e paciente "sintético" enquanto sua mãe está cansada depois do trabalho.

[411] Russell, S. J., & Norvig, P. (2009). *Artificial intelligence: a modern approach*. Prentice Hall; Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press.

[412] Van Damme, D. (2022). *Curriculum redesign for equity and social justice*. CCR.

[413] Damásio, A. R. (2012). *O erro de Descartes*: emoção, razão e o cérebro humano. Companhia das Letras.

[414] Dunn *et al.* (2021). *Embedding competencies within disciplines*. CCR.

[415] TED. (2010). Conrad Wolfram: Teaching kids real math with computers. Ted Talks.

[416] "Pois essa invenção produzirá esquecimento na mente daqueles que aprenderem a usá-la, porque eles não exercitarão sua memória."Do diálogo *Fedro*, de Platão 14, 274c-275b.

[417] Por exemplo, "um sistema baseado em IA é bem-sucedido ao planejar e executar experimentos químicos do mundo real, most-

rando o potencial para ajudar cientistas humanos a fazer mais descobertas com mais rapidez". (Stoughton, J. 2023. Meet 'Coscientist', your AI lab partner. U.S. National Science Foundation.) https://new.nsf.gov/science-matters/meet-coscientist-your-ai-lab-partner

[418] Burgstahler, S. (2003). The role of technology in preparing youth with disabilities for postsecondary education and employment. *Journal of Special Education Technology, 18*(4), 7- 19); Hwang, G.-J., Spikol, D., & Li, K.-C. (2018). Guest Editorial: Trends and Research Issues of Learning Analytics and Educational Big Data. *Educational Technology & Society, 21*(2), 134-136; Liu, L., & Hmelo- Silver, C. E. (2009). Intelligent tutoring systems for collaborative learning: Enhancements to authoring tools. *Journal of Educational Technology & Society, 12*(3), 263-275).

[419] Danziger, S., Levav, J., & Avnaim-Pesso, L. (2011). Extraneous factors in judicial decisions. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(17), 6889-6892. Mustard, D. B. (2001). Racial, ethnic, and gender disparities in sentencing: Evidence from the U.S. Federal Courts.

[420] Halpern, J. (2003). What is clinical empathy? Journal of General Internal Medicine, 18(8), 670-674. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1494899/

[421] Deater-Deckard, K. (2004). Parenting stress. Yale University Press.

[422] Spike Jonze, 2013. Warner Bros.

[423] Twenge, J.M. (2018). *iGen*: por que as crianças superconectadas... nVersos.

[424] "O dilema do bonde é uma série de experimentos mentais que envolvem dilemas éticos estilizados sobre sacrificar ou não uma pessoa para salvar um número maior de pessoas." Dilema do bonde. 2024. *Wikipedia*.

[425] Ahmed, S. K. *et al.* (2023). Road traffic accidental injuries and deaths: A neglected global health issue. *Health Science Reports, 6*(5). https://doi.org/10.1002/hsr2.1240

[426] Al-Sibai, N. (2023). AI might actually enforce all of our stupid laws, expert warns. *Futurism*.

[427] Tomlinson, C. A. (2001). How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms. ASCD.

[428] Bloom, B. S. (1984). The 2-sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher, 13*(6), 4-16. Nintil. (2020). On Bloom's two sigma problem: A systematic review of the effectiveness of mastery learning, tutoring, and direct instruction. *Nintil Blog*.
[429] Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., & Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. *Educational Psychologist, 26*(3-4), 325-346.
[430] Paul A. Kirschner & Jeroen J.G. van Merrinboer (2013) Do Learners Really Know Best? Urban Legends in Education, Educational Psychologist, 48:3, 169-183.
[431] Rouse, M. (2018). Filter bubble. *Technopedia*.
[432] Calvo, R.A., & D'Mello, S.K. (2010). *IEEE Transactions on Affective Computing, 1*, 18-37.
[433] Warschauer, M., & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Education, 34*(1), 179-225. https://doi.org/10.3102/0091732X09349791
[434] Yeager, D. S., & Dweck, C. S. (2012). Mindsets that promote resilience: When students believe that personal characteristics can be developed. *Educational Psychologist, 47*(4), 302-314. https://doi.org/10.1080/00461520.2012.722805
[435] Pane, J. F., Steiner, E. D., *et al.* (2015). Continued progress: Promised developments of personalized learning. RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1365.html
[436] Baker, R. S., & Siemens, G. (2014). Educational data mining and learning analytics. *In*: R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 253-274). Cambridge U. Press.
[437] Koedinger, K. R., Corbett, A. T., & Perfetti, C. (2012). The Knowledge-Learning-Instruction framework. *Learning Research and Development Center*. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22486653/
[438] Lynch, G. (2017). How AI will shape the future of search. *MarTech Today*.
[439] Winkler, R., & Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education. *Education and Information Technologies, 23*(6), 2531-2556.
[440] Bull, S., & Kay, J. (2007). Student models that invite the learner

in: The SMILI:() Open Learner Modelling Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 17*(2), 89-120.
[441] D'Mello, S., Picard, R., & Graesser, A. (2017). Toward an affect-sensitive AutoTutor. *IEEE Intelligent Systems, 22*(4).
[442] Bowers, A. J. (2017). Quantitative research methods training in education leadership and administration preparation programs as disciplined inquiry for building school improvement capacity. *Journal of Research on Leadership Education, 12*(1), 72-96. https://core.ac.uk/download/pdf/161456866.pdf
[443] Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education. *12th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*. https://www.itd.cnr.it/download/eLSE%202015%20Freina%20Ott%20Paper.pdf
[444] Erikson, E. H. (1972). *Identidade*: juventude e crise. Zahar.
[445] Yowell, C. M. (2002). Dreams of the future: The pursuit of education and career possible selves among ninth grade Latino youth. *Applied Developmental Science, 6*(2), 62-72.
[446] Ryan, R. M., & Deci, E. L. (1999). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 54-67.
[447] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior.* Nova York: Plenum.
[448] Dede, C. & Cao, L. (2023). *Navigating a world of generative AI*: Suggestions for educators. The Next Level Lab, Harvard Graduate School of Education, pp. 5-6.
[449] Berridge, K. C., & Kringelbach, M. L. (2015). Pleasure systems in the brain. Neuron, 86(3).
[450] Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience*: The foundations of human and animal emotions. Oxford University Press.
[451] Miller E.K. & Cohen J.D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience,* 24,167-202.
[452] Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497-529.
[453] Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. Psychological review, 50(4), 370.
[454] Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong:

Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin, 117*(3), 497–529. https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497

[455] Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. Psychological review, 50(4), 370.

[456] Maslow, A. H. (1978). *Introdução à psicologia do ser*. Eldorado.

[457] Maslow, A. H. (1954). *Motivation and personality*. Harper & Row.

[458] Bradburn, N. M. (1969). *The structure of psychological well-being*. Aldine.

[459] Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice Hall.

[460] Kohlberg, L. (1981). *Essays on moral development*, Vol. I: The philosophy of moral development. Harper & Row; Pargament, K. I. (1997). *The psychology of religion and coping*: Theory, research, practice. Guilford Press; Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. *In*: M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, Vol. 25, pp. 1-65. Academic Press.

[461] Gent, E. (2023). Could having robot coworkers make us lazier? Yep, pretty much, study says. *Singularity Hub*. https://singularityhub.com/2023/10/22/could-having-robot-coworkers-make-us-lazier-yup-pretty-much-study-says/

[462] Consulte o apêndice digital on-line: "A origem evolutiva das competências".

[463] Tajfel, H., & Turner, J. C. (2004). The Social Identity Theory of Intergroup Behavior. *In*: J. T. Jost & J. Sidanius (Eds.), *Political psychology: Key readings* (pp. 276-293). Psychology Press.

[464] McCrae, R. R., & Costa, P. T., Jr. (1999). A Five-Factor theory of personality. *In*: L. A. Pervin & O. P. John (Eds.), Handbook of personality: Theory and research (pp. 139-153). Guilford.

[465] Erikson, E. H. (1972). *Identidade*: juventude e crise. Zahar.

[466] Waterman, A. S. (1984). Identity Formation: Discovery or Creation? *The Journal of Early Adolescence*, 4(4), 329-341.

[467] *Idem ibidem*.

[468] Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin, 117*(3), 497-529.

[469] Belonging Initiative. (2023) Belonging survey. https://www.sur-

veymonkey.com/r/SVD78JN; Mwah. (2023) The belonging index. https://mwah.live/resources/belonging-index

[470] The Valuegraphics Research Project, Inc. (2022). Valuegraphics Research Company

[471] Tajfel, H., & Turner, J. C. (2004). The Social Identity Theory of Intergroup Behavior. In: J. T. Jost & J. Sidanius (Eds.), *Political psychology: Key readings* (pp. 276-293). Psychology Press.

[472] Plomin, R., DeFries, J. C., Knopik, V. S., & Neiderhiser, J. M. (2016). Top 10 replicated findings from behavioral genetics. *Perspectives on Psychological Science, 11*(1), 3-23.; Polderman, T. J. C., Benyamin, B., *et al.* (2015). Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nature Genetics, 47*(7), 702-709.

[473] Bowlby, J. (1988). *A secure base: Parent-child attachment and healthy human development*. Basic Books; Cox, M. J., & Paley, B. (1997). Families as systems. *Annual Review of Psychology, 48,* 243-267. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.48.1.243

[474] Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity: Self and society in the late modern age*. Stanford University Press. Markus, H. R., & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review, 98*(2), 224-253. Tajfel, H., & Turner, J. C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. *The social psychology of intergroup relations* (pp. 33-47). Brooks/Cole.

[475] Brown, B. B., & Larson, J. (2009). Peer relationships in adolescence. *In*: R. M. Lerner & L. Steinberg (Eds.), *Handbook of adolescent psychology: Contextual influences on adolescent development* (pp. 74-103). John Wiley & Sons, Inc.. Steinberg, L., & Morris, A. S. (2001). Adolescent development. *Annual Review of Psychology, 52,* 83-110.

[476] Hitlin, S. (2003). Values as the core of personal identity: Drawing links between two theories of self. *Social Psychology Quarterly, 66*(2), 118–137. https://doi.org/10.2307/1519843

[477] Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies, 15*(2), 119-147. Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments* (3rd ed.). Psychological Assessment Resources; Iwasaki, Y. (2007). Leisure and quality of life in an international and multicultural context: What are major pathways

linking leisure to quality of life? *Social Indicators Research, 82*(2), 233-264.

[478] Arnett, J. J. (2000). Emerging adulthood: A theory of development from the late teens through the twenties. *American Psychologist, 55*(5), 469-480. Lareau, A. (2003). *Unequal childhoods: Class, race, and family life*. University of California Press; McLoyd, V. C. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist, 53*(2), 185-204.

[479] Egan, S. K., & Perry, D. G. (2001). Gender identity: A multidimensional analysis with implications for psychosocial adjustment. *Developmental Psychology, 37*(4), 451-463. Fausto-Sterling, A. (2019) Gender/Sex, sexual orientation, and identity are in the body: How did they get there? T*he Journal of Sex Research, 56*:4-5, 529-555.

[480] Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin, 117*(3), 497-529. https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497; Rubin, K. H., Bukowski, W. M., & Parker, J. G. (2006). Peer Interactions, Relationships, and Groups. *In*: N. Eisenberg, W. Damon, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Social, emotional, and personality development* (pp. 571-645). John Wiley & Sons, Inc.

[481] Urman, A. & Makhortykh, M. (n.d.). The silence of LLMs: Cross-lingual analysis of political bias and false information prevalence in ChatGPT, Google Bard and Bing Chat.

[482] Caliskan, A., Bryson, J. J., & Narayanan, A. (2016). Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://doi.org/10.1126/science.aal4230

[483] Bolukbasi, T., *et al.* (2016). Man is to computer programmer as woman is to homemaker? Debiasing word embeddings. *ArXi:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/1607.06520

[484] Erikson, E. H. (1972). *Identidade*: juventude e crise. Zahar.

[485] McCrae, R. R., & Costa, P. T. (1987). Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(1), 81-90. https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.1.81

[486] Embora apenas para norte-americanos brancos e de classe média alta.

[487] Nagaoka, J., Farrington, C. A., Ehrlich, S. B., Johnson, D. W., Dickson, S., Heath, R., & Mayo, A. (2014). A Framework for Developing Young Adult Success in the 21st Century. *University of Chicago Consortium on Chicago School Research*.
[488] Nagaoka, J., Farrington, C. A., Ehrlich, S. B., Johnson, D. W., Dickson, S., Heath, R., & Mayo, A. (2014). A Framework for Developing Young Adult Success in the 21st Century. *University of Chicago Consortium on Chicago School Research*.
[489] https://curriculumredesign.org/our-work/equity-and-social-justice-in-the-ccr-framework/
[490] Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review, 84*(2), 191-215. https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191
[491] Turkle, S. (2015). *Reclaiming conversation*: The power of talk in a digital age. Penguin Books.
[492] Bandura, A. (2006). Toward a psychology of human agency. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 164-180. https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00011.x
[493] Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. American Psychologist, 37(2), 122-147. https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122
[494] Hansen, D. M., & Jessop, N. (2017). A Context for Self-Determination and Agency: Adolescent Developmental Theories. *Development of Self-Determination Through the Life-Course*, 27-46.
[495] Ibid.
[496] Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist, 55*(1), 68-78. https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68
[497] Klemencic, M. (2015). What is student agency? An ontological exploration in the context of research on student engagement.
[498] Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4084861/
[499] Dweck, C. S. (2017). *Mindset:* a nova psicologia do sucesso. Objetiva.
[500] Yeager, D. S., & Dweck, C. S. (2012). Mindsets that promote resil-

ience: When students believe that personal characteristics can be developed. *Educational Psychologist, 47*(4), 302-314. https://doi.org/10.1080/00461520.2012.722805

[501] Dweck, C. S. (2017). *Mindset*: a nova psicologia do sucesso. Objetiva.

[502] Handa, K, Clapper, M., *et al.* (2023). "Mistakes help us grow": Facilitating and evaluating growth mindset supportive language in classrooms. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/pdf/2310.10637.pdf

[503] Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology,* Vol. 25, pp. 1-65. Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60281-6

[504] Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology, 53*(1), 109-132. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153; Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist, 57*(9), 705-717. https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.9.705

[505] Bandura, A. (2001). "Social cognitive theory: An agentic perspective." *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26.

[506] Baltes, P. B., Lindenberger, U., & Staudinger, U. M. (2006). Life Span Theory in Developmental Psychology. *In*: R. M. Lerner & W. Damon (Eds.), *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development* (pp. 569-664). John Wiley & Sons, Inc.

[507] Bourdieu, P., & Passeron, J. C. (1977). *A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino.* Vozes; Goleman, D. (1995). *Inteligência emocional.* Objetiva.

[508] Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford: Oxford University Press.

[509] Giddens, A. (1984). T*he constitution of society: Outline of the theory of structuration.* University of California Press; Markus, H. R., & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review, 98*(2), 224-253.

[510] Albrecht, G. L., & Devlieger, P. J. (1999). The disability paradox:

High quality of life against all odds. *Social Science & Medicine,* 48(8), 977-988. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2001). On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudemonic well-being. *Annual Review of Psychology, 52,* 141-166. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.141

[511] Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *A segunda era das máquinas.* Alta Books.

[512] Drexler, K. E. (2019). *Reframing superintelligence: Comprehensive AI services as general intelligence.* Future of Humanity Institute, University of Oxford.

[513] Dignum, V. (2019). *Responsible artificial intelligence:* Springer Nature.

[514] Takyar, A. (2023). AutoGPT: Unleashing the power of autonomous AI agents. *LeewayHertz*. https://www.leewayhertz.com/autogpt/; Significant-Gravitas / AutoGPT. (2023). GitHub account. https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT

[515] McKay, C. (2023). NVIDIA's Eureka uses GPT-4 to teach robots new skills. *Maginative.* https://www.maginative.com/article/nvidias-eureka-uses-ai-to-teach-robots-new-skills/#:~:text=Crucially%2C%20Eureka%20does%20this%20without,the%20task%20and%20robot%20morphology

[516] Se, K. (2023). FOD#23: The quest for self-reproducing automata: Old and new ideas. *Turing Post.* https://www.turingpost.com/p/fod23

[517] Li, F.F. (2023). *The worlds I see.* Macmillan.

[518] Como está acontecendo em aplicações militares...

[519] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227-268.

[520] Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52, 1-26. https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.52.1.1

[521] Harari, Y. N. (2016). *Homo deus:* uma breve história do amanhã. Companhia das Letras.

[522] Bronk, K. C. (2014). *Purpose in life: A critical component of optimal youth development*. Springer.

[523] Frankl, V. E. (2012). *O homem em busca de um sentido*. Lua de Papel.

[524] Kashdan, T. B., & McKnight, P. E. (2009). Origins of purpose in life: Refining our understanding of a life well lived. *Psi Chi Journal of Undergraduate Research*, 14(1), 22-30.
[525] Yeager, D. S., Henderson, *et al* (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology,* 107(4), 559-580.
[526] CUR4: Visualizar e priorizar os interesses e as paixões individuais (veja Capítulo 6, p. 166).
[527] Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose – You Build It. *Harvard Business Review*. https://hbr.org/2017/10/you-dont-find-your-purpose-you-build-it
[528] Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose – You Build It. *Harvard Business Review*. https://hbr.org/2017/10/you-dont-find-your-purpose-you-build-it
[529] Vallerand, R. J., Blanchard, C., *et al.* (2003). Les passions de l'âme: On obsessive and harmonious passion. *Journal of Personality and Social Psychology, 85*(4), 756-767.
[530] Damon, W., Menon, J., & Bronk, K. C. (2003). The development of purpose during adolescence. *Applied Developmental Science, 7*(3), 119-128.
[531] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior.* Plenum; Silvia, P. J. (2006). *Exploring the psychology of interest*. Oxford University Press Vallerand, R. J. (2008). On the psychology of passion: In search of what makes people's lives most worth living. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne, 49*(1), 1-13.
[532] Dweck, C. S. (2017). *Mindset: a nova psicologia do sucesso*. Objetiva; Steger, M. F., Kashdan, T. B., Sullivan, B. A. *et al.* (2008). Understanding the search for meaning in life: Personality, cognitive style, and the dynamic between seeking and experiencing meaning. *Journal of Personality, 76*(2), 199-228. https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2007.00484.x
[533] Pajares, F., & Schunk, D. H. (2001). Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement. *In*: R. Riding & S. Rayner (Eds.), *Perception* (pp. 239-266). Ablex Publishing; Stajkovic, A. D., & Luthans, F. (1998). Self-efficacy and work-re-

lated performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin,* 124(2), 240-261. https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.2.240

[534] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne, 49*(3), 182-185. https://doi.org/10.1037/a0012801; Gagné, M., & Deci, E. L. (2005). Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior, 26(*4), 331-362.

[535] Cohen, S. (2004). Social Relationships and Health. *American Psychologist, 59*(8), 676–684. https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.8.676; Helliwell, J. F., & Putnam, R. D. (2004). The social context of well-being. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 359*(1449), 1435-1446.

[536] Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.

[537] Brown, K. W., & Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present: Mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology, 84*(4), 822-848. https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.4.822; Marcia, J. E. (1966). Development and validation of ego-identity status. *Journal of Personality and Social Psychology, 3*(5), 551-558. https://doi.org/10.1037/h0023281

[538] Duckworth, A. L., Peterson, C., Matthews, M. D., & Kelly, D. R. (2007). Grit: Perseverance and passion for long-term goals. *Journal of Personality and Social Psychology, 92*(6), 1087-1101. https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.6.1087; Judge, T. A., & Kammeyer-Mueller, J. D. (2012). On the value of aiming high: The causes and consequences of ambition. *Journal of Applied Psychology, 97*(4), 758-775. https://doi.org/10.1037/a0028084

[539] Morgenroth, T., Ryan, M. K., & Peters, K. (2015). The motivational theory of role modeling: How role models influence role aspirants' goals. *Review of General Psychology, 19*(4), 465-483. https://doi.org/10.1037/gpr0000059; Thrash, T. M., & Elliot, A. J. (2003). Inspiration as a psychological construct. *Journal of Personality and Social Psychology, 84*(4), 871-889.

[540] Davenport, T. H., & Kirby, J. (2016). *Only humans need apply.* Harper Business.

[541] Russell, S., Dewey, D., & Tegmark, M. (2015). Research priorities

for robust and beneficial artificial intelligence. *AI Magazine*, 36(4), 105-114. https://arxiv.org/abs/1602.03506

[542] Anderson, M., & Anderson, S. L. (Eds.). (2011). *Machine ethics*. Cambridge University Press; Tegmark, M. (2017). *Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence*. Knopf; Tononi, *et al.* (2016). Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate. *Nature Reviews Neuroscience, 17*(7), 450-461.

[543] Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist, 57*(9), 705-717.

[544] Bryson, J. J. (2010). Robots should be slaves. *In*: Y. Wilks (Ed.), *Close engagements with artificial companions: Key social, psychological, ethical and design issues* (pp. 63-74). John Benjamins Publishing Company.

545 Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227-268.

[546] Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist, 57*(9), 705-717. https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.9.705

[547] Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review, 84*(2), 191-215. https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191

[548] Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016

[549] Locke, E. A., & Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting & task performance*. Prentice-Hall, Inc.

[550] Quinn, B. P., Heckes, S. L., & Shea, M. L. (2019). Classroom Practices that Support the Development of Purpose. *Journal of Character Education, 15*(2), 71+.

[551] CUR2: Investigar novidades e explorar novas experiências (veja Capítulo 6, p. 166).

[552] COR1: Perseguir metas ambiciosas apesar dos riscos (veja Capítulo 6, p. 166).

[553] Waterman, A. S. (1984). Identity Formation: Discovery or Creation? The Journal of Early Adolescence, 4(4), 329-341.

[554] Schwartz, S. J., Côté, J. E., & Arnett, J. J. (2005). Identity and Agency in Emerging Adulthood: Two Developmental Routes in the Individualization Process. *Youth & Society, 37*(2), 201-229. https://doi.org/10.1177/0044118X05275965

[555] Greenhow, C., & Robelia, B. (2009). Informal learning and identity formation in online social networks. *Learning, Media and Technology*, (34), 119-140.

[556] MET7: Avaliar as próprias ações e suas consequências (veja Capítulo 6, p. 166).

[557] MET6: Monitorar a compreensão e gerenciar as informações adequadamente (veja Capítulo 6, p. 166).

[558] Bandura, A., & National Inst of Mental Health. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory.* Prentice-Hall, Inc.

[559] Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 82–91. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016

[560] Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227-268.

[561] Bandura, A., & National Inst of Mental Health. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory.* Prentice-Hall, Inc.

[562] Mitra, D. (2004). The Significance of Students: Can Increasing "Student Voice" in Schools Lead to Gains in Youth Development? *Teachers College Record - TEACH COLL REC, 106*.

[563] COR2: Liderar com iniciativa e responsabilidade (veja Capítulo 6, p. 166).

[564] Bronk, K. C. (2012). A grounded theory of the development of noble youth purpose. *Journal of Adolescent Research, 27*(1), 78-109. https://doi.org/10.1177/0743558411412958; Kashdan, T. B., & Steger, M. F. (2007). Curiosity and pathways to well-being and meaning in life: Traits, states, and everyday behaviors. *Motivation and Emotion, 31*(3), 159-173.

[565] Yeager, D. S., Henderson, M. D., *et al.* (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology, 107*(4), 559-580.

[566] Yeager, D. S., Henderson, M. D., Paunesku, D., Walton, G. M., D'Mello, S., Spitzer, B. J., & Duckworth, A. L. (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology, 107*(4), 559-580.
[567] RES1: Perseverar em meio aos desafios e buscar ajuda quando necessário.
[568] RES4: Gerenciar o estresse para manter o desempenho.
[569] Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose - You Build It. *Harvard Business Review.*
[570] MET7: Avaliar as próprias ações e suas consequências (veja Capítulo 6, p. 166).
[571] Stanford University HAI (2023).
[572] Gates (2023).
[573] Holt, L. (2023). A map of generative AI for education. *Medium.* https://medium.com/@LaurenceHolt/map-of-ai-for-education-cd6863fecf87
[574] O CCR extraiu os conceitos básicos e criou esses mapeamentos para várias entidades, como a Fundação Gates, para quatro cursos universitários de nível básico: química, psicologia, sociologia e estatística e probabilidades: https://curriculumredesign.org/higher-education-learning-outcomes/. No Ensino Fundamental e Médio, isso foi feito para matemática, história, tecnologia e engenharia, e continua com outras disciplinas.
[575] O CCR criou um banco de dados com 275 obras selecionadas de diversas culturas: https://worldliterature.curriculumredesign.org/browse?searchQuery=
[576] O CCR criou um banco de dados com 240 projetos alinhados aos ODS da ONU: https://passionprojects.curriculumredesign.org/
[577] Dunn, K. *et al.* (2021). *Embedding competencies within disciplines.* Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within-Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf
[578] OECD (2020), Global Teaching InSights: A Video Study of Teaching, OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/20d6f36b-en
[579] Por exemplo, por meio de certificações profissionais como a National Board for Professionals Teaching Standards (NBPTS), nos Estados Unidos: https://www.nbpts.org/

[580] LLMs are human-level Prompt Engineers - Arxiv 2211.01910. E: Zamfirescu-Pereira, J.D.,Wong, R.Y. *et al.* (2023). Why Johnny can't prompt: How non-AI experts try (and fail) to design LLM prompts. CHI '23: Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Article No. 437, 1-21 https://doi.org/10.1145/3544548.3581388; Burger Doug, "AutoGen: Enabling next-generation large language model applications." Microsoft Research Blog, 25 de setembro de 2023, https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/autogen-enabling-next-generation-large-language-model-applications/ and Fernando, Chrisantha, *et al.* "Promptbreeder: Self-Referential Self-Improvement Via Prompt Evolution." ArXiv, 28 de setembro de 2023.

[581] Yang, C., Wang, X. et al. (2023). Large Language Models as Optimizers. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2309.03409; Diao, S., Wang, P., Lin, Y., & Zhang, T. (2023). Active Prompting with Chain-of-Thought for Large Language Models. *ArXiv*: Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2302.12246; Guo, Q., Wang, R. *et al.* (2023). Connecting large language models with evolutionary algorithms yields powerful prompt optimizers. *ArXiv:* Universidade de Cornell. https://arxiv.org/abs/2309.08532

[582] Quanta Magazine, March 16, 2023 by Stephen Ornes, https://www.quantamagazine.org/the-unpredictable-abilities-emerging-from-large-ai-models-20230316/

[583] Para obter uma visão geral técnica, consulte o documento *Artificial Intelligence in Education* do CCR. *https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AI-in-Education.pdf*

[584] Molenaar, I. (2021), "Personalisation of learning: Towards hybrid human-AI learning technologies". *In*: OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots, OECD Publishing, Paris.

[585] UNESCO, International Task Force on Teachers for Education 2030. (2023). The teachers we need for the education we want: the global imperative to reverse the teacher shortage; factsheet. *UNESCO Digital Library.* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001

[586] OCDE. (2023). Latest PISA results. OECD.org. https://www.oecd.org/pisa/

[587] OCDE. (2022). PISA 2022 Results. OECD.org.

[588] Bialik, M. & Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. Center for Curriculum Redesign. https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Inertia-in-Education-CCR-Final.pdf

[589] Wikipedia. (2023). The year we make contact. https://en.wikipedia.org/wiki/2010:_The_Year_We_Make_Contact

[590] Taylor, R. *et al.* (2020). Competencies for the 21st century: jurisdictional progress. Brookings Institute. https://www.brookings.edu/articles/competencies-for-the-21st-century-jurisdictional-progress/

A origem evolutiva das competências

"Vimos que os sentidos e intuições, as diversas emoções e faculdades, como o amor, a memória, a atenção, a curiosidade, a imitação, a razão etc., dos quais o homem se orgulha podem ser encontrados em uma condição incipiente ou, às vezes, até mesmo em uma condição bem desenvolvida, nos animais inferiores."
Charles Darwin

"Os organismos vivos são estruturas históricas; literalmente, criações da história. Eles não representam um produto perfeito de engenharia, mas uma colcha de retalhos de conjuntos estranhos reunidos quando e onde surgiram oportunidades."
François Jacob

POR QUE ESTUDAR A EVOLUÇÃO DAS COMPETÊNCIAS?

1. Para incentivar a humildade e a empatia por meio da redução do excepcionalismo humano.
2. Para entender e aceitar melhor outras formas de inteligência (por exemplo, a inteligência artificial).

Essas propriedades são evolutivas e comuns entre muitas formas de vida e simplesmente mais avançadas (ou mais minuciosamente pesquisadas) nos seres humanos, exigindo uma mudança de paradigma em nossas relações com outras formas de vida. Os seres humanos contemporâneos (em grande parte) se tratam com respeito, mas tratam os animais com menos respeito porque estes têm sido tradicionalmente definidos como formas de vida inferiores e, portanto, menos dignas de respeito. Sugerimos que os animais parecem menos humanos porque os interpretamos como não tendo competências, enquanto nós as temos. O presente artigo demonstra que os animais de fato possuem certas competências em vários níveis, portanto, os seres humanos deveriam tratá-los com mais respeito.

A adaptação impulsionou e continua a impulsionar o surgimento de diversas estratégias de sobrevivência entre as espécies, as quais, como mostraremos aqui, foram os blocos de construção para o desenvolvimento das competências. Tal adaptação evolutiva não é, de modo algum, um projeto ideal, mas um *kluge* que funciona *bem o suficiente* para a sobrevivência e a reprodução.[1] Assim como diferentes espécies desenvolveram características especializadas para prosperar em seus ambientes, os seres humanos ampliaram suas capacidades cognitivas, afetivas e psicomotoras herdadas por meio de pressões evolucionárias.[2] É importante observar esse fato dada a propensão dos

1. *Kluge*: uma solução casual ou improvisada para um problema. Merriam-Webster Dictionary, 2023. https://www.merriam-webster.com/dictionary/kludge; Marcus, G. (2008). *Kluge: The haphazard evolution of the human mind.* Mariner Books.
2. Tomasello, M. (2019). *Becoming human: A theory of ontogeny.* Belknap Press of Harvard University Press. https://doi.org/10.4159/9780674988651

seres humanos de se considerarem "perfeitos", por serem o predador supremo, como afirmou Gary Marcus: "Embora nenhum estudioso razoável duvide do fato de que a seleção natural *pode* produzir projetos funcionais superlativamente bem projetados, também está claro que a engenharia superlativa não é de maneira alguma *garantida*... A mente humana não é um *kluge* menor do que o corpo".

A zoologia evolutiva oferece uma estrutura para entender o surgimento de competências humanas como criatividade, curiosidade, resiliência e comportamentos pró-sociais e até mesmo éticos. Formas de vida orgânica de diversas espécies exibem traços que compartilham linhas comuns com essas capacidades humanas desenvolvidas ao longo das eras, e pesquisas em andamento fornecem insights sobre os fundamentos evolutivos dessas características.

Conclui-se que há poucas aptidões consideradas "humanas" que não existam, de uma forma ou de outra, em outros vertebrados superiores e em alguns invertebrados. Tal concepção, já teorizada pelo cientista britânico Charles Darwin (1809-1882), é cada vez mais considerada verdadeira nas pesquisas atuais. Há apenas algumas décadas, a ciência considerava antropomorfismo toda alusão à inteligência e às emoções em espécies animais, uma tendência que agora está sendo revertida por completo.

As pesquisas atuais revelam continuamente novos comportamentos, como formas de comunicação e habilidades de solução de problemas.[3] Desde 2021, por exemplo, equipes de pesquisa têm usado o processamento de linguagem natural e a inteligência artificial (IA) para decodificar a linguagem das baleias cachalotes.[4] Em setembro de 2023, pesquisadores que examinaram várias espécies (incluindo gatos, camundongos, cavalos, ovelhas, gambás, tatus e

3. https://www.scientificamerican.com/article/6-weird-and-wild-animal-behaviors-revealed-in-2022/

4. Welch, C. (2021). Groundbreaking effort launched to decode whale language. *National Geographic.* https://www.nationalgeographic.com/animals/article/scientists-plan-to-use-ai-to-try-to-decode-the-language-of-whales

cefalópodes) concordaram que esses animais, e outros, apresentam sono REM e sonham.[5]

Pesquisas anteriores documentam amplamente as competências dos animais, que vão desde os comportamentos empáticos dos primatas,[6] a intrincada solução de problemas dos pássaros[7] e as estratégias cooperativas dos insetos sociais[8] até observações da resiliência dos animais a desafios e mudanças ambientais[9] e inclinações éticas, como o altruísmo recíproco[10] dos morcegos-vampiros, os comportamentos protetores dos elefantes[11] ou a atenção concentrada dos animais durante tarefas específicas.[12] As competências em habilidades, caráter e meta-aprendizado, que muitas vezes são mal interpretadas pelo público em geral como exclusividade dos seres humanos, estão profundamente enraizadas na evolução da vida.

As pesquisas sobre cognição, emoção e sociabilidade animal transcenderam os domínios acadêmicos e impactaram significativamente nas ações formais do governo em vários domínios. Estudos sobre as intrincadas estruturas sociais e capacidades cog-

5. Wilke, C. (2023). The animals that could be dreaming. *BBC: Future*. https://www.bbc.com/future/article/20230901-the-animals-that-dream-just-like-humans-do

6. Waal, F. B. de (1996). Good natured: The origins of right and wrong in humans and other animals. Harvard University Press.

7. Emery, N. J., & Clayton, N. S. (2004). The mentality of crows: Convergent evolution of intelligence in corvids and apes. *Science*, 306(5703), 1903-1907. https://doi.org/10.1126/science.1098410

8. Wilson, E. O. (1971). *The insect societies*. Harvard University Press. https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674454903

9. Hadley, N. F. (1994). *Water relations of terrestrial arthropods*. Academic Press; Costanzo, J. P., & Lee, R. E. (2013). Cryoprotection: lessons from the wood frog. *Journal of Experimental Biology*, 216(15), 2791-2799. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0117234

10. Wilson, E. O. (1971). *The insect societies*. Harvard University Press. https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674454903

11. McComb, K., Moss, C., Durant, S. M., Baker, L., & Sayialel, S. (2006). Matriarchs as repositories of social knowledge in African elephants. *Science*, 292(5526), 491-494. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11313492/

12. Emery, N. J., & Clayton, N. S. (2004). The mentality of crows: Convergent evolution of intelligence in corvids and apes. *Science*, 306(5703), 1903-1907. https://doi.org/10.1126/science.1098410

nitivas dos animais influenciaram as políticas de conservação,[13] como as que protegem os elefantes e garantem a preservação do habitat.[14] A legislação de bem-estar animal se baseou em percepções sobre emoções e variações individuais nas personalidades dos animais, levando a diretrizes e atos mais abrangentes[15] que declaram a senciência animal em determinados países.[16] A integração das descobertas científicas à legislação formal demonstra a relevância prática das pesquisas sobre cognição e comportamento animal e como as descobertas das pesquisas com animais mudam as perspectivas humanas sobre a senciência e a inteligência. Apesar dessas tentativas – "antes tarde do que nunca" –, continua sendo desanimador testemunhar que, mesmo em países desenvolvidos, o tratamento dado aos animais muitas vezes reflete uma impressionante falta de empatia e responsabilidade ética. Os seres humanos parecem ter um talento especial para racionalizar a crueldade sob a bandeira de sua superioridade e seu excepcionalismo. A cognição animal, assim como a IA, desafia essas suposições de maneira profunda.

Embora a profundidade e a complexidade dessas características certamente sejam diferentes entre as espécies, as trajetórias evolutivas sugerem princípios convergentes. Ao traçarmos paralelos entre os comportamentos animais e as capacidades humanas, podemos começar a entender como essas competências "se acumularam" ao longo do tempo. **A seção a seguir está organizada de acordo com a forma como pesquisas sugerem que tais competências se "empilharam", começando com resiliência e**

13. Festa-Bianchet, M., e Apollonio, M. (2003). Animal behavior and wildlife conservation. Island Press.

14. McComb, K., & Baker, L. (2005). African elephants show high levels of interest in the skulls and ivory of their own species. Biology Letters, 1(4), 353-355. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17148317/

15. Mendl, M., Burman, O. H., & Paul, E. S. (2010). An integrative and functional framework for the study of animal emotion and mood. Proceedings of the Royal Society of Biological Sciences, 277(1696), 2895-2904. https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2010.0303

16. UK Parliament. (2022). Animal welfare (sentience) act. https://bills.parliament.uk/bills/2867/publications

comunicação e terminando com ética, metacognição e metaemoção.

Importante: dadas as limitações da linguagem e a tendência humana de antropomorfizar, competências como "criatividade", "curiosidade" ou "coragem" são muitas vezes exageradamente alardeadas. O presente documento se esforçará ao máximo para usar palavras apropriadas e não inflacionárias.

RESILIÊNCIA

RES1	Perseverar em meio aos desafios e buscar ajuda quando necessário.
RES2	Criar relações sociais fortes.
RES3	Estabelecer e manter hábitos eficazes.
RES4	Gerenciar o estresse para manter o desempenho.
RES5	Motivar a si mesmo por meio de significado ou propósito.

Observação: as tabelas que acompanham cada seção de competência têm o objetivo de servir como lembretes das cinco subcompetências que compõem cada competência na estrutura do CCR Rev. 1.2. As tabelas de subcompetências podem ser usadas como um guia para o leitor contextualizar e entender melhor as comparações de animais a seguir, e também os termos e definições exatos adotados ao fazê-las.

A resiliência evoluiu como uma característica vital para a sobrevivência em ambientes desafiadores. Nos animais, a resiliência costuma se referir a capacidade de se adaptar e de se recuperar de condições adversas, como perda de habitat, mudanças ambientais ou estresse. Quando discutimos o estresse em animais, fazemos isso da maneira como a pesquisa biológica usa o termo estresse para outras formas de vida, ou seja, manifestações físicas, biológicas e bioquímicas de estresse. A capacidade de certas espécies de superar o estresse e até de sobreviver a condições extremas demonstra resiliência.[17] Alguns anfíbios, como a rã-da-floresta, apresentam uma resiliência notável, entrando em um estado de

17. Hadley, N. F. (1994). *Water relations of terrestrial arthropods*. Academic Press.

animação suspensa durante temperaturas congelantes e se reanimando quando as condições melhoram.[18] Espécies como a borboleta-monarca migram por grandes distâncias, demonstrando sua capacidade de resiliência para atravessar paisagens complexas e superar obstáculos.[19]

- **Resiliência ao estresse em ratos:** pesquisas demonstraram que os ratos têm a capacidade de apresentar resiliência ao estresse. Em um estudo realizado por Lyons *et al*. (2010), descobriu-se que a resiliência dos ratos ao estresse é influenciada por suas experiências sociais (RES2) e que interações sociais positivas podem melhorar sua capacidade de lidar com o estresse.
- **Peixes em condições de água variáveis:** peixes como os rivulídeos, do Atlântico, têm demonstrado uma capacidade notável de se adaptar a condições de água que mudam rapidamente. Um estudo publicado na revista *Science* em 2016, liderado pelo biólogo e pesquisador Noah Reid e outros, demonstrou que os rivulídeos, do Atlântico, evoluíram para tolerar altos níveis de poluentes que normalmente seriam tóxicos para espécies semelhantes. (RES4)
- **Tardígrados:** a famosa resiliência e adaptação dos tardígrados a condições extremas é um tema de extensa pesquisa devido a suas possíveis aplicações em campos como exploração espacial e biotecnologia. Criptobiose,[20] reparo de DNA,[21]

18. Costanzo, J. P., & Lee, R. E. (2013). Cryoprotection: lessons from the wood frog. *Journal of Experimental Biology*, 216(15), 2791-2799. https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0117234

19. Flockhart, D. T., Pichancourt, *et al*. (2017). Unraveling the annual cycle in a migratory animal: Breeding-season habitat loss drives population declines of monarch butterflies. *Journal of Animal Ecology*, 86(5), 717-726. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24903085/

20. Guidetti, R., & Jönsson, K. I. (2002). Long-term anhydrobiotic survival in semi-terrestrial micrometazoans. *Journal of Zoology*, 257(2), 181-187. https://doi.org/10.1017/S095283690200078X

21. Horikawa, D.D., Sakashita, T., *et al*. (2006). Radiation tolerance in the tardigrade Milnesium tardigradum. *International Journal of Radiation Biology, 82*(12), 843-848. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17178624/

> anidrobiose[22] e produção de proteínas protetoras[23] e de açúcar trealose[24] são adaptações notáveis que tornam o tardígrado um dos animais mais resistentes conhecidos pela ciência. (RES4)

O estudo da resiliência animal pode fornecer informações valiosas sobre a resiliência humana e estratégias para lidar com desafios paralelamente ao desenvolvimento de fortaleza emocional. Os animais apresentam comportamentos adaptativos e respostas fisiológicas a estressores que são relevantes para a resiliência humana. Pesquisas mostraram, por exemplo, que eles podem se recuperar de experiências traumáticas por meio de mecanismos como a neuroplasticidade e a regulação dos hormônios do estresse.[25] Tais descobertas podem ampliar nossa compreensão de como os seres humanos são capazes de desenvolver resiliência semelhante por meio de processos como reavaliação cognitiva e apoio social.[26] Além disso, a observação de como os animais em diversos ecossistemas se adaptam a ambientes em constante mudança pode inspirar abordagens inovadoras para desenvolver a resiliência humana diante da adversidade.[27]

22. Roszkowska, M., Gołdyn, B., *et al.* (2023). How long can tardigrades survive in the anhydrobiotic state? A search for tardigrade anhydrobiosis patterns. *PLOS ONE, 18*(1). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270386

23. Hashimoto, T., Horikawa, D.D., *et al.* (2016). Extremotolerant tardigrade genome and improved radiotolerance of human cultured cells by tardigrade-unique protein. *Nature Communications,* 7, 12808. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27649274/

24. Hengherr S., Worland, *et al.* (2008). High-temperature tolerance in anhydrobiotic tardigrades is limited by glass transition. *Physiological and Biochemical Zoology, 81*(6), 714-720. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19732016/

25. Charney, D. S. (2004). Psychobiological mechanisms of resilience and vulnerability: Implications for successful adaptation to extreme stress. *American Journal of Psychiatry, 161*(2), 195-216. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14754765/; McEwen, B. S., e Wingfield, J. C. (2003). The concept of allostasis in biology and biomedicine. *Hormones and Behavior, 43*(1), 2-15. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12614627/

26. Southwick, S. M., Vythilingam, M., & Charney, D. S. (2005). The psychobiology of depression and resilience to stress: Implications for prevention and treatment. *Annual Review of Clinical Psychology,* 1, 255-291. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17716089/

27. Masten, A. S. (2018). Resilience theory and research on children and families: Past, present, and promise. *Journal of Family Theory & Review, 10*(1), 12-31. https://doi.org/10.1111/jftr.12255

Os seres humanos, assim como outras formas de vida, têm a capacidade de resiliência, o que permite a recuperação após incidentes e a manutenção do bem-estar mental e emocional diante de desafios. Pesquisas postulam que os primeiros seres humanos desenvolveram flexibilidade cognitiva, habilidades de solução de problemas e capacidade de inovar como respostas adaptativas a ambientes em constante mudança.[28] Nossa história evolutiva como sobreviventes em diversos ecossistemas demonstra a importância de fomentar a resiliência como uma característica que capacita indivíduos e comunidades para enfrentar dificuldades com coragem e adaptabilidade. À medida que continuamos a enfrentar novos desafios, como mudanças ambientais e disrupções sociais, as lições da história evolutiva podem nos orientar no desenvolvimento de estratégias para aumentar a resiliência individual e comunitária visando a um futuro sustentável.[29]

COMUNICAÇÃO

COM1	Fazer perguntas e ter escuta ativa.
COM2	Compartilhar a própria visão e inspirar outras pessoas.
COM3	Articular ideias ou mensagens de modo claro e conciso.
COM4	Comunicar-se com fidelidade em diferentes modos e mídias.
COM5	Adaptar mensagens de acordo com o público.

Os sistemas de comunicação existem em grande diversidade entre animais, insetos e plantas, e são usados para transmitir informações, coordenar atividades e estabelecer vínculos sociais. Primatas como os chimpanzés usam vocalizações complexas, expressões faciais e posturas corporais para revelar

28. Boyd, R., & Richerson, P. J. (2005). The origin and evolution of cultures. Oxford University Press; Potts, R. (1998). Environmental hypotheses of hominin evolution. *American Journal of Physical Anthropology, 107*(S27), 93-136. https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(1998)107:27+<93::AID-AJPA5>3.0.CO;2-X

29. Holling, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 4(5), 390-405. https://link.springer.com/article/10.1007/s10021-001-0101-5

emoções e intenções em seus grupos sociais;[30] muitas aves utilizam vocalizações complexas para demarcar territórios e atrair parceiros,[31] e as abelhas comunicam informações por meio da "dança do balanço"[32] e feromônios (por exemplo, "feromônios de alarme"[33]).

A comunicação facilita a cooperação, o acasalamento e a sobrevivência. Como as necessidades ambientais, sociais e individuais favoreceram os sistemas de comunicação animal, os seres humanos desenvolveram (o que consideramos ser) uma comunicação mais complexa por meio de símbolos e linguagem. A linguagem é fundamental para a existência humana, pois possibilita a transmissão cultural e nos dá a capacidade de expressar conceitos abstratos, compartilhar conhecimento e colaborar em tarefas complexas. O estudo da comunicação animal pode fornecer percepções valiosas sobre as origens da linguagem humana, pois os sistemas de comunicação animal podem servir como modelos para a compreensão das raízes evolutivas da linguagem, destacando os principais recursos e caminhos que podem ter contribuído para o desenvolvimento da linguagem humana.[34] O Earth Species Project, fundado em 2017, é um projeto inovador e colaborativo de código aberto dedicado a decodificar a co-

30. Slocombe, K. E., & Zuberbühler, K. (2007). Chimpanzees modify recruitment screams as a function of audience composition. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104*(43), 17228-17233. https://doi.org/10.1073/pnas.0706741104

31. Lewis R. N., Williams L. J. & Gilman R. T. (2021). The uses and implications of avian vocalizations for conservation planning. *Conservation Biology, 35*(1):50-63. doi: 10.1111/cobi.13465. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7984439/; Riebel K., Odom K. J., Langmore N. E. e Hall, M. L. (2019). New insights from female bird song: towards an integrated approach to studying male and female communication roles. *The Royal Society Biology Letters,* 1520190059. https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2019.0059

32. von Frisch, K. (1967). *The dance language and orientation of bees*. Harvard University Press.

33. Wang Z, & Tan, K. (2019). Honey bee alarm pheromone mediates communication in plant-pollinator-predator interactions. *Insects, 10*(10):366. doi: 10.3390/insects10100366. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6835895/

34. Hauser, M. D., Chomsky, N., & Fitch, W. T. (2002). The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve? *Science*, 298(5598), 1569-1579. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12446899/; Seyfarth, R. M., e Cheney, D. L. (2010). The evolution of language from social cognition. *Current Opinion in Neurobiology*, 20(4), 488-494. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24813180/

municação animal usando IA.[35] Ao examinar vários sistemas de comunicação animal, os pesquisadores podem identificar semelhanças e diferenças com a linguagem humana, lançando luz sobre os mecanismos cognitivos e neurais subjacentes envolvidos em ambos.

O estudo de vocalizações de primatas, cantos de pássaros e comunicação de cetáceos, por exemplo, revelou intrincados padrões de sinalização, sintaxe e até mesmo evidências de comunicação referencial – características semelhantes a elementos da linguagem humana.[36] A análise da estrutura, da complexidade e das funções dos sinais animais fornece informações sobre o surgimento gradual das capacidades comunicativas.

- Os **elefantes africanos** usam uma grande variedade de vocalizações e linguagem corporal para se comunicar. Os elefantes podem se comunicar por longas distâncias usando infrassom (sons de baixa frequência que viajam mais longe do que os sons de frequência mais alta)[37] e transmitem informações sobre o ambiente, ameaças e coordenação de movimentos usando sinalização sísmica.[38] (COM3 e COM4)
- Os **suricatos** têm um sistema de comunicação vocal altamente sofisticado. Um estudo da Universidade de Cambridge mostrou que eles usam diferentes chamados de alarme para diferentes predadores. Além disso, a variação na intensida-

35. The Index Project. (2017). Earth species project. *The Index Project*. https://theindexproject.org/award/nominees/5421

36. Fitch, W. T., Hauser, M. D., & Chomsky, N. (2005). The evolution of the language faculty: Clarifications and implications. *Cognition*, 97(2), 179-210. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16112662/

37. Garstang, M. (2010). Chapter 3.2 - Elephant infrasounds: long-range communication. In *Handbook of Behavioral Neuroscience*, Vol. 19, Stefan M. Brudzynski, (Ed.). Elsevier. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S156973391070014X

38. O'Connell-Rodwell, C. E. (2007). Keeping an "Ear" to the Ground: Seismic Communication in Elephants. *Physiology, 22*(4), 287-294. https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physiol.00008.2007; Reinwald M., Moseley B., *et al*. (2021). Seismic localization of elephant rumbles as a monitoring approach. *Journal of the Royal Society Interface, 18*(180), 20210264. doi: 10.1098/rsif.2021.0264. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8277467/

de dos chamados indica o nível de ameaça.[39] (COM3, COM4 e COM5)

- Os **cetáceos** apresentam habilidades avançadas de comunicação que envolvem uma ampla gama de vocalizações, linguagem corporal e comportamentos complexos. Os golfinhos empregam um extenso repertório de cliques, assobios e posturas corporais para transmitir informações e manter vínculos sociais dentro dos grupos.[40] As orcas possuem dialetos únicos, sendo que diferentes grupos têm padrões vocais distintos, enfatizando o papel da comunicação vocal em sua estrutura social.[41] As baleias-jubarte se envolvem em canções complexas que podem atrair parceiros ou incentivar a coesão do grupo.[42] (COM1, COM3 e COM5)

COLABORAÇÃO

COL1	Assumir e compartilhar responsabilidades com os outros.
COL2	Otimizar os recursos da equipe e as habilidades e perspectivas únicas dos indivíduos.
COL3	Enfrentar e solucionar conflitos interpessoais.
COL4	Dar e receber feedback construtivo.
COL5	Apoiar ativamente e demonstrar compaixão pelos membros da equipe.

39. Schneider S., Goettlich S., *et al.* (2021). Discrimination of acoustic stimuli and maintenance of graded alarm call structure in captive meerkats. *Animals, 11*(11):3064. doi: 10.3390/ani11113064. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8614505/; Zöttl, M., Lienert, R., Clutton-Brock, T., Millesi, E. & Manser, M. B. (2013). The effects of recruitment to direct predator cues on predator responses in meerkats, *Behavioral Ecology, 24*(1), 198-204. https://doi.org/10.1093/beheco/ars154

40. Tyack, P. (1986). Whistle repertoires of two bottlenosed dolphins, *Tursiops truncatus*: Mimicry of signature whistles? *Behavioral Ecology and Sociobiology, 18*(4), 251-257. https://doi.org/10.1007/BF00300001

41. Connor, R. C., Smolker, R. A., & Richards, A. F. (1992). Two levels of alliance formation among male bottlenose dolphins (Tursiops sp.). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 89*(3), 987-990. https://doi.org/10.1073/pnas.89.3.987

42. Payne, R. S., & McVay, S. (1971). Songs of humpback whales. *Science, 173*(3997), 585-597. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17833100/

A colaboração humana está profundamente enraizada em nossa herança evolutiva como espécie social.[43] Os seres humanos desenvolveram estruturas sociais complexas e mecanismos de cooperação para enfrentar desafios que vão além das capacidades individuais, da mesma forma que diferentes espécies de animais formam grupos para proteção, busca de alimentos e criação de filhotes. As sociedades de animais ou insetos, como as de formigas, golfinhos ou ratos-toupeira-pelados, fornecem exemplos de cooperação eficaz em espécies não humanas.[44] O sucesso evolutivo das espécies sociais destaca a importância da colaboração na adaptação a ambientes em constante mudança e na otimização da utilização de recursos. O reconhecimento dessa base biológica demonstra a importância de fomentar as habilidades de colaboração, pois elas refletem nossa herança evolutiva e nos permitem enfrentar coletivamente desafios globais complexos.[45]

No reino animal, existem numerosos exemplos de cooperação que destacam os benefícios do trabalho conjunto para a sobrevivência mútua e a aquisição de recursos. Um conjunto significativo de pesquisas argumenta que várias espécies animais se envolvem em colaboração porque as vantagens evolutivas da colaboração proporcionam maior acesso a recursos, mais proteção contra predadores e maior sucesso reprodutivo. As abelhas, por exemplo, exibem uma intrincada divisão de trabalho nas colmeias, com indivíduos que assumem funções como forrageadoras, enfermeiras e defensoras. Essa divisão de trabalho permite que a colônia colete néctar e pólen de modo eficiente, ao mesmo tempo que cuida dos filhotes.[46] A colaboração também se manifesta na caça cooperativa, em que os indivíduos coordenam suas ações para capturar a presa. Está amplamente documentado em estudos observacionais

43. Tomasello, M. (2019). *Becoming human: A theory of ontogeny*. Belknap Press of Harvard University Press. https://doi.org/10.4159/9780674988651
44. Dugatkin, L. A. (2017). Principles of animal cooperation. Oxford University Press.
45. Trilling, B., Fadel, C. e Bialik, M. (2015). Educação em quatro dimensões. São Paulo: Instituto Península e Instituto Ayrton Senna.
46. Seeley, T. D. (1989). The honey bee colony as a superorganism. American Scientist, 77(6), 546-553. https://www.jstor.org/stable/27856005

que as leoas usam um sofisticado trabalho em equipe: elas cercam a presa de diferentes ângulos e depois se aproximam para capturá-la de maneira coordenada.[47]

- As **formigas**, conhecidas por suas sociedades altamente colaborativas, trabalham juntas em grande número para construir ninhos complexos, procurar alimentos e defender as colônias. Pesquisas mostram que muitas espécies de formigas se envolvem em "polidomia",[48] espalhando as colônias entre vários ninhos separados em termos espaciais, mas socialmente conectados. As formigas são capazes de resolver problemas complexos, inclusive algoritmos distribuídos,[49] como encontrar o caminho mais curto para as fontes de alimento, por meio de interações simples entre muitos indivíduos. (COL1, COL2 e COL3)
- Os **lobos** são bem documentados pela capacidade de trabalhar em conjunto durante as caçadas. Eles podem abater presas grandes cercando-as estrategicamente e realizando ataques coordenados. Estudos mostram que o sucesso das matilhas de lobos na caça está intimamente relacionado ao nível de coordenação e diferenciação de papéis entre seus membros.[50] (COL1 e COL2)
- As **orcas** vivem em grupamentos sociais altamente estruturados, chamados de bandos, que podem consistir em indivíduos de várias gerações. Dentro desses bandos, a cooperação

47. Stander, P. E. (1992). Cooperative hunting in lions: The role of the individual. Behavioral Ecology and Sociobiology, 29(6), 445-454. http://www.jstor.org/stable/4600646; Packer, C., Scheel, D. & Pusey, A. E. (2001). Why lions form groups: Food is not enough. The American Naturalist, 159(6), 718-722.

48. Robinson, E. J. H. (2014). Polydomy: the organisation and adaptive function of complex nest systems in ants. Current Opinion in Insect Science, 5, 37-43. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221457451400073X

49. Garg, S., Shiragur, K., Gordon, D. B. & Chankar, M. (2023). Distributed algorithms from arboreal ants for the shortest path problem. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. https://doi.org/10.1073/pnas.2207959120

50. Escobedo R., Muro C., Spector L. & Coppinger R. P. (2014). Group size, individual role differentiation and effectiveness of cooperation in a homogeneous group of hunters. Journal of the Royal Society Interface, 112014020420140204. https://doi.org/10.1098/rsif.2014.0204

> e a colaboração são essenciais para tarefas como navegação e proteção contra ameaças.[51] Suas estratégias de caça complexas costumam envolver esforços colaborativos entre os membros do bando. Foram observados, por exemplo, bandos de orcas cercando presas cooperativamente.[52] As orcas fêmeas em geral colaboram no cuidado dos filhotes. As fêmeas mais velhas, conhecidas como "tias", ajudam as mães a proteger e cuidar das crias.[53] (COL1, COL2 e COL5)

O estudo da colaboração animal oferece muitos caminhos interessantes para melhorar a colaboração humana. As sociedades de insetos, como as de formigas e abelhas, demonstram comunicação e coordenação eficazes. Essas espécies apresentam sistemas de sinalização e divisão de trabalho elaborados que podem melhorar nossa compreensão de como a comunicação eficaz é capaz de impulsionar colaborações bem-sucedidas.[54] Os mecanismos de resolução de conflitos em sociedades animais, como as de lobos e golfinhos, podem ser usados para modelar novas estratégias para manter a harmonia social em equipes humanas.[55] A alocação de recursos, como a observada em espécies de colmeias e muitas espécies de aves, é outro comportamento colaborativo no mundo animal que pode ser usado para modelar a distribuição equitativa de recursos em colaborações humanas.[56]

51. Ford, J. K. B., Ellis, G. M., & Balcomb, K. C. (2000). Killer whales: The natural history and genealogy of Orcinus orca in British Columbia and Washington. UBC Press.
52. Pitman, R. L. & Durban, J. W. (2011). Cooperative hunting behavior, prey selectivity and prey handling by pack ice killer whales (*Orcinus orca*), type B, in antarctic peninsula waters. *Marine Mammal Science, 27*(4), 639-658. https://core.ac.uk/download/pdf/17247952.pdf
53. Brent, L. J. N., Franks, D. W., *et al.* (2015). Ecological knowledge, leadership, and the evolution of menopause in killer whales. *Current Biology, 25*(6), 746-750. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25754636/
54. Camazine, S., Deneubourg, J. L., Franks, N. R., Sneyd, J., Theraula, G. & Bonabeau, E. (2001). *Self-organization in biological systems*. Princeton University Press. https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691116242/self-organization-in-biological-systems
55. Smith, M., & Harper, D.G. (1995). Animal signals: Models and terminology. *Journal of Theoretical Biology, 177*, 305-311.
56. Boggs, C. L. (1992). Resource allocation: Exploring connections between foraging and life history. *Functional Ecology, 6*(5), 508-518. https://doi.org/10.2307/2390047

CORAGEM

COR1	Perseguir metas ambiciosas, apesar dos riscos.
COR2	Liderar com iniciativa e responsabilidade.
COR3	Envolver-se com outras pessoas de modo vulnerável.
COR4	Reconhecer os próprios pontos fortes e fracos.
COR5	Acreditar na própria iniciativa e autoeficácia.

Devido às interpretações humanas baseadas em valores e na moral, a coragem costuma ser associada a comportamentos animais que envolvem riscos para a sobrevivência e a reprodução. É possível argumentar que os elefantes africanos, por exemplo, demonstram coragem quando protegem seus filhotes de predadores, dispostos a enfrentar o perigo para o bem-estar da prole.[57] Os pinguins também demonstram coragem ao mergulhar para obter alimentos para suas famílias, apesar dos riscos apresentados por predadores e condições adversas.[58]

Um dos principais componentes do que os seres humanos percebem como coragem é agir de acordo com as próprias convicções diante de diferentes tipos de medo (por exemplo, danos, morte, exclusão social). O medo também desempenha uma função essencial para a sobrevivência de várias espécies, provocando comportamentos de fuga ou defesa em casos de ameaças. Roedores como os ratos apresentam claras respostas fisiológicas e comportamentais ao medo, como frequência cardíaca elevada, maior vigilância e paralisia quando detectam urina de gato – sinal de um predador próximo.[59] Da mesma forma, os pássaros, especialmente as espécies de rapina, demonstram um estado de alerta elevado quando expostos a sinais visuais específicos; a mera silhueta de

57. McComb, K., Moss, C., *et al.* (2006). Matriarchs as repositories of social knowledge in African elephants. *Science, 292*(5526), 491-494. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11313492/
58. Ainley, D. G. (2002). *The Adélie penguin: Bellwether of climate change*. Columbia University Press. http://cup.columbia.edu/book/the-adelie-penguin/9780231123068
59. Blanchard, R. J., & Blanchard, D. C. (1989). Attack and defense in rodents as ethoexperimental models for the study of emotion. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*, 13, S3-S14. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2694228/

um falcão voando pode provocar uma reação de fuga dramática em muitos pássaros pequenos devido ao medo inato de predadores aviários.[60] Na vida marinha, peixes como o peixe-zebra se afastam rapidamente quando confrontados com um estímulo inesperado ou com a sombra de um predador, comportamento influenciado por vias neurais bastante comparáveis aos circuitos de medo dos mamíferos. [61] Embora os mecanismos fisiológicos por trás dessas respostas sejam diferentes entre as espécies, o propósito evolutivo subjacente é consistente: o medo atua como um mecanismo de proteção, motivando comportamentos que aumentam a chance de sobrevivência diante do perigo.

Como não somos capazes de entender completamente os estados psicológicos de vários animais, o conceito de coragem pode não ser tão direto em outras formas de vida. Os comportamentos "corajosos" geralmente são motivados por pressões e instintos evolutivos em vez de atos conscientes de bravura. Na pesquisa científica, tais comportamentos costumam ser estudados com base em uma perspectiva evolutiva e ecológica, em vez de serem atribuídos a uma virtude moral como a coragem. Entretanto, alguns comportamentos animais são surpreendentemente semelhantes ao que os seres humanos definiriam como coragem.

- **Sacrifício de abelhas:** as abelhas operárias apresentam um comportamento no qual picam uma ameaça percebida para proteger a colmeia, mesmo que o ato de picar cause sua morte. Tal comportamento de autossacrifício pode ser visto como forma de coragem, pois a abelha arrisca a própria vida pelo bem-estar da colônia.[62] (COR1 e COR2)

60. Cresswell, W. (2008). Non-lethal effects of predation in birds. Ibis, 150(s1), 3-17. https://www.semanticscholar.org/paper/Non%E2%80%90lethal-effects-of-predation-in-birds-Cresswell/9eb15d804f4e746e0f45faf27931b64c333dfd27

61. Maximino, C., Marques de Brito T., *et al* (2010). Scototaxis as anxiety-like behavior in fish. *Nature Protocols*, 5(2), 209-216. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20134420/

62. Dawson, D. (1999). Evolutionary theory and group selection: The question of warfare. *History and Theory, 38*(4), 79-100. http://www.jstor.org/stable/2678059

- **Inspeção de predadores em peixes:** determinadas espécies de peixes, quando confrontadas por um predador, adotam um comportamento conhecido como "inspeção do predador": em vez de fugir, aproximam-se do predador.[63] Pesquisadores afirmam que se trata de uma maneira de avaliar o nível de ameaça e, embora coloque o peixe inspetor em um risco maior, é um movimento estratégico que pode ser visto como corajoso. (COR2)
- **Comportamento de tumulto em aves:** bastante difundido, mas arriscado; muitas espécies de pássaros se envolvem no que é conhecido como "comportamento de tumulto", no qual assediam coletivamente um predador, geralmente muito maior do que eles, para afastá-lo.[64] Esses comportamentos também foram observados entre os corvos em torno de seus mortos, o que se acredita ser uma estratégia para aprender sobre perigos.[65] (COR1 e COR2)

CURIOSIDADE

CUR1	Procurar entender profundamente.
CUR2	Investigar oportunidades e explorar novas experiências.
CUR3	Buscar perspectivas diferentes para ampliar a compreensão.
CUR4	Visualizar e priorizar os interesses e as paixões individuais.
CUR5	Encontrar alegria em aprender e ser um aprendiz permanente.

Os comportamentos motivados pela curiosidade servem a propósitos adaptativos. Primatas como os chimpanzés se envolvem em comportamentos exploratórios, por exemplo, para entender

63. Brown, G. E., & Cowan, J. (2000). Foraging trade-offs and predator inspection in an Ostariophysan fish: Switching from chemical to visual cues. *Behavior, 137*(2), 181-195. http://www.jstor.org/stable/4535697

64. Scott M. & Robinson, W. M. (2023). Mobbing behavior of songbirds in response to calls of an ambush-predator, the northern pygmy-owl. *Frontiers in Ecology and Evolution,* 11. https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1092323

65.Swift, K. N. & Marzluff, J. M. (2015). Wild American crows gather around their dead to learn about danger. *Animal Behaviour,* 109, 187-197. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003347215003188

seu ambiente e adquirir novas informações.[66] A curiosidade nos animais é considerada uma adaptação evolutiva que promove o aprendizado e ajuda os animais a se adaptarem a ambientes em constante mudança. Ela está ligada ao desenvolvimento de habilidades cognitivas e de solução de problemas e é observada em várias espécies do reino animal. Os golfinhos demonstram curiosidade ao investigar objetos novos, o que pode ajudá-los a aprender sobre o ambiente e a desenvolver habilidades de solução de problemas.[67] No reino das aves, o corvo-da-nova-caledônia usa ferramentas de maneiras inovadoras para extrair insetos da casca das árvores, demonstrando um curioso impulso para experimentar e se adaptar.[68]

- Os **ratos** mostram-se naturalmente curiosos e motivados a explorar novos ambientes. Eles tendem a preferir objetos novos aos habituais, um fenômeno conhecido como reconhecimento de objetos novos.[69] Esse comportamento é frequentemente usado em pesquisas neurocientíficas para estudar a memória e o aprendizado em ratos.[70] (CUR2) Além disso, pesquisas demonstram que os ratos têm imaginação e podem navegar em espaços usando seus pensamentos (por exemplo, ativando representações mentais de espaços distantes de sua localização atual).[71]
- Os **corvos** e outros corvídeos, como o corvo-comum, foram observados brincando com vários objetos e investigando novos itens no ambiente. Tal comportamento sugere um gran-

66. Reader, S. M., & Laland, K. N. (2003). Animal innovation: An introduction. In S. M. Reader & K. N. Laland (Eds.). *Animal Innovation* (pp. 3-34). Oxford University Press.
67. Paulos, R. D., Trone, M. & Kuczaj, S. A. II. (2010). Play in wild and captive cetaceans. *International Journal of Comparative Psychology,* 23, 701-722. https://escholarship.org/content/qt3368z4tq/qt3368z4tq_noSplash_f51a6b4bf03c769e033dfa7cf8f1c9d3.pdf?t=mwj0zw
68. Weir, A. A., Chappell, J., & Kacelnik, A. (2002). Shaping of hooks in New Caledonian crows. *Science, 297*(5583), 981. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12169726/
69. Barbosa, F. F. & Silva, R. H. (2018). Capítulo 18 - Immediate-early gene expression in neural circuits related to object recognition memory. In: A. Ennaceur & M. Angelica de Souza Silva (Eds.) *Handbook of Behavioral Neuroscience* (pp. 261-271). Elsevier.
70. Ennaceur A. & Delacour J. (1988). A new one-trial test for neurobiological studies of memory in rats. 1: Behavioral data. *Behavioral Brain Research, 31*(1):47-59. doi: 10.1016/0166-4328(88)90157-x. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3228475/
71. Chongxi, Lai *et al.* (2023). Volitional activation of remote place representations with a hippocampal brain-machine interface. *Science, 382*,566-573. DOI: *10.1126/science.adh5206*

de interesse em explorar o ambiente e aprender por meio da experimentação.[72] Eles foram documentados puxando cordas para alcançar alimentos suspensos fora do alcance, um comportamento que requer pensamento inovador e curiosidade.[73] (CUR2 e CUR4)

- Os **guaxinins** são criaturas fascinantes que capitalizaram sua curiosidade e capacidade de solução de problemas para prosperar em ambientes alterados pelos seres humanos. Eles são atraídos por objetos e ambientes novos e investigam prontamente outros estímulos.[74] Essa exploração motivada pela curiosidade os ajuda na adaptação às condições variáveis das paisagens urbanas e suburbanas. São animais que prosperam em áreas urbanas devido à capacidade de explorar recursos – remexendo latas de lixo, investigando caçambas e até abrindo travas ou contêineres para acessar alimentos.[75] Esse comportamento demonstra habilidades de solução de problemas e curiosidade sobre objetos feitos por seres humanos. (CUR2 e CUR4)

Pesquisas com animais sugerem que a curiosidade é uma característica fundamental que promove o aprendizado, a solução de problemas e a adaptabilidade. Assim como eles, os seres humanos possuem uma curiosidade inata que nos leva a explorar, fazer perguntas e buscar conhecimento. Nossa herança evolutiva como aprendizes curiosos está profundamente enraizada, o que nos permite adquirir novas habilidades, adaptar-nos a circunstâncias variáveis e avançar como espécie. A curiosidade é uma característica que impulsionou a evolução intelectual e cultural dos seres humanos.

72. Heinrich, B. (1995). An experimental investigation of insight in common ravens (*Corvus corax*). *The Auk, 112*(4), 994-1003. https://doi.org/10.2307/4089030

73. Heinrich, B., & Bugnyar, T. (2005). Testing problem solving in ravens: String-pulling to reach food. *Ethology, 111*(10), 962-976. https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2005.01133.x

74. Powell, R. A. (1994). Raccoon and allies. In: S. P. Parker (Ed.). *The Grzimek's Encyclopedia of Mammals* (Vol. 4, pp. 93-110). McGraw-Hill.

75. Gross, J., Elvinger, F., Hungerford L. L., & Gehrt, S. D. (2011). Raccoon (*Procyon lotor*) use of the urban matrix in the Baltimore metropolitan area. *Urban Ecosystems,15*, 667-682. https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-011-0218-z

Os modelos animais confirmam as vantagens evolutivas da curiosidade. Animais mais curiosos tendem a se adaptar com mais sucesso a ambientes em mudança constante.[76] No contexto humano, isso sugere que o estímulo à curiosidade pode levar a melhores habilidades de solução de problemas e adaptabilidade, qualidades cruciais neste mundo em transformação. Ao traçar paralelos entre os comportamentos animais e os processos cognitivos humanos e compreender melhor os mecanismos neurais por trás da curiosidade animal, como o sistema de recompensa da dopamina em roedores, pesquisadores e educadores podem projetar ambientes de aprendizagem que estimulem a curiosidade de modo eficaz.[77]

PENSAMENTO CRÍTICO

PEN1	Identificar, esclarecer e organizar informações.
PEN2	Avaliar a validade e a qualidade das informações.
PEN3	Pesar os prós e contras de escolhas alternativas.
PEN4	Aplicar raciocínio sensato à tomada de decisões.
PEN5	Refletir criticamente sobre o próprio raciocínio e suposições.

O pensamento crítico, semelhante à capacidade dos animais de interpretar sinais ambientais de ameaças e recursos, permite que os seres humanos avaliem situações complexas e tomem decisões informadas.

Assim como os animais desenvolveram estratégias para analisar seu ambiente, os seres humanos possuem uma capacidade maior de pensamento crítico, impulsionada pela necessidade de avaliar os riscos,[78] tomar decisões e solucionar problemas.[79] De

76. Thornton, A., e McAuliffe, K. (2006). Teaching in wild meerkats. *Science, 313*(5784), 227-229. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16840701/

77. Gruber, M. J., Gelman, B. D., & Ranganath, C. (2014). States of curiosity modulate hippocampus-dependent learning via the dopaminergic circuit. *Neuron, 84*(2), 486-496. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25284006/

78. De toda a matemática, as probabilidades são o entendimento mais crítico que existe – elas impulsionam a sobrevivência!

79. Tomasello, M. (2019). *Becoming human: A theory of ontogeny.* Belknap Press of Harvard University Press. https://doi.org/10.4159/9780674988651

maneira análoga aos animais que avaliam sinais de possíveis ameaças ou oportunidades, os seres humanos se envolvem em pensamento analítico para avaliar situações complexas.

Embora os animais apresentem comportamentos de solução de problemas e de tomada de decisões indicativos de pensamento crítico, o nível e a complexidade desse pensamento variam muito entre as espécies e hoje não são considerados diretamente comparáveis ao pensamento crítico humano. No entanto, os exemplos a seguir, entre outros, indicam que os *elementos* do pensamento crítico, incluindo quatro das cinco subcompetências, estão presentes em várias espécies animais. A única razão pela qual a reflexão crítica sobre o próprio raciocínio e suposições (CRI5) está ausente é a falta de pesquisa ou de capacidade científica para determinar a autorreflexão em outras espécies.

- Os **corvos-da-nova-caledônia** exibem habilidades impressionantes de solução de problemas, especialmente no contexto do uso de ferramentas. Diversos estudos confirmam que eles podem usar até três ferramentas na sequência correta para atingir um objetivo, demonstrando solução de problemas e planejamento para o futuro.[80] (PEN1 a PEN4)
- Os **pombos** são capazes de discriminar estímulos visuais e tomar decisões com base nessas informações.[81] Eles também foram treinados para reconhecer palavras, mostrando que podem aprender padrões visuais e tomar decisões baseadas nelas.[82] (PEN1 a PEN4)
- Os **polvos** são muito inteligentes e possuem habilidades avançadas para a solução de problemas.[83] Em vários experimentos,

80. Boeckle M., Schiestl M., *et al.* (2020). New Caledonian crows plan for specific future tool use. *Proceedings of the Royal Society*, B.28720201490. https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2020.1490

81. Watanabe, A., Fujimoto, *et al.* (2019). Pigeons discriminate shapes based on topological features. *Vision Research*, 158, 120-125. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698919300549

82. Wasserman, E. A. (1995). The Conceptual Abilities of Pigeons. *American Scientist*, *83*(3), 246-255. http://www.jstor.org/stable/29775443

83. Godfrey-Smith, P. (2019). Outras mentes: O polvo e a origem da consciência. Todavia.

eles resolvem labirintos, abrem potes e apresentam comportamentos de fuga que implicam tanto planejamento como tomada de decisões complexos.[84] (PEN1 a PEN4)

- As **abelhas melíferas** apresentam habilidades matemáticas e de tomada de decisões complexas. Pesquisas demonstram que elas podem "resolver" problemas matemáticos complexos que envolvem encontrar a rota mais curta entre flores descobertas em ordem aleatória, o que é conhecido como o "problema do caixeiro-viajante".[85] (PEN1 a PEN4)

Observar como os animais enfrentam desafios complexos pode ampliar nossa compreensão da cognição humana. A pesquisa significativa sobre comportamentos indicativos de habilidades cognitivas de ordem superior em corvos-da-nova-caledônia, por exemplo, fornece *insights* sobre a evolução dos processos cognitivos e sugere que certas estratégias de solução de problemas podem estar mais profundamente enraizadas no reino animal do que se pensava.[86] Estudos comparativos entre seres humanos e animais destacam semelhanças impressionantes nos processos de pensamento crítico, demonstrando mecanismos cognitivos comuns que existem em todas as espécies.[87] Essas descobertas contribuem para nossa compreensão da ancestralidade cognitiva compartilhada da vida na Terra e da continuidade evolutiva das habilidades cognitivas.

84. Riederer, R. (2016). Inky the octopus and the upsides of anthropomorphism. *The New Yorker.* https://www.newyorker.com/culture/culture-desk/inky-the-octopus-and-the-upsides-of-anthropomorphism

85. Marinakis, Y., Marinaki, M., & Dounias, G. (2011). Honey bees mating optimization algorithm for the Euclidean traveling salesman problem. *Information Sciences, 181*(20), 4684-4698. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020025510002938

86. Hunt, G. R., & Gray, R. D. (2003). Diversification and cumulative evolution in New Caledonian crow tool manufacture. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 270*(1517), 867-874. https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2302

87. Vonk, J., & Shackelford, T. K. (Eds.). (2012). *The Oxford handbook of comparative evolutionary psychology.* Oxford University Press.

CRIATIVIDADE

CRI1	Desenvolver gostos, estética e estilo pessoais.
CRI2	Gerar e buscar novas ideias.
CRI3	Ficar à vontade com riscos, incertezas e fracassos.
CRI4	Estabelecer conexão, reorganização e refinamento de ideias em um todo coeso.
CRI5	Concretizar ideias e reconhecer restrições.

A criatividade tem suas raízes na vantagem adaptativa de gerar soluções inovadoras para desafios. Assim como várias espécies de animais desenvolveram características e comportamentos exclusivos para explorar nichos ecológicos, os seres humanos aprimoraram a criatividade para conceber soluções imaginativas transferidas entre domínios.[88] Tal processo evolutivo destaca o papel fundamental da criatividade na solução de problemas e na adaptação. As inúmeras formas de engenhosidade de tentativa e erro da natureza, da intrincada construção de ninhos até as técnicas de camuflagem, demonstram a importância de cultivar a criatividade como uma característica humana. Ao reconhecer a importância evolutiva da criatividade, podemos obter mais informações sobre seu valor como ferramenta para navegar pelas complexidades do mundo e estimular a inovação.

Com frequência, a criatividade nos animais se manifesta na solução de problemas, no uso de ferramentas e na comunicação. Vários exemplos sugerem que a criatividade não é exclusiva dos seres humanos e pode ser observada de várias formas em diferentes espécies animais. Tais comportamentos criativos contribuem para a capacidade dos animais de se adaptarem, se comunicarem e prosperarem em seus ambientes.

- Os **golfinhos** demonstram criatividade, especialmente em suas brincadeiras e comunicação. Eles criam anéis de bolhas embaixo d'água, por exemplo, e os manipulam usando

88. Kaufman, J. C., & Baer, J. (Eds.). (2006). *Creativity and reason in cognitive development*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511606915

seus corpos e ondas sonoras.[89] Esse comportamento é considerado uma forma de brincadeira e expressão criativa. (CRI1 e CRI5)

- Os **grandes símios (bonobos, chimpanzés, gorilas e orangotangos)** frequentemente demonstram criatividade na solução de problemas, a ponto de seu uso de ferramentas ser geralmente chamado de tecnologia na comunidade científica.[90] Eles empregam ferramentas de maneira regular e diversificada, como gravetos para extrair cupins dos montes, pedras para abrir nozes ou folhas como guarda-chuva ou esponja.[91] (CRI2, CRI4 e CRI5)
- Entre os **pássaros-jardineiros,** os machos criam estruturas elaboradas, chamadas de caramanchões, para atrair as fêmeas, decorando-os com objetos como folhas, flores e conchas, geralmente organizados por cores.[92] A complexidade envolvida na construção dos caramanchões, incluindo as ilusões de perspectiva nas estruturas, é considerada por alguns pesquisadores uma forma de criatividade.[93] (CRI1, CRI2, CRI4 e CRI5)

89. Heersmink, R. (2022). Human uniqueness in using tools and artifacts: flexibility, variety, complexity. *Synthese,* 200, 442. https://doi.org/10.1007/s11229-022-03892-8; McCowan, B., Marino, L., Vance, E., Walke, L., & Reiss, D. (2000). Bubble ring play of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus): implications for cognition. *Journal of Comparative Psychology, 114*(1), 98. https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1044&context=acwp_asie; Moreno, K. R., e Macgregor, R. P. (2019). Bubble trails, bursts, rings, and more: A review of multiple bubble types produced by cetaceans. *Animal Behavior and Cognition, 6*(2), 105-126. https://doi.org/10.26451/abc.06.02.03.2019

90. Seed, A. & Byrne, R. (2010). Animal Tool-Use. *Current Biology, 20*(23), R1032-R1039. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982210011607

91. Samuni, L., Lemieux, D., *et al*. (2021). Tool use behavior in three wild bonobo communities at Kokolopori. *American Journal of Primatology, 84*(1), e23342. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ajp.23342

92. Borgia, G. (1995). Why do bowerbirds build bowers? *American Scientist, 83*(6), 542-547. http://www.jstor.org/stable/29775558; Endler, J. A. (2012). Bowerbirds, art and aesthetics: Are bowerbirds artists and do they have an aesthetic sense? *Communicative and Integrative Biology, 5*(3):281-283. doi: 10.4161/cib.19481. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3419115/

93. Yong, E. (2010). Male bowerbirds create forced perspective illusions that only females see. *National Geographic, Science.* https://www.nationalgeographic.com/science/article/male-bowerbirds-create-forced-perspective-illusions-that-only-females-see

O estudo da criatividade animal também lança luz sobre os mecanismos neurais subjacentes ao pensamento inovador.[94] Pesquisas de neurociência comparativa revelam que certas estruturas e processos cerebrais envolvidos na criatividade animal, como a solução de problemas em aves, são conservados entre as espécies.[95] A compreensão dessas vias neurais pode proporcionar insights sobre como os cérebros humanos facilitam o pensamento criativo.[96] Ao estudar e emular esses mecanismos, pesquisadores e educadores podem potencialmente desenvolver melhores estratégias para fomentar a criatividade humana.

ÉTICA

ETI1	Identificar e descrever conceitos éticos, direitos e responsabilidades.
ETI2	Tomar decisões éticas e defender os direitos dos outros.
ETI3	Compreender e demonstrar compaixão pelas perspectivas dos outros.
ETI4	Reconhecer e implementar o próprio código moral.
ETI5	Contribuir em grupos ou comunidades maiores.

Diversos comportamentos documentados sugerem o que muitos considerariam o surgimento de considerações éticas entre os animais para promover a coesão social e a cooperação. Os morcegos-vampiros, por exemplo, exibem uma forma de altruísmo recíproco ao regurgitar sangue para compartilhar com os membros do grupo que não conseguiram encontrar alimento, fomentando a cooperação e mantendo a coesão do grupo.[97] Insetos sociais,

94. Kaufman, A. B., Butt, A. E., Kaufman, J. C., & Colbert-White, E. N. (2011). Towards a neurobiology of creativity in nonhuman animals. *Journal of Comparative Psychology, 125*(3), 255-272. https://doi.org/10.1037/a0023147

95. Willemet, R. (2013). Reconsidering the evolution of brain, cognition, and behavior in birds and mammals. *Frontiers in Psychology, 4*, Article 396. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00396

96. Wiggins G. A., Tyack P., Scharff C., Rohrmeier M. (2015) The evolutionary roots of creativity: mechanisms and motivations. *Philosophical Transactions, The Royal Society of Biology, 370*: 20140099. http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0099

97. Wilkinson, G. S. (1984). Reciprocal food sharing in the vampire bat. *Nature, 308*(5955), 181-184. https://doi.org/10.1038/308181a0

como formigas e abelhas, apresentam uma divisão de trabalho e cooperação dentro das colônias, muitas vezes sacrificando a reprodução individual em prol do grupo.[98] Primatas, como bonobos e chimpanzés, também demonstram comportamentos que se assemelham a empatia, reconciliação e cooperação, indicativos de inclinações éticas em grupos sociais.[99]

Estudos sobre reciprocidade mútua em animais são extensos e mostram que "fungos, plantas, peixes, pássaros, ratos e primatas reforçam o benefício mútuo alterando contingentemente seus investimentos cooperativos com base nos retornos cooperativos".[100] Esse conceito se alinha a princípios éticos como justiça, cooperação e tratar os outros como gostaríamos de ser tratados, geralmente encapsulados na chamada "regra de ouro". A reciprocidade costuma ser vista como um aspecto fundamental do comportamento ético e compõe a base de muitas normas morais e culturais humanas. A ética animal pode ser diferente da humana; no entanto, muitos estudos documentam comportamentos que se alinham aos princípios de cooperação, justiça, empatia, reciprocidade e altruísmo.[101] É importante ser cauteloso ao equiparar tais comportamentos à ética humana, pois os comportamentos dos animais costumam ser motivados por pressões evolutivas e podem não envolver considerações morais no sentido humano. Sob a perspectiva evolutiva, os comportamentos éticos, como a empatia, costumam ser úteis apenas quando direcionados aos membros imediatos do grupo/família. Os lobos, por exemplo, não demonstram o mínimo de empatia em relação aos cães, embora também sejam caninos. Como nos animais, a ética humana tem como base as pressões sociais e ambientais. No entanto, por serem animais

98. Wilson, E. O. (1971). *The insect societies*. Harvard University Press.
99. de Waal, F. B. (1996). Good natured: The origins of right and wrong in humans and other animals. Harvard University Press.
100. Carter, G. (2014). The reciprocity controversy. *Animal Behavior and Cognition, 1*(3), 368-386. doi: 10.12966/abc.08.11.2014. https://www.animalbehaviorandcognition.org/uploads/journals/3/11.Carter_FINAL.pdf
101. Brosnan S. F. & de Waal F. B. (2014). Evolution of responses to (un)fairness. *Science, 346*(6207):1251776. doi: 10.1126/science.1251776. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4451566/

capazes de raciocínios complexos, os seres humanos têm uma responsabilidade maior de se comportar eticamente com todas as espécies. Por essas razões, é importante abordar com certa relatividade as questões de ética no reino animal.

- **Altruísmo em macacos-vervet:** um estudo conduzido pelo primatólogo holandês Frans de Waal (1948-2024) no final da década de 1980 documentou que os macacos-vervet se recusavam a dar choques elétricos em outros membros do grupo, mesmo quando isso lhes permitiria ter acesso a alimentos. Tal comportamento foi interpretado como evidência de altruísmo. (ETI2 e ETI3)
- **Empatia em ratos:** em um estudo publicado na revista *Science* em 2011 pela neurocientista Inbal Ben-Ami Bartal e outros autores foi demonstrado que ratos apresentavam comportamento empático. Eles trabalhavam para libertar os companheiros presos em um dispositivo de contenção, mesmo quando em vez disso poderiam ter obtido uma recompensa alimentar. (ETI3 e ETI5)
- **Morcegos-vampiros demonstram reciprocidade** compartilhando refeições de sangue com companheiros de ninho menos afortunados, na expectativa de que o favor seja retribuído no futuro.[102] Isso foi documentado pelo pesquisador norte-americano Gerald Wilkinson na década de 1980,[103] quando descobriu que tal compartilhamento não era indiscriminado, mas direcionado a indivíduos que haviam compartilhado com eles no passado. (ETI3 e ETI5)

Compreender e valorizar os comportamentos éticos em outras espécies traz profundas implicações éticas para as interações humanas com o mundo natural, desafiando nosso antropocen-

102. Carter G. & Wilkinson G. (2013). Does food sharing in vampire bats demonstrate reciprocity? *Communicative and Integrative Biology, 6*(6):e25783. doi: 10.4161/cib.25783. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3913674/

103. Wilkinson, G. S. (1990). Food sharing in vampire bats. *Scientific American, 262*(2), 76-83. http://www.jstor.org/stable/24996685

trismo tradicional, a visão centrada no ser humano que frequentemente sustenta decisões ecológicas.[104] Esse entendimento também exige que reavaliemos nossas práticas e considerações éticas em áreas como caça, conservação, poluição e bem-estar animal.[105] O tratamento ético deve se estender à proteção dos habitats, minimizando as perturbações e garantindo tratamento humanizado em cativeiro.[106] O reconhecimento da ética nos animais reforça a ideia de que todos os seres sencientes merecem consideração e respeito.

METACOGNIÇÃO E METAEMOÇÃO

"Só sei que nada sei." – Sócrates

MET1	Adaptar-se com flexibilidade para atender às necessidades específicas de cada situação.
MET2	Refletir sobre processos, aprendizagem e identidade.
MET3	Compreender as próprias emoções e reações.
MET4	Reconhecer e coordenar o próprio corpo e suas necessidades.
MET5	Definir metas, planos para alcançá-las e analisar o próprio progresso.
MET6	Monitorar a compreensão e gerenciar as informações adequadamente.
MET7	Avaliar as próprias ações e suas consequências.
MET8	Levar em consideração outros pontos de vista.
MET9	Reconhecer, se envolver e ter empatia com as emoções dos outros.
MET10	Cultivar a positividade, a paciência e a compaixão.

A **metacognição** – a capacidade de pensar sobre o próprio pensamento – em geral é considerada uma característica exclusivamente humana, mas vislumbres de autoconsciência e avaliação cognitiva são observados no reino animal. Alguns animais apresentam a "teoria da mente", a capacidade de atribuir estados men-

104. De Waal, F. B. (2022). Somos inteligentes o bastante para saber quão inteligentes são os animais? Zahar.
105. Bekoff, M. (2014). The animals' agenda: Freedom, compassion, and coexistence in the human age. Beacon Press.
106. Regan, T. (2004). *The case for animal rights*. University of California Press.

tais a si mesmos e aos outros.[107] Os macacos, como os chimpanzés, demonstram uma compreensão das perspectivas e intenções dos outros, indicando uma forma rudimentar de metacognição.[108] Os golfinhos e elefantes têm comportamentos que sugerem o autorreconhecimento, como o uso de espelhos para inspecionar partes de seus corpos que, de outra forma, estariam ocultas.[109] Os golfinhos também participaram de experimentos nos quais foram treinados para indicar sua confiança nas próprias respostas a tarefas baseadas na memória e nos quais ajustaram suas respostas com base no nível de certeza, revelando uma consciência dos processos cognitivos.[110] Da mesma forma, os gaios mostram evidências de tomada de decisão informada com base em sua incerteza sobre a localização de esconderijos de alimentos.[111]

Esses exemplos destacam como certos animais possuem capacidades cognitivas que envolvem o monitoramento dos próprios processos mentais ou a compreensão dos estados mentais dos outros. Embora a metacognição humana seja considerada mais avançada, esses elementos de autoconsciência no reino animal sugerem que a capacidade de introspecção e compreensão dos próprios estados cognitivos não é exclusiva dos seres humanos.

- **Macacos-rhesus:** em um estudo publicado no *Journal of Experimental Psychology* em 1995, os pesquisadores J. David Smith,

107. Zeiträg, C. & Jacobs, I. (2021). Animal Behaviour: The elusive perspective of a food thief. *eLife,* 10, e74048. https://elifesciences.org/articles/74048; Premack, D. e Woodruff, G. (1978) Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences,* 1,515-526. https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/doesthe-chimpanzee-have-a-theory-of-mind/1E96B02CD9850016B7C93BC6D2FEF1D0

108. Call, J., & Tomasello, M. (2008). Does the chimpanzee have a theory of mind? 30 years later. *Trends in Cognitive Sciences, 12*(5), 187-192. https://www.eva.mpg.de/documents/Elsevier/Call_Does_TrendsCogSci_2008_1554401.pdf

109. Reiss, D., & Marino, L. (2001). Mirror self-recognition in the bottlenose dolphin: A case of cognitive convergence. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 98*(10), 5937-5942. https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.101086398

110. Smith, J. D., Shields, W. E., & Washburn, D. A. (1995). The comparative psychology of uncertainty monitoring and metacognition. *Behavioral and Brain Sciences, 18*(2), 269-270. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14968691/

111. Clayton, N. S., & Dickinson, A. (1998). Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. *Nature, 395*(6699), 272-274. https://doi.org/10.1038/26216

Daniel J. Schull, Valerie A. Strote e Kristina R. McGee demonstraram que os macacos-rhesus podem apresentar uma forma de metacognição. Eles foram submetidos a uma série de testes cognitivos e tinham a opção de recusar o teste se não tivessem certeza da resposta. Os macacos optaram por recusar com mais frequência quando os testes eram difíceis ou ambíguos, sugerindo que tinham alguma consciência dos próprios processos cognitivos.[112]

- **Pássaros:** foi sugerido que algumas aves, como o gaio-do-mato-ocidental, apresentam formas de metacognição. Em um estudo publicado na *Nature* em 2003, a psicóloga e professora britânica Nicola S. Clayton e colaboradores mostraram que o gaio-do-mato-ocidental é capaz de se lembrar do que, onde e quando armazenou alimentos, sugerindo que sua memória pode ser do tipo episódica, intimamente relacionada à metacognição.

Essas descobertas sobre a metacognição animal fornecem insights valiosos sobre as raízes evolutivas dos processos metacognitivos e podem nos ajudar a entender como esses mecanismos cognitivos se desenvolveram nos humanos.[113] A cognição comparativa e a biologia evolutiva sugerem que o modo como os animais lidam com a incerteza,[114] avaliam o próprio conhecimento e ajustam o comportamento de acordo com ele pode fornecer informações sobre as vantagens adaptativas da metacognição. Essas descobertas também apoiam a ideia de que os processos metacognitivos podem ter evoluído gradualmente em resposta a pressões seletivas, criando uma base para a metacognição mais sofisticada observada em seres humanos.

112. Hampton, R. R. (2001). Rhesus monkeys know when they remember. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 98*(9), 5359-5362. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11274360/

113. Beran, M. J., Parrish, A. E., *et al.* (2014). Comparative cognition: Past, present, and future. International journal of comparative psychology/ ISCP; sponsored by the International Society for Comparative Psychology and the University of Calabria, 27(1), 3. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4239033/

114. Smith, J. D., Shields, W. E., & Washburn, D. A. (1995). The comparative psychology of uncertainty monitoring and metacognition. *Behavioral and Brain Sciences, 18*(2), 265-266. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14968691/

A **metaemoção,** ou a consciência do próprio estado físico e emocional no momento presente, é frequentemente associada às práticas humanas. O termo análogo *mindfulness* tem raízes na psicologia e em várias tradições espirituais. Quando se trata de animais, a atribuição de mindfulness é um pouco complicada, pois se trata de um atributo cognitivo complexo que exige autoconsciência e reflexão, e ainda há um debate sobre até que ponto os animais possuem essas qualidades. No entanto, estados que poderiam ser comparados aos componentes da metaemoção em seres humanos são observados no reino animal. Tais comportamentos são normalmente associados a uma maior atenção ao momento presente e ao ambiente durante a realização de tarefas específicas. As lontras, por exemplo, exibem comportamentos conscientes durante a busca de alimentos, pois procuram meticulosamente por presas embaixo d'água e permanecem em sintonia com o ambiente a seu redor.[115]

Muitos predadores demonstram intensa concentração e calma enquanto observam seus arredores ou perseguem suas presas. A atenção concentrada, a imobilidade, o silêncio e a paciência necessários para tais atividades se assemelham ao aspecto de consciência concentrada do mindfulness. Os leões são conhecidos por sua paciência e atenção concentrada durante as caçadas. Eles costumam passar horas observando calmamente suas presas em posições ocultas antes de lançar um ataque coordenado.[116] Os leopardos-das-neves, caçadores esquivos e solitários, são mestres em atenção concentrada. Eles perseguem as presas silenciosamente, misturando-se ao ambiente e aguardando o momento perfeito para atacar.[117] Os crocodilos são predadores de emboscada que demonstram uma paciência extraordinária. Eles esperam

115. Kalan, A. K. (2006). Observations on the ecology of the giant otter *Pteronura brasiliensis* in the Llanos of Venezuela. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin, 23*(1), 16-22. https://www.persee.fr/doc/revec_0249-7395_1980_num_34_4_4073

116. Schaller, G. B. (1972). *The Serengeti lion: A study of predator-prey relations*. University of Chicago Press.

117. McCarthy, T., & Chapron, G. (2003). *Snow leopard survival strategy*. Seattle: International Snow Leopard Trust. http://www.catsg.org/fileadmin/filesharing/3.Conservation_Center/3.4._Strategies___Action_Plans/Snow_leopard/McCarthy_et_al_2003_Snow_leopard_survival_strategy.pdf

em silêncio perto da margem da água, completamente imóveis, observando as presas em potencial e concentrando a atenção em seus alvos.[118]

Os elefantes representam um caso particularmente convincente para os componentes da metaemoção em mamíferos não humanos. Conhecidos pelos fortes vínculos sociais e pela aparente inteligência emocional, eles exibem uma série de comportamentos que sugerem uma consciência do entorno e das emoções, incluindo a atenção e a sensibilidade aos estados emocionais de outros elefantes no grupo.[119] Pesquisadores documentaram elefantes se aproximando e tocando gentilmente o corpo de uma matriarca falecida, mostrando sinais de pesar e angústia. Esse comportamento sugere uma compreensão da morte e a capacidade de sentir empatia pelos estados emocionais de outros elefantes.[120]

À medida que pesquisas sobre a cognição animal e as bases evolutivas da cognição humana se expandem, é provável que descubramos cada vez mais que a capacidade de consciência focada, a inteligência emocional e outros aspectos da metaemoção têm raízes evolutivas nas vantagens adaptativas desses comportamentos.

COMPETÊNCIAS NO MUNDO NÃO ANIMAL: PLANTAS E FUNGOS

Como todas as formas de vida bem-sucedidas, as plantas e os fungos desenvolveram comportamentos adaptativos para garantir a sobrevivência e demonstrar resiliência nas capacidades de adaptação e sobrevivência. No entanto, o aumento das pesquisas no mundo das plantas e dos fungos fornece evidências de que, embora esses organismos possam não possuir "com-

118. Dinets, V. (2015). Nocturnal behavior of American alligator (*Alligator mississippiensis*) and Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the Rupununi Savanna, Guyana. *Herpetology Notes*, 8, 171-175.

119. McComb, K., Baker, L., Moss, C., & Durant, S. M. (2011). African elephants show high levels of interest in the bones of their own kind. *Biology Letters, 7*(5), 829-832. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17148317/

120. Douglas-Hamilton, I., Bhalla, S., Wittemyer, G., & Vollrath, F. (2006). Behavioural reactions of elephants towards a dying and deceased matriarch. *Applied Animal Behaviour Science, 100*(1-2), 87-102. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.04.014

petências" no sentido tradicional, eles se envolvem em formas fascinantes de colaboração e comunicação por meio de sinalização química que beneficia tanto os organismos quanto seus ecossistemas. As maneiras sofisticadas pelas quais as plantas e os fungos interagem dentro dos ecossistemas e entre si demonstram a capacidade de se adaptar e prosperar por meio de relações ecológicas complexas.

Um exemplo notável são as redes micorrízicas formadas entre as árvores e os fungos micorrízicos. Árvores como os abetos-de-douglas colaboram com os fungos em uma relação mutuamente benéfica. As árvores lhes fornecem os açúcares produzidos por meio da fotossíntese e, em troca, os fungos aumentam a capacidade de absorção de nutrientes da árvore, estendendo suas redes de hifas para transportar água e nutrientes, inclusive minerais essenciais, do solo para as raízes da árvore.[121]

As plantas também se comunicam por meio de sinalização química. Quando atacadas por herbívoros, elas podem liberar compostos orgânicos voláteis no ar para alertar as plantas vizinhas sobre a ameaça iminente. Essa "conversa" entre plantas, conhecida como voláteis de plantas induzidos por herbívoros (VPIHs), pode fazer com que as plantas vizinhas produzam substâncias químicas defensivas para deter os herbívoros.[122]

A alelopatia é outra maneira de comunicação química entre as plantas. Algumas liberam substâncias químicas no solo que inibem o crescimento de plantas concorrentes próximas. A nogueira-preta (*Juglans nigra*), por exemplo, secreta a substância química juglone, que pode inibir o crescimento de outras plantas ao redor, dando-lhe uma vantagem competitiva.[123]

121. Simard, S. W., Perry, D. A., Jones, M. D., Myrold, D. D., Durall, D. M., & Molina, R. (1997). Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. *Nature, 388(6642)*, 579-582. https://courses.cit.cornell.edu/econ6100/Simard1997.pdf

122. Dicke, M., & Baldwin, I. T. (2010). The evolutionary context for herbivore-induced plant volatiles: beyond the 'cry for help'. *Trends in Plant Science, 15*(3), 167-175. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20047849/

123. Rice, E. L. (1984). *Allelopathy*. 2nd edition. Academic Press.

CONCLUSÃO

A exploração dos fundamentos evolutivos das competências humanas lança luz sobre a notável continuidade entre o reino animal e nós mesmos.[124] *Embora os humanos possuam manifestações únicas e complexas de pensamento crítico, criatividade, colaboração, comunicação, curiosidade, coragem e resiliência, podemos rastrear as origens dessas habilidades até a base da história evolutiva.* Ao estabelecermos paralelos com os comportamentos e traços observados nos animais, podemos aprofundar nossa compreensão desses aspectos fundamentais da natureza humana e obter uma maior apreciação da intrincada rede de vida no planeta. Reconhecer e apreciar as raízes evolutivas de nossas competências pode nos inspirar a cultivar e aproveitar essas qualidades para enfrentar os desafios complexos de nosso mundo e fomentar uma coexistência mais harmoniosa com outras espécies.

A tabela a seguir apresenta um resumo das características descritas acima:

EVIDÊNCIA FORTE	Algumas exceções podem ocorrer quando apropriado
EVIDÊNCIA MÉDIA	Algumas exceções podem ocorrer quando apropriado
EVIDÊNCIA FRACA	Algumas exceções podem ocorrer quando apropriado
AINDA NÃO ESTUDADO	Algumas exceções podem ocorrer quando apropriado
AUSENTE	Algumas exceções podem ocorrer quando apropriado

Fonte: CCR.

124. Buss, D. M. (2009). Evolutionary Psychology: The New Science of the Mind. Pearson Education.

	Fungos/plantas e animais						Humanos
	Plantas e fungos	Insetos sociais	Tubarões	Cefalópodes	Pássaros	Mamíferos não humanos	
Metaemoção							
Metacognição		Estratégias de aprendizado	Consciência	Autoconsciência rudimentar		Autoconsciência rudimentar e teoria da mente	
Ética		Altruísmo				Altruísmo e equidade	
Coragem							
Criatividade	Químico						
Pensamento crítico	Solução de problemas e "raciocínio" espacial	Avaliação e "raciocínio" espacial	Cooperação		Solução de problemas	Solução de problemas	
Curiosidade	Químico	Exploração	Novidade				
Colaboração	"Web em toda a floresta"	Espírito de colmeia	Cooperação	Solitário			
Comunicação	"Você não pode não se comunicar" (Gregory Bateson)						
Resiliência							
	A pressão evolutiva para sobreviver provoca Estresse = Dor/Prazer → gera MEDO/alegria → Força o desenvolvimento de medidas adaptativas (agressão, cobiça etc.)						

Ao traçar paralelos entre as adaptações biológicas e o desenvolvimento de competências, obtemos percepções fundamentais para aumentar a empatia humana por meio da humildade. Tais percepções desafiam as noções de excepcionalismo humano, promovendo uma perspectiva mais inclusiva e respeitosa com relação a outros seres. O reconhecimento das raízes evolutivas das competências em espécies não humanas incentiva os seres humanos a entenderem que eles fazem parte de uma rede ecológica maior. A empatia que cultivamos por outras criaturas vivas pode se estender a nossas próprias relações sociais e a nosso bem-estar, e contribuir para o desenvolvimento de um mundo mais inclusivo e compassivo. Um dos objetivos finais de reconhecer a sabedoria e as capacidades cognitivas inerentes ao mundo natural é lutar por um futuro no qual a empatia e a humildade guiem nossas interações com todos os seres, além de entender e aceitar melhor outras formas de inteligência, inclusive inteligências não orgânicas, como a IA.

Teorias de Sabedoria

"Conceda-me a serenidade para aceitar as coisas que não posso mudar, a coragem para mudar aquelas que posso e a sabedoria para distinguir umas das outras."
Atribuído a Reinhold Niebuhr

Embora o conceito de sabedoria possa parecer amorfo, existem vários modelos bem testados que dizem o que ela é e até mesmo fornecem métricas para medi-la. No entanto, essas estruturas, mesmo as mais recentes, não são utilizadas na Educação. A estrutura 4D do CCR oferece um caminho para a ativação dessas estruturas de sabedoria. Primeiro, discutiremos as estruturas existentes e depois as mapearemos para a estrutura 4D.

Desde o final da década de 1970, pesquisadores têm se dedicado a desenvolver sistematicamente um modelo de sabedoria no contexto da pesquisa psicológica. Esse trabalho levou a vários modelos de sabedoria, ilustrando seus componentes e funcionamento.[125] Os primeiros modelos, como o trabalho do psicólogo norte-americano Robert Sternberg,[126] forneceu a base para uma abordagem mais sistemática e empírica para a compreensão da sabedoria na psicologia e contribuiu para o entendimento da sabedoria como um conceito complexo que integra dimensões cognitivas, emocionais e morais.[127] O modelo tridimensional da socióloga e pesquisadora norte-americana Monika Ardelt[128] introduziu dimensões reflexivas e afetivas além das dimensões cognitivas, inspirando estudos empíricos que examinam esses componentes e sua relação com o bem-estar. A pesquisa da equipe dos psicólogos alemães Paul Baltes e Ursula Staudinger sobre sabedoria, virtude

125. Por exemplo: Clayton, Vivian P. & James E. Birren. (1980). "The Development of Wisdom Across the Life-Span: A Re-Examination of an Ancient Topic." *In*: P. B. Baltes e O. G. Brim, Jr. (Eds.), *Life-span Development and Behavior* (pp. 103-135). Nova York: Academic Press; Kekes, John. (1997). *Moral Wisdom and Good Lives*. Ithaca, NY: Cornell University Press; Meacham, Jon A. (1983). "Wisdom and the context of knowledge: Knowing that one doesn't know." *In*: D. Kuhn and J. A. Meacham (Eds.), *On the Development of Developmental Psychology* (pp. 111-134). Basel: Karger.

126. Sternberg, R. J. (1985). Implicit Theories of Intelligence: Creativity and Wisdom. *Journal of Personality and Social Psychology,* 49, 607-627; Sternberg, R.J. (Ed.) (1990). *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development*. Nova York, NY: Cambridge University Press.

127. Sternberg, Robert J. & J. Jordan. (Eds.) (2005). *Handbook of Wisdom: Psychological Perspectives*. Nova York: Cambridge University Press.

128. Ardelt, Monika (2004). Wisdom as Expert Knowledge System: A Critical Review of a Contemporary Operationalization of an Ancient Concept. *Human Development, 47*(5), 257-285. https://doi.org/10.1159/000079154

e envelhecimento[129] resultou no Modelo de Sabedoria de Berlim, que continua sendo um dos modelos mais testados empiricamente[130] e se concentra nos processos cognitivos e no conhecimento relacionado à sabedoria.

Entre as estruturas existentes, a Teoria do Equilíbrio da Sabedoria, de Sternberg, o Modelo de Sabedoria de Berlim, de Baltes, e o Modelo Tridimensional de Sabedoria, de Ardelt, foram particularmente influentes[131] na formação da compreensão contemporânea da sabedoria em todas as disciplinas, fornecendo estruturas para investigação empírica e vinculando a sabedoria a vários domínios da vida humana (embora esses modelos não sejam universalmente aceitos na totalidade). A Teoria do Equilíbrio, de Sternberg, por meio da ênfase no equilíbrio entre interesses intrapessoais, interpessoais e extrapessoais, foi influente na ligação de vários aspectos da sabedoria. O Modelo de Berlim, de Baltes, aprofundou esse trabalho ao conceituar a sabedoria como uma forma de sistema de conhecimento especializado relativo à questão pragmática fundamental da vida. O modelo serviu de base para muitos estudos posteriores e ajudou a moldar a compreensão científica da sabedoria. A crítica de Ardelt ao primeiro contribuiu para expandir a compreensão da sabedoria além dos processos cognitivos, para as dimensões reflexivas e afetivas. Todos esses modelos estabelecidos embasam o estudo contínuo da sabe-

129. Baltes, P. B., J. Smith, J. & U. M. Staudinger. (1992). "Wisdom and successful aging." *In*: T. B. Sonderegger (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation* 39, 123-167. Lincoln: University of Nebraska Press; Baltes, P.B. & Ursula M. Staudinger. (2000). Wisdom: A Metaheuristic (Pragmatic) to Orchestrate Mind and Virtue Toward Excellence. *American Psychologist*, 55, 122-136.

130. Mickler Charlotte & Ursula M. Staudinger. (2008). Personal Wisdom: Validation and Age-Related Differences of a Performance Measure. *Psychology and Aging, 23*(4),787-99. doi: 10.1037/a0013928. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19140650/; Staudinger, Ursula M. and Judith Glück. (2011). Psychological Wisdom Research: Commonalities and Differences in a Growing Field. *Annual Review of Psychology, 62*(1), 215-241. https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.121208.131659.

131. Dong, M., Weststrate, N. M., & Fournier, M. A. (2023). Thirty Years of Psychological Wisdom Research: What We Know About the Correlates of an Ancient Concept. *Perspectives on Psychological Science, 18*(4), 778-811. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/17456916221114096

doria e as novas abordagens que surgiram nos últimos anos, como a recente Escala de Sabedoria de San Diego.

TEORIA DO EQUILÍBRIO DA SABEDORIA

A Teoria do Equilíbrio da Sabedoria, de Sternberg, postula que a sabedoria é a capacidade de fazer julgamentos e tomar decisões sensatas que buscam um bem comum, equilibrando vários interesses e perspectivas.[132] De acordo com essa estrutura, a sabedoria envolve a integração de três elementos fundamentais: os valores de um indivíduo, seu conhecimento tácito e o contexto situacional no qual a decisão é tomada. A Teoria do Equilíbrio enfatiza que uma decisão sábia deve conciliar os próprios interesses com os dos outros e, ao mesmo tempo, integrar esses interesses em considerações sociais mais amplas.

Sternberg sugere que indivíduos sábios equilibram os interesses intrapessoais, interpessoais e extrapessoais para alcançar um bem comum. Tal equilíbrio é alcançado por meio da aplicação do conhecimento tácito, que é o conhecimento adquirido por meio de experiências de vida e não da Educação formal. A teoria de Sternberg enfatiza que a sabedoria não se refere apenas a habilidades cognitivas ou de solução de problemas, sendo uma forma mais ampla e adaptativa de inteligência que considera valores e busca um equilíbrio harmonioso entre interesses concorrentes.

A teoria de Sternberg, embora inovadora na época, tem sido alvo de críticas e debates na comunidade científica. Monika Ardelt, por exemplo, argumenta que essa teoria não capta toda a complexidade do conceito de sabedoria.[133] Em sua análise de cinco medidas diferentes de sabedoria, a psicóloga alemã Judith Glück e sua equipe descobriram que a teoria de Sternberg era uma das medidas menos bem respaldadas em termos

132. Sternberg, Robert J. (1998). A Balance Theory of Wisdom. *Review of General Psychology,* 2, 347-365.

133. Ardelt, M. (2004). Wisdom as Expert Knowledge System: A Critical Review of a Contemporary Operationalization of an Ancient Concept. *Human Development, 47*(5), 257-285. https://doi.org/10.1159/000079154

de confiabilidade e validade. A determinação de Glück de que a estrutura de três fatores da teoria não foi replicada de modo consistente em estudos empíricos também é repetida por outros pesquisadores.[134]

MODELO DE SABEDORIA DE BERLIM

O Modelo de Sabedoria de Berlim, formulado por Paul B. Baltes e sua equipe, delineia a sabedoria como um amálgama de elementos cognitivos, reflexivos e afetivos que, em conjunto, fomentam uma compreensão profunda da vida humana.[135] Eles afirmam que a sabedoria transcende as capacidades cognitivas e é inestimável tanto em nível pessoal quanto social. O modelo compreende cinco critérios: amplo conhecimento factual sobre as facetas da vida, conhecimento processual para lidar com os desafios, compreensão da vida como uma interação dinâmica de diversos contextos, apreciação da pluralidade de valores entre culturas e habilidade para reconhecer e gerenciar a incerteza e a ambiguidade.

Esse modelo sintetiza a sabedoria como um atributo multifacetado que engloba um rico reservatório de conhecimento sobre a vida e estratégias para navegar por ela. Ele enfatiza a importância de reconhecer a natureza da vida humana orientada pelo contexto, respeitando a diversidade de valores e crenças e desenvolvendo a perspicácia para lidar com as incertezas e ambiguidades inerentes à vida. O Modelo de Berlim estabelece a sabedoria como mais do que apenas inteligência, destacando sua complexa integração de conhecimento, reflexão e compreensão em relação aos desafios da vida.

Embora o Modelo de Berlim de sabedoria tenha sido influente no estudo da sabedoria, ele também foi criticado. Alguns pesquisadores sugeriram que o modelo pode ser muito amplo e carecer

134. Glück, J., König, S., Naschenweng, K., Redzanowski, U., Strasser, I., & W. Wiedermann. (2013). How to measure wisdom: Content, reliability, and validity of five measures. *Frontiers in Psychology, 4*, 42087. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00405; Grossmann I. & Kross E. (2014). Exploring Solomon's paradox: self-distancing eliminates the self-other asymmetry in wise reasoning about close relationships in younger and older adults. *Psychological Science, 25*(8), 1571-80. doi: 10.1177/0956797614535400.

135. Baltes, P. B. & Staudinger, U.M. (2000). Wisdom. *American Psychologist, 55*(1), 122-136. https://library.mpib-berlin.mpg.de/ft/pb/PB_Wisdom_2000.pdf

de especificidade,[136] enquanto outros, incluindo Kunzmann e Baltes,[137] argumentaram que ele pode enfatizar demais os aspectos cognitivos da sabedoria em detrimento das dimensões afetivas e interpessoais e do comportamento pró-social.[138]

MODELO TRIDIMENSIONAL DE SABEDORIA

O Modelo Tridimensional de Sabedoria, de Monika Ardelt, é uma estrutura influente que amplia a compreensão da sabedoria, conceituando-a de modo multifacetado. O modelo é construído em três dimensões inter-relacionadas: cognitiva, reflexiva e afetiva.[139] Neste modelo, o aspecto cognitivo é entendido como mais do que mero conhecimento factual, enfatizando a apreciação das complexidades da vida e a busca de uma compreensão mais profunda. Juntamente com esse componente intelectual, a dimensão reflexiva promove a introspecção, a empatia e a capacidade de ver a vida de várias perspectivas. O aspecto afetivo destaca os elementos emocionais e morais da sabedoria, abrangendo qualidades como compaixão e empatia e enfatizando um senso compartilhado de humanidade.

O modelo de Ardelt ressalta a necessidade de equilibrar e integrar essas três dimensões. Unindo-as, ele oferece um conceito multifacetado que reconhece que a sabedoria não se refere apenas às capacidades intelectuais, mas também envolve a compreensão de como nos sentimos, pensamos e agimos.[140] Esse modelo tem sido

136. Grossmann I. & Kross E. (2014). Exploring Solomon's paradox: self-distancing eliminates the self-other asymmetry in wise reasoning about close relationships in younger and older adults. *Psychological Science, 25*(8), 1571-80. doi: 10.1177/0956797614535400.

137. Kunzmann, U. & Baltes, P. B. (2003). Wisdom-related knowledge: Affective, motivational, and interpersonal correlates. *Personality and Social Psychology Bulletin, 29*(10), 1104-1119. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15189607/

138. Ardelt, M. (2003). Empirical Assessment of a Three-Dimensional Wisdom Scale. *Research on Aging*, 25, 275-324.

139. Ardelt, M. (2004). Where Can Wisdom Be Found? *Human Development, 47*(5), 304-307. https://www.jstor.org/stable/26763814

140. Ardelt, M. (2016). Disentangling the Relations Between Wisdom and Different Types of Well-Being in Old Age: Findings from a Short-Term Longitudinal Study. *Journal of Happiness Studies*, 17, 1963-1984. https://doi.org/10.1007/s10902-015-9680-2; Bergsma, A. & Ardelt, M. (2012). Self-Reported Wisdom and Happiness: An Empirical Investigation. *Journal of Happiness Studies*, 13, 481-499. https://doi.org/10.1007/s10902-011-9275-5

usado em pesquisas empíricas, proporcionando uma visão mais abrangente da sabedoria que ecoa tanto nas tradições filosóficas quanto na compreensão psicológica moderna. Ao considerar aspectos cognitivos, reflexivos e afetivos, ele oferece uma perspectiva diferenciada que capta a complexidade e a riqueza da sabedoria.

ESCALA DE SABEDORIA DE SAN DIEGO

O neurocientista e psiquiatra norte-americano Dilip Jeste, juntamente com seus colegas da Universidade da Califórnia, em San Diego, desenvolveu a Escala de Sabedoria de San Diego (SD-WISE) como uma ferramenta para medir a sabedoria usando métodos empíricos. O desenvolvimento da escala foi influenciado pela integração de pesquisas existentes (por exemplo, os modelos psicológicos de sabedoria de Baltes e Staudinger, Ardelt e Sternberg), literatura científica em psicologia, neurobiologia e cognição e perspectivas filosóficas sobre a sabedoria, como os trabalhos de filósofos e acadêmicos que estudaram a sabedoria em várias culturas e contextos históricos. Com base nessa extensa revisão da literatura sobre sabedoria (tanto nas perspectivas ocidentais como orientais), a equipe de Jeste formulou um modelo de sabedoria baseado em seis componentes principais: comportamentos pró-sociais, regulação emocional, autorreflexão, aceitação da diversidade, capacidade de decisão e aconselhamento social. Baseado na neurociência e na psicologia, o modelo de Jeste ressalta a importância da sabedoria na saúde mental e no bem-estar geral.[141] Ele sugere que a sabedoria, sendo mensurável e passível de aprimoramento por meio de intervenções, tem origens evolutivas ligadas à cooperação social e à adaptabilidade. A pesquisa de Jeste também fornece evidências que vinculam aspectos distintos da sabedoria a regiões específicas do cérebro.

As críticas ao trabalho de Jeste costumam se concentrar na base neural da estrutura[142] e na falta de envolvimento com a com-

141. Jeste, D. & LaFee, S. (2020). *Wiser: The Scientific Roots of Wisdom, Compassion, and What Makes Us Good*. Louisville, CO: Sounds True. https://dilipjestemd.com/product/wiser
142. Ferrari, M. & N.M. Weststrate. (Eds). (2013). *The Scientific Study of Personal Wisdom*. Londres: Springer Nature. https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-7987-7

plexa relação entre função cerebral e comportamento.[143] O próprio Jeste e outros pesquisadores também descrevem as limitações do uso de técnicas de neuroimagem para estudar a sabedoria, argumentando que a base neural da sabedoria pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo o ambiente e a genética.[144]

Para operacionalizar o Modelo de Sabedoria de Jeste, em 2017 foi criada a Escala de Sabedoria de San Diego (SD-WISE).[145] A SD--WISE é um instrumento psicométrico que quantifica a sabedoria ao avaliar os seis componentes identificados no modelo por meio de uma série de afirmações. A escala é digna de nota por sua fundamentação na neurociência, o que confere uma base tangível para a compreensão e a medição da sabedoria. Dissecando a sabedoria em seis componentes, ela oferece uma compreensão mais elaborada e permite a formulação de intervenções direcionadas ao aprimoramento da sabedoria. A SD-WISE tem aplicações práticas em ambientes clínicos, educacionais e de pesquisa, servindo como uma ferramenta inestimável para avaliar e fomentar a sabedoria no mundo contemporâneo.[146]

O Modelo de Sabedoria de Berlim, de Baltes, e o Modelo de Sabedoria, de Jeste, superam a Teoria do Equilíbrio da Sabedoria, de Sternberg, em termos de eficácia devido a suas estruturas fundamentadas empiricamente. O Modelo de Berlim delineia critérios específicos, incluindo conhecimento factual, conhe-

143. Kunzmann, U. & Baltes, P.B. (2003). Wisdom-related knowledge: Affective, motivational, and interpersonal correlates. *Personality and Social Psychology Bulletin, 29*(10), 1104-1119. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15189607/

144. Bangen K.J., Meeks T. W. & Jeste, D.V. (2013). Defining and assessing wisdom: a review of the literature. *American Journal of Geriatric Psychiatry, 21*(12),1254-66. doi: 10.1016/j.jagp.2012.11.020.

145. UC San Diego, Center for Healthy Aging. (2023). San Diego Wisdom Scale. https://healthyaging.ucsd.edu/research/sd-wise.html

146. Jeste, D. V., Thomas, M. L., Liu, J., Daly, R. E., Tu, X. M., Treichler, E. B .H., Palmer, B. & Lee, E. E. (2020). Is Spirituality a Component of Wisdom? Study of 1,786 Adults Using Expanded San Diego Wisdom Scale (Jeste-Thomas Wisdom Index). *Journal of Psychiatric Research*, 132, 174-181. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33126011/ ; Lee E. E., Bangen K. J., Avanzino J. A., Hou B., Ramsey M., Eglit G., Liu J., Tu X. M., Paulus, M. & Jeste, D. V. (2020). Outcomes of Randomized Clinical Trials to Enhance Social, Emotional, and Spiritual Components of Wisdom: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Psychiatry, 77*(9), 925-935. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32401284/

cimento processual e uma apreciação dos contextos e valores culturais, permitindo uma medição precisa e uma compreensão mais abrangente da sabedoria. Da mesma maneira, o modelo de Jeste especifica componentes concretos, como comportamentos pró-sociais e regulação emocional. A ferramenta SD-WISE não apenas vincula a sabedoria à neurociência, mas também permite a avaliação empírica e o desenvolvimento de intervenções para fomentar a sabedoria. Em contraste, a teoria de Sternberg, por ser mais abstrata e menos fundamentada em pesquisas empíricas, fica aquém da aplicabilidade prática. Os modelos de Baltes e de Jeste, com seus critérios concretos e fundamentos empíricos, oferecem estruturas mais robustas e acionáveis para a compreensão e o cultivo da sabedoria.

Teorias de Motivação

O final do século 20 assistiu ao surgimento de vários modelos de motivação humana, muitos dos quais ainda são empregados de uma forma ou de outra (a Pirâmide de Maslow é um dos principais exemplos). Os três modelos discutidos abaixo são fundacionais e abordam a motivação de diferentes perspectivas: importância das necessidades, motivação extrínseca e intrínseca.

A **Pirâmide de Maslow** é uma estrutura motivacional em psicologia que sugere uma estrutura hierárquica de cinco níveis de necessidades humanas, em que os indivíduos são motivados a satisfazer as necessidades básicas antes de passar para as necessidades de nível superior.[147] Na base da pirâmide estão as necessidades fisiológicas – os requisitos fundamentais para a sobrevivência humana, como ar, água, comida e sono. Sem essas necessidades satisfeitas, as demais se tornam irrelevantes. Quando as necessidades fisiológicas são atendidas, os indivíduos podem se concentrar no próximo nível: as necessidades de segurança (segurança pessoal, emprego, recursos financeiros, saúde e um ambiente estável). O nível seguinte é o das necessidades de amor e pertencimento. Esse estágio enfatiza os relacionamentos, a amizade, a família e a intimidade. Os seres humanos, sendo criaturas inerentemente sociais, buscam companheirismo e amor, muitas vezes encontrando motivação na procura dessas conexões.

O quarto nível, necessidades de estima, é dividido em duas categorias: a necessidade de autoestima e o desejo de respeito e reconhecimento dos outros. Ele envolve sentimentos de realização, domínio, independência e status. Quando essas necessidades são satisfeitas, o indivíduo está preparado para o nível mais alto: a autorrealização. Esse ápice representa a realização do potencial do indivíduo, buscando o crescimento pessoal, a autorrealização e as experiências supremas. Maslow reconheceu que nem todos atingem ou obrigatoriamente buscam esse nível de autorrealização em suas vidas.[148]

147. Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review, 50*(4), 370-396. https://doi.org/10.1037/h0054346

148. Maslow, A. H. (1970). *Motivation and personality* (2a ed.) Harper & Row. https://www.eyco.org/nuovo/wp-content/uploads/2016/09/Motivation-and-Personality-A.H.Maslow.pdf

A **Teoria da Expectativa**, de Victor Vroom, se concentra nos processos cognitivos relativos à escolha, sugerindo que os indivíduos são motivados a agir de determinada maneira se esperam que suas ações levem a um resultado desejado. Esse conceito se baseia em três elementos: expectativa (a crença de que o esforço levará ao desempenho), instrumentalidade (a crença de que o desempenho levará aos resultados) e valência (valor positivo ou negativo atribuído aos resultados).[149]

Em outras palavras, a expectativa é a avaliação que uma pessoa faz da probabilidade de realizar uma determinada tarefa. Se um aluno acredita que se esforçar mais em um projeto levará ao sucesso, por exemplo, essa expectativa positiva pode motivá-lo a trabalhar mais. Instrumentalidade é a conexão entre o desempenho e o resultado. Se um aluno acredita que se destacar em uma tarefa pode levar a uma recompensa, tal percepção fortalece sua instrumentalidade. Por fim, a valência é a importância ou o valor que o indivíduo atribui ao resultado ou à recompensa em potencial. Se um aluno valoriza muito uma recompensa, a valência é positiva. Se não se importa com a recompensa, a valência pode ser zero ou até negativa, quando o resultado for percebido como indesejável.

A **Teoria da Autodeterminação**[150] se concentra no quanto o comportamento de um indivíduo é motivado por sua própria motivação (intrínseca) e autonomia. De acordo com essa teoria, os indivíduos têm tendências inatas de crescimento e necessidades psicológicas: competência, autonomia e relacionamento. A competência se refere à necessidade de ser eficaz e dominar tarefas, a autonomia enfatiza o desejo de controlar as próprias ações e fazer escolhas, e o relacionamento representa a necessidade de formar conexões significativas e ser aceito pelos outros. Quando essas necessidades são atendidas,

149. Vroom, V. H. (1964). *Work and motivation*. Nova York: John Wiley & Sons.

150. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. Plenum; Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

os indivíduos apresentam níveis mais altos de motivação intrínseca, o que leva a um maior aprendizado, envolvimento e bem-estar.[151]

A Teoria da Autodeterminação defende que compreender a distinção entre motivação intrínseca e extrínseca é fundamental na Educação. A motivação intrínseca está associada à melhor compreensão, ao desempenho acadêmico e à persistência em atividades relacionadas à escola.[152] Por outro lado, a motivação extrínseca pode prejudicar a aprendizagem ao minar a motivação intrínseca, resultando na diminuição do interesse, da criatividade e da capacidade de solucionar problemas.[153]

Os motivadores extrínsecos tradicionais, como notas, distinções e caminhos rígidos para o sucesso, estão se tornando menos eficazes diante da diversidade de planos de carreira, da economia de trabalho temporário e da promessa cada vez menor de segurança no emprego a longo prazo em profissões convencionais.[154] Tal mudança é agravada pela onipresença de gratificações digitais instantâneas, nas quais recompensas como "curtidas", "compartilhamentos" e outros reconhecimentos digitais muitas vezes superam as recompensas mais lentas e de longo prazo das realizações educacionais.[155] Isso representa vários riscos: depender muito de motivadores extrínsecos em declínio pode levar à redução do envolvimento do aluno, à diminuição da paixão pelo aprendizado e a um possível aumento

151. Niemiec, C. P., & Ryan, R. M. (2009). Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: Applying self-determination theory to educational practice. Theory and Research in Education, 7(2), 133-144. https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1477878509104318

152. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry, 11*(4), 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

153. Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin, 125*(6), 627-668. https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.6.627

154. Pink, D. H. (2009). Drive: The surprising truth about what motivates us. Nova York: Riverhead Books.

155. Twenge, J. M., & Campbell, W. K. (2018). Associations between screen time and lower psychological well-being among children and adolescents: Evidence from a population-based study. *Preventive Medicine Reports, 12*, 271-283. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30406005/

do desinteresse acadêmico ou do *burnout*.[156]

No entanto, a motivação extrínseca continua a influenciar significativamente o desempenho dos alunos. Para alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, fontes importantes de motivação extrínseca incluem notas, elogios de professores e colegas, prêmios ou reconhecimento em assembleias escolares e recompensas tangíveis, como certificados, medalhas ou até pequenos prêmios por realizações. Além disso, as expectativas e o feedback da família muitas vezes desempenham um papel fundamental na formação da motivação do aluno para ter um bom desempenho acadêmico.[157] Recompensas extrínsecas, como bolsas de estudo, continuam tendo um papel fundamental na motivação dos alunos para tarefas e marcos específicos após a formatura, principalmente em ambientes acadêmicos estruturados, como a obtenção de diplomas avançados. Estudos atestam a importância contínua de fatores extrínsecos – desde oportunidades de emprego e ganhos potenciais até status e estabilidade – para influenciar as escolhas e a persistência nas áreas de Ensino Superior, indicando que esses fatores externos podem efetivamente levar os alunos a obterem qualificações avançadas.[158]

Com esses achados e seu possível impacto em mente é importante observar que, se os sistemas educacionais não se adaptarem e continuarem a depender de estruturas motivacionais ultrapassadas, eles correm o risco de alienar gerações de alunos que percebem os sistemas educacionais atuais como desalinhados de seus objetivos e com as realidades do século 21. Tal desconexão pode aumentar ainda mais a lacuna entre a Educação formal e a aplicabilidade no mundo real, diminuindo o valor percebido das

156. Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., & Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. *Educational Psychologist, 26*(3-4), 325-346.
157. Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology, 82*(1), 33-40. https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33
158. Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology, 25*(1), 68-81. https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015

instituições educacionais e seu papel na formação de futuros cidadãos e líderes.[159]

Dominar a motivação é fundamental para o desenvolvimento pessoal e social, e para garantir o crescimento sustentável em escala individual e global.[160] Somente com uma motivação profunda a humanidade será capaz de inovar em soluções para os desafios contemporâneos, como as mudanças climáticas e as disrupções sociopolíticas.

COMPARAÇÃO DE TEORIAS

Todas essas três teorias priorizam fatores intrínsecos e extrínsecos na motivação do comportamento. Comum entre elas é a ideia de que as pessoas buscam satisfazer necessidades e desejos inerentes, seja uma progressão das necessidades fisiológicas para a autorrealização (Maslow), a afirmação de Vroom de que a motivação é uma função de expectativa, instrumentalidade e valência, ou a ênfase da Teoria da Autodeterminação em autonomia, competência e relacionamento.

Ao longo das décadas, a teoria de Maslow continua forte em termos de abrangência, oferecendo uma visão holística das necessidades humanas que repercute em diversos campos. A teoria de Vroom se destaca por seu poder preditivo em ambientes organizacionais, principalmente ao explicar por que os indivíduos escolhem alternativas comportamentais específicas. A Teoria da Autodeterminação tem uma base empírica sólida que fornece insights sobre as tendências de crescimento inerentes e as necessidades psicológicas inatas que impulsionam o comportamento automotivado.

Entretanto, essas estruturas têm suas limitações. A progressão linear das necessidades de Maslow demonstra ser inaplicável universalmente a todas as culturas ou circunstâncias individuais

159. Fullan, M. (2016). *The new meaning of educational change* (5th ed.). Teachers College Press. https://michaelfullan.ca/books/new-meaning-educational-change/; Wagner, T. (2010). *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need—and what we can do about it*. Basic Books.

160. Dweck, C. S. (2017). Mindset: a nova psicologia do sucesso. Objetiva.

da vida.[161] A Teoria da Expectativa de Vroom foi criticada por não levar em consideração os fatores não racionais e emocionais do comportamento.[162] A Teoria da Autodeterminação, apesar de abrangente, foi às vezes criticada por ser muito ampla, potencialmente mesclando diferentes tipos de motivação intrínseca.[163]

161. Tay, L., & Diener, E. (2011). Needs and subjective well-being around the world. *Journal of Personality and Social Psychology, 101*(2), 354-365. https://doi.org/10.1037/a0023779

162. Kanfer, R. (1990). Motivation theory and industrial and organizational psychology. *In*: M. D. Dunnette & L. M. Hough (Eds.), *Handbook of industrial and organizational psychology* (pp. 75–170). Consulting Psychologists Press.

163. Levesque, C., Zuehlke, A. N., Stanek, L. R., & Ryan, R. M. (2004). Autonomy and Competence in German and American University Students: A Comparative Study Based on Self-Determination Theory. *Journal of Educational Psychology, 96*(1), 68-84. https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.1.68

Teorias de Identidade

TEORIAS DE IDENTIDADE E PERTENCIMENTO

O campo da pesquisa sobre identidade evoluiu significativamente e, embora muitas teorias tenham desempenhado papéis fundamentais na definição de nossa compreensão da identidade, algumas são mais consistentemente documentadas por sua eficácia na literatura recente. As teorias a seguir estão entre as consideradas mais importantes com base em sua influência sustentada, apoio empírico e relevância contemporânea.

A **Teoria do Desenvolvimento Psicossocial de Erikson** permanece fundamental no campo da psicologia do desenvolvimento. Suas percepções sobre a crise de identidade durante a adolescência e o processo de formação de identidade ao longo da vida influenciaram a definição de pesquisas subsequentes sobre o tema.[164] Essa estrutura abrangente mapeia a progressão da vida humana em estágios diferentes, cada um caracterizado por um conflito psicossocial específico. Um estágio fundamental nessa jornada de desenvolvimento é a fase "confusão de identidade *versus* papel", que geralmente ocorre durante a adolescência. Os indivíduos enfrentam questões sobre quem são e onde se encaixam no contexto social mais amplo. O psicanalista alemão-americano Erik Erikson (1902-1994) postulou que a navegação bem-sucedida nessa etapa leva ao estabelecimento de um senso coerente de identidade. Entretanto, não conseguir isso pode resultar em confusão de papéis e em um autoconceito instável. Os adolescentes costumam ser vistos explorando vários papéis, crenças e afiliações durante esse período, buscando integrá-los em uma identidade consistente e unificada. Erikson acreditava que o estabelecimento de uma identidade firme estabeleceria a base para a intimidade e os relacionamentos positivos no estágio subsequente do desenvolvimento. (Essa teoria também é discutida na seção "**Propósito"** do capítulo 7).

Camada fundamental (0 a 12 anos): baseando-se nos estágios iniciais de Erikson, a identidade começa com confiança, autonomia, iniciativa e diligência. Aqui, as crianças se identificam principalmente com a família e os cuidadores. As competências

164. Erikson, E. H. (1971). *Infância e sociedade*. Zahar.

de caráter do CCR (por exemplo, coragem e resiliência) podem ser implementadas para fomentar a identidade inicial à medida que as crianças assumem riscos e aprendem com os fracassos.

Camada da formação da identidade (13 a 24 anos): espelhando o estágio da adolescência de Erikson, essa fase trata da confusão entre papéis e identidade. Ela é aprofundada pela Teoria da Identidade Social, na qual os indivíduos se classificam em categorias sociais (como grupos de adolescentes). A comunicação, a colaboração e o meta-aprendizado podem ajudar os adolescentes a navegar na dinâmica de grupo, enquanto a Teoria da Identidade Narrativa sugere que essa idade é crucial para começar a elaborar narrativas de vida pessoais.

Camada da interação social (25 a 50 anos): essa fase, informada pelos estágios da idade adulta jovem e média de Erikson, vê a identidade ligada a relacionamentos, trabalho e comunidade. A Teoria da Identidade Social desempenha novamente um papel à medida que os indivíduos se identificam com grupos profissionais ou familiares. A teoria da interseccionalidade se torna pertinente, pois os indivíduos reconhecem como várias afiliações sociais (por exemplo, gênero, raça, profissão) se entrecruzam e moldam sua identidade única. As competências de caráter, especialmente a ética, ajudam a navegar por essas complexidades.

Camada reflexiva (a partir dos 50 anos): com raízes no estágio final da vida adulta de Erikson, essa fase envolve introspecção e revisão da vida. O meta-aprendizado é fundamental, permitindo que os indivíduos revisem e refinem suas narrativas de vida, conforme sugerido pela Teoria da Identidade Narrativa.

A **Teoria da Identidade Social (TIS)** postula que os indivíduos obtêm uma parte significativa de seu autoconceito dos grupos sociais aos quais pertencem. A teoria procura explicar os comportamentos intergrupais, especialmente a tendência inerente dos indivíduos de demonstrar favoritismo em relação a seu grupo interno e discriminar os grupos externos. Um ponto central da TIS é a noção de que os indivíduos categorizam a si mesmos e aos outros em vários grupos sociais, e essas categorizações influenciam sua autoestima e seu comportamento. O processo de categorização social geralmente leva ao viés do grupo interno, no qual os indivídu-

os o veem de modo mais positivo do que os grupos externos. Tal viés decorre do desejo de manter ou aumentar a autoestima; uma diferenciação positiva entre o grupo interno e o externo contribui para uma identidade social positiva, elevando assim o autoconceito do indivíduo.

Essa teoria continua sendo fundamental na psicologia social, especialmente em áreas que abordam a dinâmica de grupos, conflitos entre grupos e os fundamentos psicológicos do preconceito e da discriminação. Considerando os atuais desafios globais ligados a questões de identidade, como imigração e conflitos intergrupais, a TIS continua sendo altamente relevante.[165]

A **Teoria da Identidade Narrativa** argumenta que os indivíduos constroem as próprias identidades ao integrar os eventos da vida em uma história em evolução. Essa história de vida proporciona um senso de unidade, propósito e significado. A teoria sugere que, a partir do final da adolescência e do início da idade adulta, as pessoas começam a organizar as próprias experiências, valores e objetivos em uma narrativa coerente. Posteriormente, essa narrativa lhes proporciona um senso de identidade que persiste e evolui ao longo da vida. As narrativas são profundamente influenciadas por contextos culturais, sociais e históricos, e moldam como os indivíduos veem seu passado, presente e futuro em relação ao mundo mais amplo. As histórias que as pessoas constroem sobre si mesmas desempenham um papel fundamental na definição de seus comportamentos, escolhas e compreensão geral de quem são. Com o surgimento da pesquisa qualitativa e a exploração de experiências individuais vividas, o trabalho sobre identidade narrativa ganhou destaque. Ele está em sintonia com o interesse contemporâneo em histórias pessoais e em como os indivíduos dão significado a suas experiências na construção das próprias identidades.[166]

165. Tajfel, H., & Turner, J. C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. *In*: W. G. Austin & S. Worchel (Eds.), *The social psychology of intergroup relations* (pp. 33-47). Brooks/Cole Publishing Company.

166. McAdams, D. P. (2001). The psychology of life stories. *Review of General Psychology, 5*(2), 100-122. https://doi.org/10.1037/1089-2680.5.2.100

A **Teoria da Interseccionalidade** é uma estrutura para a compreensão de como várias identidades sociais, como raça, gênero, classe e sexualidade, se cruzam e se sobrepõem, criando sistemas complexos de vantagens e desvantagens. Em vez de considerar cada identidade isoladamente, a interseccionalidade postula que essas identidades estão interconectadas e não podem ser separadas umas das outras. Como resultado, a experiência vivida por um indivíduo é moldada pelas maneiras como suas várias identidades se cruzam, influenciando como ele vivencia o privilégio ou a opressão.[167] Uma mulher negra, por exemplo, não vivencia seu gênero e sua raça como entidades separadas, e sim enfrenta desafios e discriminações com base na interseção dessas duas identidades. Assim, a interseccionalidade fornece uma lente diferenciada para entender as dimensões multifacetadas da identidade e as formas complexas pelas quais as estruturas sistêmicas afetam os indivíduos. Nos estudos sociológicos e de gênero contemporâneos, a interseccionalidade se destaca devido a seu foco na compreensão de como várias identidades se interseccionam, se sobrepõem e influenciam as experiências de privilégio ou opressão.[168]

COMPARAÇÃO DE TEORIAS

Um aspecto central de cada uma dessas teorias é o reconhecimento de que a identidade não se forma isoladamente, e sim está profundamente incorporada e entrelaçada com narrativas sociais, relacionais e pessoais e outros construtos externos. Por exemplo, embora a Teoria do Desenvolvimento Psicossocial de Erikson enfatize a trajetória evolutiva da identidade ao longo dos estágios da vida, ela também reconhece os fatores sociais e relacionais externos que influenciam essa jornada. Da mesma forma, a Teoria da Identidade Social está enraizada na crença de que nossas afiliações

167. Collins, P. H., e Bilge, S. (2021). *Interseccionalidade*. Boitempo.
168. Crenshaw, K. (1989). Demarginalizing the intersection of race and sex: A black feminist critique of antidiscrimination doctrine, feminist theory, and antiracist politics. *University of Chicago Legal Forum*, (1), 139-167. https://chicagounbound.uchicago.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1052&context=uclf

e interações com dinâmicas de grupos maiores desempenham um papel fundamental na formação de nossos autoconceitos.

A ênfase da Teoria da Identidade Narrativa nas histórias de vida pessoais como estruturas de identidade reflete o foco da Teoria da Interseccionalidade nas experiências vividas e nos desafios que surgem da confluência de múltiplos marcadores de identidade. Ambas as teorias destacam a importância das experiências e narrativas pessoais na formação da identidade. As duas também sugerem que a identidade é fluida, moldada dinamicamente por experiências e interseções de diferentes facetas da vida do indivíduo.

Coletivamente, essas estruturas implicam que a exploração da identidade exige uma lente abrangente que considere o indivíduo e os contextos sociais mais amplos nos quais ele está inserido.

Teorias de Agência

Várias estruturas teóricas foram desenvolvidas para analisar a agência humana. Entre as mais influentes, e que continuam em uso, estão a Teoria Social Cognitiva, a Teoria da Estruturação e a Teoria do Comportamento Planejado.

A **Teoria Social Cognitiva (TSC)**, de Bandura, postula que a aprendizagem e o comportamento são o resultado de uma interação dinâmica entre influências pessoais, comportamentais e ambientais. Um aspecto central dessa teoria é o conceito de "aprendizado observacional", que enfatiza que os indivíduos podem aprender observando as ações de outras pessoas e as consequências dessas ações, sem experimentá-las diretamente. Esse processo é facilitado pela "modelagem", na qual os indivíduos imitam comportamentos exibidos por modelos influentes em seu ambiente.[169]

Fundamental para a pesquisa em agência é o conceito de "autoeficácia", que se refere à crença de um indivíduo em sua capacidade de produzir realizações específicas de desempenho. Tal crença influencia as escolhas, o nível de esforço, a persistência e as reações emocionais. Um alto senso de autoeficácia fomenta a confiança nas próprias habilidades, levando a um maior esforço e persistência diante dos desafios, enquanto a baixa autoeficácia pode dissuadir um indivíduo de realizar determinadas tarefas ou perseverar.[170]

A **Teoria da Estruturação**, de Giddens, aborda a relação entre a agência individual e a estrutura social. Um aspecto central da teoria é a noção da "dualidade da estrutura". Giddens postula que as estruturas sociais não são fatores externos que restringem a ação humana, mas sim constituídas e constitutivas das práticas sociais. Em termos mais simples, embora as ações dos indivíduos sejam moldadas por estruturas existentes (como normas e instituições), essas mesmas ações também produzem e reproduzem as estruturas ao longo do tempo.[171]

---

169. Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice-Hall.

170. Bandura, A., & National Institute of Mental Health. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory.* Prentice-Hall, Inc.

171. Giddens, A. (2009). *A constituição da sociedade.* WMF Martins.

A teoria enfatiza a natureza recursiva da vida social: as estruturas possibilitam determinadas ações, mas é por meio de práticas humanas repetidas que as estruturas são mantidas ou alteradas. Giddens argumenta contra a visão de agência e estrutura como duas entidades separadas, sugerindo, em vez disso, que elas estão ligadas em um ciclo contínuo de ação e reforma. Essa perspectiva tem sido influente em vários campos, especialmente na sociologia, levando acadêmicos a reconsiderar a natureza da mudança e da estabilidade social.

A **Teoria do Comportamento Planejado (TCP)** postula que o comportamento individual é determinado pela intenção, que, por sua vez, é moldada por três fatores principais: (1) atitudes em relação ao comportamento (o quanto o comportamento é avaliado de modo favorável ou desfavorável); (2) normas subjetivas (percepções sobre a pressão social para executar ou não o comportamento); e (3) controle comportamental percebido (a crença de um indivíduo sobre o quão fácil ou difícil será executar o comportamento).[172] Quanto mais favoráveis forem a atitude e a norma subjetiva, e quanto maior for o controle comportamental percebido, mais forte será a intenção de se envolver no comportamento. Pesquisas contemporâneas costumam empregar a TCP para prever e entender comportamentos em vários domínios. A TCP tem sido utilizada, por exemplo, para estudar comportamentos de saúde, como exercícios e hábitos alimentares, comportamentos ambientais, como reciclagem, e metas educacionais, como desempenho acadêmico. Um exemplo específico inclui seu uso na previsão do vício em smartphones entre adolescentes, em que atitudes, normas subjetivas e controle comportamental percebido em relação aos celulares podem prever a intenção de uso excessivo e o consequente comportamento excessivo.[173]

172. Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50*(2), 179-211. https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T

173. Chang Z., Lichtenstein P. *et al*. (2012). The effects of childhood ADHD symptoms on early-onset substance use: a Swedish twin study. *Journal of Abnormal Child Psychology, 40*(3):425-35. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21947618/

COMPARAÇÃO DE TEORIAS

Essas teorias enfatizam a interação entre os indivíduos e seus ambientes socioculturais. Uma semelhança fundamental entre esses modelos é a rejeição do determinismo. Em vez disso, eles afirmam o papel da agência nas ações humanas, reconhecendo que, embora as estruturas e normas sociais influenciem os indivíduos, eles também podem promover mudanças nessas estruturas.

A força da teoria de Bandura está em sua ênfase no aprendizado observacional e na interação dinâmica entre fatores pessoais, comportamento e ambiente, o que a torna particularmente influente na compreensão da mudança de comportamento. A Teoria do Comportamento Planejado, por outro lado, ressalta o poder preditivo das atitudes, normas subjetivas e controle comportamental percebido sobre as intenções e o comportamento do indivíduo, o que a torna valiosa na previsão de comportamentos específicos em vários domínios.

A Teoria da Estruturação de Giddens se destaca exclusivamente por sua ênfase na dualidade da estrutura, sugerindo que, embora as práticas sociais moldem e sejam moldadas pelas estruturas sociais, os indivíduos não são meras entidades passivas. Eles reproduzem ativamente essas estruturas, ressaltando a natureza recursiva da vida social.

No entanto, essas teorias também são criticadas. Os críticos argumentam que a Teoria do Comportamento Planejado simplifica demais a previsão do comportamento e nem sempre leva em conta as variáveis externas que podem afetá-lo.[174] A teoria de Giddens, embora influente, foi criticada por suas abstrações, o que dificulta os testes empíricos.[175] Por fim, embora reconhecida como abrangente, a Teoria Social Cognitiva tem sido criticada por ser muito ampla e, portanto, menos aplicável a contextos específicos.[176]

174. Sniehotta, F. F., Presseau, J., & Araújo-Soares, V. (2014). Time to retire the theory of planned behavior. *Health Psychology Review*, 8(1), 1-7. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25053004/

175. Parker, J. (2000). *Structuration*. Open University Press.

176. Ormrod, J. E. (2012). *Human learning* (6th ed.). Pearson.

Teorias de Propósito

TEORIAS DE PROPÓSITO E PAIXÃO

Um senso de propósito pode proporcionar uma fonte de motivação intrínseca: uma força poderosa que pode impulsionar um indivíduo durante meses e anos, mesmo quando seus propósitos mudam.[177] Várias abordagens psicossociais e psicométricas foram desenvolvidas para descrever e analisar a necessidade humana de significado e o desenvolvimento de propósitos ao longo da vida humana. A discussão a seguir abrange três modelos principais do século 20 que abordam o propósito de diferentes maneiras: como o propósito e o significado se desenvolvem ao longo da vida (Erikson), os requisitos para motivação e significado, e as características que os indivíduos podem usar para identificar significado (Modelo de Manutenção de Significado, MMS), propósito e metas de vida (Teste de Propósito na Vida).

O modelo mais antigo e significativo de propósito humano é o **Teste de Propósito na Vida** (PIL, na sigla em inglês). O PIL é uma escala psicométrica criada para medir o senso de propósito e significado na vida de um indivíduo. Composto por 20 itens, avalia até que ponto os entrevistados sentem que suas vidas têm significado, direção e objetivos. Os consultados indicam sua concordância com várias afirmações em uma escala Likert, com pontuações mais altas atreladas a um senso mais forte de propósito e significado.[178] Desde sua criação, o PIL tem sido amplamente usado em pesquisas para examinar a relação entre um senso de propósito e vários resultados, inclusive bem-estar psicológico, satisfação com a vida e resiliência diante da adversidade. Esse instrumento foi aplicado com eficácia em diversas populações, abrangendo diferentes faixas etárias, culturas e ambientes clínicos, o que o tornou uma ferramenta

177. Vallerand, R., Pelletier, L. (n.d.). The Academic Motivation Scale: A Measure of Intrinsic, Extrinsic, and Amotivation in Education. *Educational and Psychological Measurement, 52*.

178. Crumbaugh, J. C., & Maholick, L. T. (1964). An experimental study in existentialism: The psychometric approach to Frankl's concept of *noogenic* neurosis. *Journal of Clinical Psychology, 20*(2), 200-207. https://doi.org/10.1002/1097-4679(196404)20:2<200::AID-JCLP2270200203>3.0.CO;2-U

amplamente reconhecida e validada para o estudo do propósito na vida.[179]

Pouco depois do desenvolvimento do PIL, o psicólogo do desenvolvimento Eric Erikson formulou sua **Teoria do Desenvolvimento Psicossocial**. Trata-se de uma estrutura proeminente que descreve oito estágios do desenvolvimento humano ao longo da vida, com cada um caracterizado por um conflito ou crise exclusiva. Essa teoria postula que os indivíduos devem navegar e resolver desafios psicossociais específicos em diferentes idades, e a navegação bem-sucedida contribui para o bem-estar psicológico e o crescimento pessoal. Cada crise envolve um equilíbrio entre um aspecto positivo e um possível resultado negativo. Durante o período do nascimento aos 18 meses, o conflito é entre "confiança *versus* desconfiança". Se os cuidadores oferecem cuidados e afeto consistentes, a confiança se desenvolve. Por outro lado, o cuidado inconsistente pode levar a sentimentos de desconfiança. Em estágios subsequentes, como a adolescência, a crise gira em torno da "identidade *versus* confusão de papéis", na qual os indivíduos enfrentam questões sobre quem são e o que querem se tornar. Erikson acreditava que a resolução bem-sucedida de cada estágio construía uma base para lidar com os desafios subsequentes e contribuía para um senso mais integrado de si mesmo e de propósito na vida.[180]

O **Modelo de Manutenção de Significado (MMS)** vai além desses modelos tradicionais que se concentram na redução da dissonância cognitiva e estende as ideias para o domínio mais amplo da criação de significado. Esse modelo postula que os indivíduos têm uma necessidade inerente de um senso de coerência e significado em suas vidas. Quando as pessoas se deparam com informações ou experiências que perturbam seu senso de significado atual (chamadas de ameaças de significado), elas são compelidas a restaurar um senso de coerência, mesmo que isso envolva reafirmar

179. Steger, M. F., Oishi, S., & Kashdan, T. B. (2009). Meaning in life across the life span: Levels and correlates of meaning in life from emerging adulthood to older adulthood. *The Journal of Positive Psychology, 4*(1), 43-52. https://doi.org/10.1080/17439760802303127
180. Erikson, E. H. (1976). *Identidade: Juventude e crise*. Zahar.

uma crença ou um valor diferente não relacionado à ameaça inicial.[181] Essencialmente, quando confrontados com inconsistências que desafiam suas visões de mundo ou ameaçam seu autoconceito, os indivíduos buscam maneiras alternativas de restabelecer o significado, em geral em domínios não relacionados à fonte original da ameaça.[182]

COMPARAÇÃO DE TEORIAS

Embora esses modelos ofereçam metodologias e lentes diferentes para visualizar o propósito, eles se cruzam no reconhecimento do anseio humano inato por significado, da adaptabilidade da natureza do propósito e de sua relação dinâmica com o mundo externo. Ao relacionar esses modelos, surge um claro desenvolvimento cronológico dos propósitos e das paixões. Há dois estágios principais nessas teorias: 1) pré-consciência plena (infância e adolescência, estabelecendo coerência) e 2) consciência plena (adolescência até o final da vida adulta, significado e propósito, sendo que este último se desenvolve a partir de um senso de coerência e significado).

Os três modelos acentuam o desejo de significado e propósito na vida. Tanto o PIL quanto os estágios de Erikson, especialmente na idade adulta, enfatizam a importância de um impulso intrínseco para alcançar um senso de propósito e como sua realização (ou falta dela) pode afetar o bem-estar psicológico.[183] Embora o MMS seja mais amplo e se concentre na manutenção do significado, ele também pressupõe que os indivíduos possuem narrativas ou cren-

181. Heine, S. J., Proulx, T., & Vohs, K. D. (2006). The meaning maintenance model: On the coherence of social motivations. *Personality and Social Psychology Review*, 10(2), 88-110. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16768649/

182. Proulx, T., & Inzlicht, M. (2012). The five "A"s of meaning maintenance: Finding meaning in the theories of sense-making. *Psychological Inquiry, 23*(4), 317-335. https://doi.org/10.1080/1047840X.2012.702372

183. Crumbaugh, J. C., & Maholick, L. T. (1964). An experimental study in existentialism: The psychometric approach to Frankl's concept of *noogenic* neurosis. *Journal of Clinical Psychology, 20*(2), 200-207. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-4679(196404)20:2%3C200::AID-JCLP2270200203%3E3.0.CO;2-U; Erikson, E. H. (1971). *Infância e sociedade*. Zahar.

ças fundamentais que dão estrutura e propósito a suas vidas.[184]

Outra característica compartilhada é o reconhecimento dos modelos de mecanismos adaptativos diante dos desafios. A teoria de Erikson postula que os indivíduos enfrentam e, idealmente, resolvem crises psicossociais em vários estágios da vida, remodelando seu senso de propósito ao longo do tempo. O MMS também enfatiza a capacidade humana de se adaptar e restaurar o significado interrompido, reafirmando as crenças existentes ou ajustando-as para acomodar novas informações. Embora o PIL seja uma métrica, ele reconhece implicitamente a maleabilidade do propósito ao medi-lo em pontos específicos no tempo, permitindo mudanças e deslocamentos.

Os três modelos também reconhecem a complexa relação entre os indivíduos e seu ambiente externo na construção e manutenção do propósito. Os estágios de desenvolvimento de Erikson estão profundamente entrelaçados com papéis e expectativas sociais.[185] A premissa do MMS gira em torno do enfrentamento de anomalias que desafiam a visão de mundo de uma pessoa, sugerindo que as estruturas de significado dos indivíduos interagem o tempo todo com o mundo exterior. Por fim, o PIL busca compreender o papel e a importância percebidos por um indivíduo no contexto mais amplo da vida.

184. Heine, S. J., Proulx, T., & Vohs, K. D. (2006). The meaning maintenance model: On the coherence of social motivations. *Personality and Social Psychology Review*, 10(2), 88-110. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16768649/

185. Erikson, E. H. (1950). *Childhood and society*. Norton & Company.

O modelo Ikigai

Especialmente nos Estados Unidos, os alunos são aconselhados a "fazer o que amam". Isso pode ser louvável, mas será que é suficiente? (E realista?). Não deveria haver também uma preocupação com um mínimo de independência financeira? Proficiência? Ajudar a sociedade?

O modelo Ikigai pode ser uma ferramenta útil para as pessoas imaginarem e criarem um propósito. Ele também fornece um resumo adequado de como o CCR interpreta o propósito e como várias competências podem ajudar a desenvolver diferentes partes do modelo Ikigai. Se uma pessoa puder identificar o que está faltando no modelo, haverá muitas subcompetências a serem aproveitadas.

Fonte: Internet – desconhecida.

Por exemplo, "o que você ama" e "no que você é bom" refletem amplamente um propósito enraizado no interesse próprio. Portanto, podem ser explorados por meio da COR4 (reconhecer os próprios pontos fortes e fracos) e da CUR4 (visualizar e priorizar os interesses e as paixões individuais), como mencionado antes.

Se, por outro lado, um indivíduo estiver tendo dificuldades com "de que o mundo precisa", a ETI5 (contribuir em grupo ou comunidade maiores) e a RES5 (motivar a si mesmo por meio de significado ou propósito) serão úteis.

"Pelo que você pode ser remunerado" representa uma restrição estrutural que existe fora do indivíduo, na sociedade. Ao incluir a capacidade de ganhar a vida como um elemento central do modelo Ikigai, ele está determinando que "trabalhador" ou "operário" deve ser um princípio central da identidade de um indivíduo – o que, de fato, é no nosso sistema social atual. Portanto, a CRI5 (concretizar ideias e reconhecer restrições) provavelmente será mais útil para quem tem dificuldade para incorporar essa parte final do modelo Ikigai a sua vida.

Dez princípios do aprendizado com paixão na era da IA

Com o generoso financiamento da Australian Learning Lecture (Ellen Koshland), o CCR desenvolveu dez princípios de aprendizagem com paixão que embasaram o currículo "The Passion Project" (O Projeto Paixão), que propõe a progressão dos interesses dos alunos para paixões mais profundas.[186] Essas paixões podem então progredir no sentido de informar o propósito e o significado. A paixão e o significado sempre foram cruciais, mas, sem dúvida, estão se tornando ainda mais cruciais com as crescentes capacidades da tecnologia, como a IA. À medida que a automação e a IA executam cada vez mais tarefas rotineiras, por exemplo, haverá uma ênfase crescente nas qualidades humanas que são difíceis de programar, como o pensamento crítico e a criatividade. Os empregos ligados ao propósito e ao significado humanos têm menos probabilidade de serem completamente automatizados e são mais gratificantes para os indivíduos.

Os agentes de IA podem ser excelentes ferramentas para aumentar a capacidade humana de aprender e buscar seus interesses e paixões. A seguir, uma versão atualizada dos Dez Princípios, observando como a IA pode ajudar os alunos a progredir de interesses para paixões.

INTERESSES E PAIXÕES DO ALUNO

1. Os alunos aprendem melhor quando têm um forte desejo interno de aprender – geralmente, sobre algo que lhes interessa de fato.

A IA pode aumentar de várias maneiras a capacidade dos alunos de aprender e descobrir temas que lhes interessam: aprendizagem personalizada, conteúdo interativo e adaptável, definição de metas e acompanhamento do progresso, facilitação de projetos apaixonados, acesso instantâneo a vastos recursos e superação de barreiras de aprendizagem.

186. Center for Curriculum Redesign (2022). The Passion Project. https://curriculumredesign.org/project-based-learning-pbl-purpose-passion/

2. Interesses pessoais fortes – outra forma de dizer "com o que os alunos se importam muito" – podem ser algumas das melhores chaves para abrir suas portas para um aprendizado altamente motivado, criativo e engajado.

A IA pode nutrir os interesses pessoais dos alunos de várias maneiras, como por meio de caminhos personalizados de aprendizagem (com conteúdo e recomendações personalizados com base em interesses individuais) e incentivando a exploração de novos interesses por meio de sugestões personalizadas. A IA também pode ajudar os alunos a conectarem seus interesses a aplicativos reais, aumentando a motivação e ajudando a definir um propósito.

3. Cuidar e apoiar os interesses pessoais dos alunos pode ser um dos antídotos mais poderosos para a ansiedade, a turbulência e o sofrimento com a saúde mental que eles costumam experimentar na atualidade.

As ferramentas de IA, embora não tenham empatia, podem oferecer suporte emocional e monitoramento oportunos. Por meio da análise de sentimentos e do rastreamento comportamental, a tecnologia pode detectar sinais de sofrimento emocional ou desinteresse dos alunos e oferecer intervenções, como mensagens de incentivo ou uma sugestão para fazer uma pausa. Os ambientes de IA também são espaços seguros para a exploração de interesses, no sentido de que não há julgamento sobre os interesses e as perguntas dos alunos.

4. Alguns alunos precisam de tempo e ajuda para identificar, selecionar e investigar seus interesses mais fortes, escolher aqueles com os quais mais se importam e se comprometer a aprender mais sobre eles; outros alunos conhecem bem suas paixões e as perseguem ativamente.

As ferramentas de IA podem ser úteis para identificar e desenvolver interesses. Podem analisar as atividades on-line

e as preferências dos alunos para encontrar padrões e sugerir possíveis áreas de interesse. Digamos que um aluno costume se envolver com conteúdo relacionado à ciência; a IA pode destacar a ciência como uma possível área de grande interesse. Também pode orientar os alunos no processo de ajuste fino de seus interesses, com questionários, pesquisas ou atividades interativas criadas para ajudá-los a refletir sobre suas metas e preferências, levando-os a escolher os temas que mais lhes interessam.

5. Todos os alunos precisam ter a liberdade de mudar de interesse, explorar novas paixões e até gerenciar a busca de um conjunto diversificado de paixões, tudo ao mesmo tempo.

A IA é uma ferramenta incrível para a agregação e a curadoria de recursos, reunindo uma grande variedade de materiais de aprendizado de diferentes fontes e fazendo a curadoria de conteúdo que se alinha aos interesses e paixões do aluno, o que economiza tempo e garante o acesso a recursos relevantes de alta qualidade. A tecnologia também pode mapear as habilidades associadas a diferentes interesses e paixões, ajudando os alunos a entenderem como a busca de uma paixão pode complementar outra. Essa visão holística incentiva os alunos a verem a interconexão de seus interesses e como eles podem perseguir várias paixões ao mesmo tempo.

6. Com o apoio e o incentivo certos, as motivações poderosas dos alunos para perseguir suas paixões podem "transbordar" para o restante das experiências de aprendizagem e inclusive se transformar em um compromisso profundo com a aprendizagem ao longo de toda a vida.

A IA pode identificar e destacar as conexões entre a paixão de um aluno e o conteúdo acadêmico ou do mundo real. Ao integrar seus interesses em várias disciplinas, os alunos podem ver a relevância do aprendizado, incentivando o engajamento e a motivação em todas as áreas de estudo. A tecnologia também pode ajudar os

alunos a reconhecer e aplicar as habilidades e os conhecimentos adquiridos durante a busca de suas paixões em outros contextos de aprendizagem, reforçando o valor do aprendizado orientado por paixões.

CAPACIDADES ORIENTADAS POR PAIXÕES

7. Para que os alunos se empenhem com sucesso na busca das suas paixões motivadas, eles precisam desenvolver conjuntos de habilidades essenciais, qualidades de caráter e capacidades de meta-aprendizado que potencializem seu aprendizado orientado pela paixão. Exemplos: habilidades – criatividade, pensamento crítico, comunicação e colaboração; caráter – curiosidade, coragem, resiliência e liderança; meta-aprendizado – metacognição e mindset de crescimento.

Em termos de habilidades, a IA pode apresentar aos alunos problemas diversos e desafiadores relacionados a suas paixões, incentivando o pensamento inovador e a criatividade. Ao fornecer recursos e cenários que exigem análise e avaliação, ela também pode ajudar no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico. Por fim, por meio de projetos e atividades colaborativas virtuais, os alunos podem trabalhar juntos, desenvolvendo sua capacidade de colaborar com eficiência.

Em termos de caráter, a IA pode estimular a curiosidade, fornecendo continuamente aos alunos informações novas e interessantes relacionadas a suas paixões, estimulando-os a explorar mais. Ao criar um ambiente de aprendizagem seguro, a tecnologia também pode oferecer um espaço para assumirem riscos e saírem de suas zonas de conforto, promovendo a coragem. Por meio de caminhos de aprendizado adaptáveis, a tecnologia pode garantir ainda que enfrentem desafios adequados a seu nível de habilidade, fomentando a resiliência à medida que aprendem a superar obstáculos.

Para o meta-aprendizado, a IA pode adaptar as experiências a cada aluno, garantindo que as atividades e os recursos estejam alinhados a suas paixões e preferências de aprendizado. Ela também é capaz de oferecer uma grande variedade de recursos, ferra-

mentas e atividades que apoiam o desenvolvimento de recursos de meta-aprendizado.

8. Os alunos também precisam aprender a gerenciar com sucesso os próprios planos e projetos de aprendizado por meio de um ciclo de aprendizagem de projeto bem pesquisado, porém simples, que inclui as fases de definir, planejar, realizar e revisar.

   A IA pode apoiar cada fase desse ciclo.

   Definir: a IA pode ajudar os alunos na identificação e articulação do problema ou desafio que desejam abordar em seu projeto. Ela é capaz de fornecer exemplos, fazer perguntas de orientação e dar feedback para garantir que a declaração do problema seja clara e viável, além de auxiliar na definição de metas SMART (específicas, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e com prazo determinado, na sigla em inglês), garantindo que os alunos tenham uma visão clara do que desejam alcançar.

   Planejar: a IA pode orientar os alunos na divisão dos projetos em tarefas gerenciáveis e ajudar a criar um cronograma realista, garantindo que destinem tempo suficiente a cada tarefa. A IA também pode levá-los a considerar possíveis desafios e a desenvolver planos de contingência, incentivando abordagens proativas para o gerenciamento de projetos.

   Realizar: a IA pode monitorar o progresso dos alunos, fornecendo lembretes para os próximos prazos e sugerindo ajustes se estiverem atrasados. À medida que se dedicam aos projetos, a IA pode recomendar recursos, ferramentas e estratégias adicionais para aprimorar o trabalho.

   Revisar: a IA pode acompanhar os alunos em processos de reflexão, fazendo perguntas que os levem a considerar o que deu certo, o que poderia ser melhorado e o que aprenderam. A tecnologia também pode dar feedback construtivo sobre os projetos, ajudando-os a identificar os pontos fortes e as áreas a serem melhoradas.

9. Ser reconhecido pelos pares e por adultos como um "especialista" em sua área de paixão gera enormes benefícios para a autoconfiança, o orgulho, a motivação, a agência pessoal, a

saúde mental e o bem-estar positivos dos alunos e suas perspectivas de sucesso futuro.

A IA oferece novas oportunidades para eles criarem e compartilharem conteúdo e mostrarem suas conquistas. Existe uma variedade de ferramentas e modelos de tecnologia para criar conteúdo de alta qualidade, como artigos, vídeos ou apresentações, demonstrando sua experiência. As ferramentas de IA também podem ajudá-los na criação de portfólios de seus trabalhos para selecionar suas melhores realizações.

10. Uma das melhores maneiras de os alunos adquirirem conhecimentos e capacidades especializados é tendo relacionamentos de apoio com mentores ou treinadores especializados que os ajudem a orientar o aprendizado usando uma prática intencional e guiada, e a participar ativamente das comunidades e redes de apoio de pessoas que compartilham suas paixões.

Embora não superem os mentores humanos, os agentes de IA podem ajudar a guiar os alunos em uma prática intencional. Por meio da curadoria de artigos, vídeos, tutoriais e outros recursos recomendados que sejam relevantes para a paixão e o nível de habilidade do momento, os agentes de IA podem informar a prática deles e a amplitude dos conhecimentos. Outra ferramenta útil são os prompts de reflexão. As IAs podem fazer com que os alunos reflitam sobre suas sessões de prática ou sobre a participação na comunidade, oferecendo uma oportunidade de aprendizado mais profundo e autoconsciência. Elas também podem alertá-los sobre competições, exposições, workshops ou outras oportunidades nas quais possam mostrar suas habilidades e se conectar com outras pessoas.

Processo de reformulação de padrões do CCR

PADRÕES				
FUNDAMENTOS	**CONTEXTO MODERNIZADO**	**BASE INICIAL**	**CONTEÚDO ESSENCIAL**	**CONCEITOS CENTRAIS**
História: inércia História: mudanças de paradigma Ciências da aprendizagem Necessidades modernas (vida, trabalho) Objetivos e funções	Ajustes macro para situações do mundo real	Se disponível, selecione o melhor padrão da categoria para começar	Eliminar a gordura fácil Produzir/ Interpretar/ Apreciar Dado | Perguntado | Pode Tópicos de exemplo	Nível de disciplina Nível de ramificação

Fonte: CCR.

Primeiro, é preciso entender os **Fundamentos**, observando:

1. História da disciplina: inércia e mudanças de paradigma – por que ensinamos o que ensinamos? Quais foram os principais momentos de "ahá" na disciplina? (na matemática, por exemplo, a descoberta do zero; as probabilidades, sendo "não matemáticas" ao não serem exatas; etc.).
2. Ciências da aprendizagem: o que sabemos sobre os estágios de desenvolvimento e a complexidade cognitiva da disciplina?
3. Objetivos e funções da disciplina: o que os diversos atores (políticos, acadêmicos, empresas etc.) esperam da disciplina? Destaque as tensões e inconsistências.

Depois, **Contexto modernizado:** essa etapa examina o que mudou no mundo e seu impacto na disciplina em nível macro. A IA dá uma nova ênfase a essa etapa.

Depois, escolha uma **Base inicial** comparando padrões (se disponíveis) e opte pelo melhor conjunto para suas necessidades, como uma fase inicial.

Depois, **Conteúdo essencial:** para determinar a relevância de cada item, deve-se perguntar se um determinado item padrão ainda é necessário. Em caso afirmativo, ele deve ser aumentado ou reduzido? O algoritmo a ser seguido para a decisão é:

Relevância para a especialização:

- importância para a linearidade/verticalidade da própria disciplina;
- importância para a formação de suporte pedagógico para o aluno;
- outros parâmetros de importância para um determinado território (por exemplo: tradição/continuidade cultural).

Relevância para transferência:

- importância para ilustrar os conceitos centrais (no ciclo de feedback com a seção de conceitos centrais a seguir);
- capacitação da interdisciplinaridade;
- afinidade com competências específicas.

Relevância para o futuro:

- utilidade para outras disciplinas;
- necessidade de longo prazo para a empregabilidade;
- necessidade contínua na era da pesquisa e da IA.

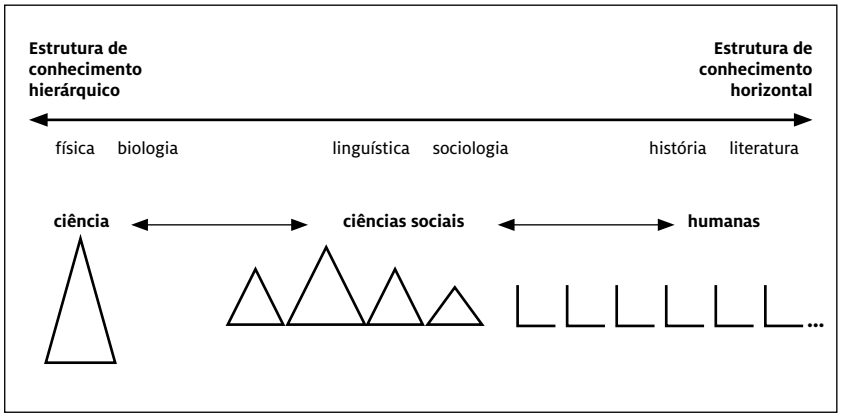
Este não é um algoritmo simples e claro, e é preciso haver muito debate durante a reformulação, com participantes de mente aberta e lógica flexível, para pensar quantos critérios serão verificados (não, não existe um número mínimo ou máximo; no final, trata-se de uma decisão de julgamento, como sempre, mas pelo menos é muito mais sofisticada do que a inércia/acontecimento histórico atual). Observe também que a relevância para o futuro (progressão na disciplina, até o cargo) é um dos critérios, mas não é nem de longe o único (mais uma vez, trata-se de Educação, não de treinamento). Usando a trigonometria como exemplo, resumidamente, sem passar por toda a lista de parâmetros:

- As funções de trigonometria são úteis apenas para uma gama restrita de disciplinas, não são particularmente importantes para a disciplina em si nem para fornecer suporte ao aluno e são automatizadas (teodolitos). As funções de trigonometria perduram devido à tradição (e, neste caso, não constitui um argumento suficiente).

- A periodicidade é bastante útil para várias disciplinas etc., por isso é mantida.

Como o leitor pode ver, deve-se usar um bisturi e não uma motosserra. A trigonometria não é removida *por completo* de modo simples. ***É um debate aberto, linha por linha, sobre a relevância.***

Em uma era de IA que fornece informações de todos os tipos, o equilíbrio entre o conhecimento declarativo, conceitual e processual precisa ser repensado com cuidado, padronizado linha por linha e justificado. É provável que este equilíbrio dependa do grau de verticalização[187] da disciplina. A matemática, por ser a mais segmentada, a mais semanticamente limitada e a com o maior custo de erro, pode precisar de muito mais conhecimento declarativo do que uma disciplina mais horizontal, como a literatura.



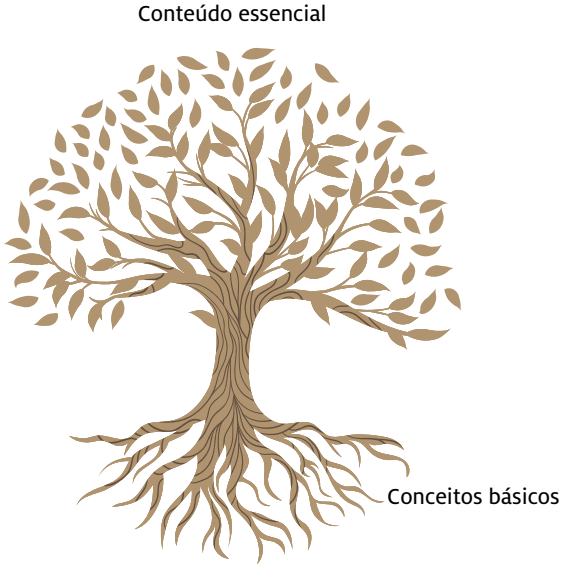
Fonte: Martin, Maton *et al.*, 2010.[188]

Depois, ***Conceitos centrais:*** o que é aprendido na escola deve ser útil bem depois de as pessoas terminarem os estudos. Abordar qualquer nova situação que exija o uso do conhecimento, seja

187. Maton, K. (2009), Cumulative and segmented learning; e Bernstein, B. (1999) Vertical and Horizontal discourse.
188. Martin, J., Maton, K. e Matruglio, E. (2010) Historical cosmologies: Epistemology and axiology in Australian secondary school history discourse. *Revista Signos*, 43 (74), 433-63.

uma aplicação no mundo real ou o aprendizado de um tópico mais avançado em determinada disciplina, envolve aproveitar o que já foi aprendido. Em ambos os casos, o conhecimento existente deve ser usado de modo eficaz em um novo contexto. Quanto mais robusto for o domínio desenvolvido sobre os fundamentos de um tópico, mais fácil será aproveitá-lo para aprender mais. Ao internalizar os principais conceitos de cada disciplina e de todas as disciplinas, que chamaremos de **conceitos centrais**, os alunos estarão mais bem equipados para lidar com problemas multifacetados e terão um conjunto mais diversificado de ferramentas para interpretar o mundo.

Se o conteúdo essencial é a parte frondosa da árvore, os conceitos centrais são suas raízes profundas. A questão, portanto, passa a ser: como a compreensão dos alunos pode ser desenvolvida para ser útil?



Fonte: CCR.

Em seu livro *Future Wise*, o professor de Harvard David Perkins defende que o currículo deve trabalhar em prol do amadorismo especializado em vez de tentar incutir conhecimento especializado nas disciplinas. Enquanto a especialização privilegia a profundidade técnica, o amadorismo especializado visa a "compreensão robusta e flexível dos fundamentos".

Mas é difícil evitar a armadilha do *mindset* de cobertura "no qual os alunos percorrem um livro didático, página por página (ou os professores, por meio de anotações de aula), em uma tentativa corajosa de passar por todo o material factual dentro de um tempo determinado". Até as estruturas que começam com os conceitos importantes costumam dividi-los em tópicos minúsculos que não são ensinados no contexto dos conceitos disciplinares ou de matérias mais amplos, e as avaliações em geral cobrem o material apenas no nível mais granular.

Embora os especialistas compreendam prontamente as conexões entre os detalhes do conteúdo e os conceitos de nível superior, os novatos não fazem essas conexões automaticamente. Se forem ensinados e avaliados apenas com base em conhecimentos fragmentados e detalhados, podem parecer entender o material, mas é improvável que consigam usar o que aprenderam. Para aproveitar o conteúdo a fim de desenvolver entendimentos mais amplos que serão úteis e transferíveis, o conteúdo deve ser conectado a conceitos de maneira a ajudar os alunos a criar significado. Uma dificuldade é que o conhecimento mais útil é aquele que os especialistas aplicam sem pensar duas vezes, o conhecimento que define seu campo e que em geral "não é dito". É isso que torna difícil para os especialistas criar um currículo que seja de fato voltado para o desenvolvimento do amadorismo especializado. Eles sabem como trabalhar com o conteúdo de modo especializado, mas não podem necessariamente declarar explicitamente os conceitos que levam a tal especialização. Imagine que lhe peçam para explicar como se equilibrar ao caminhar ou como mastigar. Essa é uma das maiores dificuldades na criação de um currículo para o Ensino Fundamental e para o Ensino Médio que construa uma base para o aprendizado dos alunos.

Conteúdo como substrato para conceitos básicos: se a maior parte do que os professores querem que os alunos absorvam assume a forma de conceitos que podem ser aplicados a novas situações, ainda há uma decisão a ser tomada sobre qual conteúdo ilustra melhor os conceitos, de modo que os alunos os aprendam e sejam capazes de transferir tal entendimento. O contexto no qual um determinado conceito é aprendido afeta profundamente a maneira como ele é estruturado na mente do aluno.

Portanto, quando um conceito é introduzido pela primeira vez, isso deve acontecer por meio de um exemplo – conteúdo que demonstre naturalmente o conceito, de modo que o aluno possa internalizar um conjunto de intuições. Isto significa que não se trata apenas de um exemplo, mas de uma exemplificação: ele destaca as características relevantes para o conceito. O conteúdo do exemplo deve ser estável, acessível e ter o mínimo de propriedades que causem distração. Como cada tópico é repleto de informações, e o que é sinal para um conceito é ruído para outro, essa etapa costuma envolver um pouco de preparação do cenário e orientação dos alunos para os recursos relevantes. Ao ver o mesmo conceito por meio de conteúdos diferentes, os elementos que fazem parte da estrutura mais profunda e os elementos que são incidentais ao contexto se tornam aparentes.

Depois disso, no entanto, o conceito deve ser explorado em contextos menos diretos, com menos suporte do professor. Neste estágio, o tópico específico pode ser um exemplo de um conjunto diferente de conceitos, mas ainda assim ser uma instanciação de um conceito que já foi introduzido. Como o nome sugere, o tópico é uma instância do conceito, mas, sendo apenas uma instância entre muitas, ele também tem muitos outros recursos. Em outras palavras, o tópico é um exemplo do conceito, mas não um exemplar. Se a cor vermelha foi abordada no contexto do círculo cromático como um exemplo, pode ser útil apontar tudo na rua que for vermelho (embora esse tópico – o motivo pelo qual você está na rua – possa ser o exemplo para aprender os pontos cardeais). O fato de que o conceito pode não ser saliente (camuflado, oculto, obscurecido ou um caso limítrofe) permite que os alunos pratiquem sua generalização e ajustem a compreensão.

Por fim, o conceito pode ser uma aplicação a um tópico conceitualmente distante. O desafio pode ser o fato de o professor não solicitar explicitamente a aplicação do conceito, simulando de modo mais próximo os cenários da vida real, e/ou o fato de o conceito não ser importante no contexto. No exemplo do ensino do conceito da cor vermelha, o tópico da aplicação pode não incluir nada que seja vermelho, mas o aluno pode aprender a ver que o vermelho é parte do que faz o laranja e o roxo, que estão no tópi-

co da aplicação. Ao entrelaçar contextos que destacam diferentes conceitos, é possível construir um suporte para a compreensão conceitual que permita que conceitos complexos sejam construídos simultânea e sistematicamente, de uma maneira que possa ser transferida para contextos da vida real. Embora seja o mesmo processo pelo qual os especialistas acabam obtendo essa compreensão conceitual, não há razão para que ele não possa também ser explicitamente usado como uma diretriz de design de currículo para os alunos.

Esta ideia é discutida no The Inquiry Project[189] no contexto de ensinar mais de um conceito ao mesmo tempo: "o indivíduo está sempre considerando partes de vários conceitos (colocando alguns em primeiro plano e outros em segundo), trabalhando em subconceitos sucessivos, como o peso da balança, cada um dos quais envolve relações entre partes de conceitos, revisitando conceitos e ampliando os subconceitos e contextos considerados".

Desenvolvendo uma caixa de ferramentas de conceitos: qualquer conhecimento específico poderia, em teoria, ser útil em uma variedade de situações. Mas, em última análise, cabe ao aluno saber como e quando usá-lo, e isso é fundamental para o tipo de compreensão que deveria ser o objetivo da Educação. Por exemplo, qual é a utilidade do conhecimento da definição de "viés de confirmação" se o aluno nunca verifica se está sucumbindo a ele? Isso se encaixa na maneira comum de descrever o aprendizado como o desenvolvimento de uma "caixa de ferramentas", o que significa que cada aluno está aprimorando sua proficiência com um conjunto de ferramentas, que são, neste caso, conceitos que eles aprenderam a usar do devido modo.

Entretanto, alguns conceitos são mais poderosos do que outros. O conceito de "força bruta" *versus* "elegância" em matemática, por exemplo, cristaliza uma ideia importante sobre as possíveis abordagens para a solução de um problema; estar ciente do tipo de estratégia que se está empregando (usando esse conceito como uma ferramenta) ajudará todos os alunos,

189. https://inquiryproject.terc.edu/

independentemente de se especializarem ou não em um campo STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática, na sigla em inglês). Por isso, esse conceito pode ser considerado um exemplo de uma "ferramenta poderosa" de pensamento. Embora tenha sido aprendido em um contexto específico, ele tem uma quantidade desproporcional de utilidade.

Os conceitos básicos são as ferramentas poderosas do conhecimento e devem ter alta prioridade no currículo em comparação com conceitos que oferecem menos vantagem para o aprendizado futuro ou, pior ainda, conhecimento fragmentado que vinculado de modo inadequado ao contexto no qual foi aprendido e, portanto, difícil de usar como ferramenta em novos contextos.

Por fim, os padrões serão expressos como "dado x, e perguntado y, os alunos podem z", para maior clareza dos projetistas de currículos e cursos. Os padrões também devem fornecer uma indicação do tempo a ser gasto em cada item, como orientação para os professores.

Para que seja possível conciliar tantos parâmetros, o CCR utiliza sua Ferramenta de Design de Currículo, desenvolvida internamente, e terá prazer em compartilhar a experiência com os interessados: info@curriculumredesign.org

Este livro foi composto nas fontes Milo e Milo Serif
e concluído em setembro de 2024.

“Este livro é uma contribuição única para a discussão divergente sobre o uso da inteligência artificial (IA) na Educação, sendo ao mesmo tempo excepcionalmente profundo e excepcionalmente abrangente. Suas ideias vastas abarcam a história, o futuro, a Educação formal e a aprendizagem ao longo da vida. A análise dos usos prováveis e da evolução da IA é profunda e se baseia na expertise dos autores. Trata-se de uma leitura obrigatória para todos que desejam ter uma perspectiva equilibrada sobre este assunto tão importante.”

Dr. Chris Dede, professor emérito e pesquisador sênior da Faculdade de Educação da Universidade de Harvard.

PARCERIA

instituto península

Fundação Telefônica vivo

CENTER FOR CURRICULUM REDESIGN
Making Education More Relevant

ISBN 978-85-63489-10-4