

Universidade de Brasília - UnB  
Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares – CEAM Programa de Pós-Graduação em  
Desenvolvimento, Sociedade e Cooperação Internacional – PPGDSCI

**ÉTICA PARA USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO SUPERIOR  
NO BRASIL**

Bárbara Nunes de Araújo Modesto  
21/0007656

Dissertação de mestrado apresentada para conclusão do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento, Sociedade e Cooperação Internacional do Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim José Soares Neto

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fernanda de Souza Monteiro

Brasília  
Julho-2023

## **ASSINATURAS**

# **FICHA CATALOGRÁFICA**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a quem me desejou, permitiu que seu corpo fosse meu alimento e abrigo, e segue sendo meu porto-seguro incondicionalmente. Obrigada, mãe. A quem não está mais aqui entre nós, mas deixou em mim a marca de sua existência e o exemplo de consagrar todo o tempo possível ao estudo. Obrigada, pai. A quem me inspira, me apoia e me acompanha, em todas as horas, com simpatia, amor e otimismo. Obrigada, meu grande amor. A quem mudou o sentido da minha vida em todos os sentidos. Obrigada, meu filho. A quem me acolheu, acreditou em mim e, generosamente, me guiou. Obrigada, professor Neto. Agradeço também à minha família, aos meus amigos, aos professores do PPGDSCI/UnB, colegas e todas as pessoas, que talvez nem saibam, fizeram parte dessa história e contribuíram para esse trabalho. E como a gratidão faz bem, e enche a alma de alegria... Sentimentos que nos levam às profundezas de ser humano.

*Every ten years, there have been technologies that have claimed to change the way learning happens. Games (2010), mobile devices (2000), Internet (1990), CD-rom (1980), television (1970), programmed instruction (1960), radio (1950) and spirit duplicators (1930), just to mention a few. [...] The Learning process, however, remained the same: we yet connected our observations into our mental understanding. Learning is hard work, but we can make it more enjoyable, accessible and effective with good pedagogy. Technology alone is never the answer.*

HARRI KETAMO

## RESUMO

A inteligência artificial é uma inovação tecnológica proveniente do Norte Global com o potencial de desafiar o modo como vivemos, produzimos e disseminamos conhecimento no Sul Global. Estudos descrevem tecnologias e tendências tecnológicas baseadas em inteligência artificial, que estão sendo incorporadas à educação superior, com o poder de determinar o acesso a direitos e oportunidades, logo, o destino das pessoas e da sociedade. O desenvolvimento da ciência e da tecnologia estão no centro das causas de transformações paradigmáticas na história, contudo, no cenário atual permanece o paradoxo entre notáveis avanços e o acirramento das desigualdades, decorrentes, em boa parte, de lutas geopolíticas por poder e mercados. A Agenda 2030 da ONU chama atenção para a necessidade de priorizar o desenvolvimento sustentável, e estabelece metas específicas para educação de qualidade. Uma vez que o emprego da inteligência artificial tem influência significativa no futuro da educação superior, e considerando que a educação superior é direito fundamental e um setor estratégico para o desenvolvimento econômico e social do país (BRASIL, 2014), bem como que não existe um marco regulatório da inteligência artificial, especialmente na educação, no Brasil, a finalidade da pesquisa proposta é apontar diretrizes para o uso ético de tecnologias baseadas em inteligência artificial na educação superior brasileira, a partir de uma revisão narrativa e da análise de conteúdo de documentos selecionados. Os resultados apontaram que as pesquisas em inteligência artificial na educação (IAE) começaram nos anos 1970, mas sua aplicação na educação superior está em fase inicial. Constatou-se que há diversas aplicações de inteligência artificial na educação superior, como sistemas adaptativos, realidade virtual e aumentada, gamificação, análise de dados educacionais, avaliação, reconhecimento de fala, facial e biométrico, *feedback* imediato, pelo que se deduz que a IAE é um setor em franca expansão, com o desenvolvimento de novas tecnologias, o aumento do investimento e o crescimento de pesquisas e aplicações (UNESCO, 2021; 2022; SCHIFF, 2021; VICARI, 2018; 2021; ZAWACKI-RICHTER *et al.*, 2019; LUCKIN; HOLMES, 2016; GUAN; MOU; JIANG, 2020). Os sistemas tutores inteligentes são a principal aplicação, e englobam outras funcionalidades baseadas em inteligência artificial. O emprego da inteligência artificial na educação superior brasileira provoca uma série de preocupações, haja vista o pressuposto da não neutralidade da ciência e tecnologia (DAGNINO, 2008), como as distorções decorrentes da adoção de sistemas desenvolvidos por grandes empresas de tecnologia em outros contextos, a proteção, privacidade e governança dos dados, e o aprofundamento das desigualdades. Por outro lado, a aplicação de IAE gera oportunidades, como adaptação de sistemas e contribuição com novos caminhos de pesquisa e inovação, além de o Brasil ser um destaque na América Latina em pesquisas em IAE e políticas para digitalização. Por fim, os princípios éticos para uso de IAE encontrados em todos os documentos analisados são: autonomia, privacidade, justiça, responsabilidade e transparência (ADAMS *et al.*, 2023; CE, 2023; EUA, 2023; HOLMES *et al.*, 2022; IEAIE, 2021). Além disso, foram identificados princípios estritamente ligados ao campo da educação: adequação pedagógica, alinhamento com a visão de ensino e aprendizagem, foco em alcançar objetivos pedagógicos, empoderamento de alunos e professores, qualidade da educação, transparência sobre escolhas pedagógicas, alfabetização em IA, participação informada e bem-estar dos professores.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial na Educação Superior; Política Institucional; Ética em Inteligência Artificial.

## ABSTRACT

Artificial intelligence is a technological innovation from the Global North with the potential to challenge the way we live, produce, and disseminate knowledge in the Global South. Studies describe technologies and technological trends based on artificial intelligence that are being incorporated into higher education in Brazil, with the power to determine access to rights and opportunities, thus the fate of people and society. The development of science and technology are at the center of the causes of paradigmatic transformations in history, however, in the current scenario remains the paradox between remarkable advances and the intensification of inequalities, arising in large part from geopolitical struggles for power and markets. The UN 2030 Agenda draws attention to the urgency to prioritize sustainable development and sets specific targets for quality education. Since the use of artificial intelligence has a significant influence on the future of higher education, and considering that higher education is a fundamental right and a strategic sector for the economic and social development of the country (BRASIL, 2014), as well as that there is no regulatory framework for artificial intelligence, especially in education, in Brazil, the purpose of the proposed research is to point out guidelines for the ethical use of technologies based on artificial intelligence in Brazilian higher education, based on a narrative review and content analysis of selected documents. The results pointed out that research in artificial intelligence in education (AIE) began in the 1970s, but its application in higher education is at an early stage. It was found that there are several applications of artificial intelligence in higher education, such as adaptive systems, virtual and augmented reality, gamification, learning analytics, evaluation, speech, facial and biometric recognition, immediate feedback, so it is assumed that AIE is a booming sector, with the development of new technologies, increased investment and the growth of research and applications (UNESCO, 2021; 2022; Schiff, 2021; VICARI, 2018; 2021; ZAWACKI-RICHTER et al., 2019; LUCKIN; HOLMES, 2016; GUAN; MOU; JIANG, 2020). Intelligent tutoring systems are the main application, and encompass other functionalities based on artificial intelligence. The use of artificial intelligence in Brazilian higher education causes concerns, given the assumption of non-neutrality of science and technology (DAGNINO, 2008), such as the distortions resulting from the adoption of systems developed by large technology companies in other contexts, the protection, privacy and governance of data, and the deepening of inequalities. On the other hand, the application of AIE generates opportunities, such as adaptation of systems and contribution to new paths of research and innovation, in addition Brazil has groups of research in AIE and has started policies for digitalization. Finally, the ethical principles for the use of AIE found in all the documents analyzed are: autonomy, privacy, justice, accountability and transparency (ADAMS et al., 2023; EC, 2023; USA, 2023; HOLMES et al., 2022; IEAIE, 2021). In addition, principles closely linked to the field of education were identified: pedagogical adequacy, alignment with the vision of teaching and learning, focus on achieving of pedagogical objectives, empowerment of students and teachers, quality of education, transparency about pedagogical choices, AI literacy, informed participation and well-being of teachers.

**Key words:** Artificial Intelligence in Higher Education; Institutional Policies; Ethics.

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1. Resultados obtidos por Guan, Mou e Jiang (2020) .....</b>	<b>41</b>
--	-----------

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1. Classificação dos sistemas algorítmicos baseados em IA, a partir de suas formas de aprendizado .....</b>	<b>27</b>
<b>Quadro 2. Definições de IAE, segundo Guan, Mou e Jiang (2020) .....</b>	<b>33</b>
<b>Quadro 3. Considerações éticas para educação .....</b>	<b>49</b>
<b>Quadro 4. Princípios éticos para IAE .....</b>	<b>51</b>
<b>Quadro 5. Classificação dos estudos sociais da CT .....</b>	<b>59</b>
<b>Quadro 6. Sistemas de IA potenciais e existentes na educação .....</b>	<b>80</b>
<b>Quadro 7. Categorias da IA com base nos usuários .....</b>	<b>85</b>
<b>Quadro 8. Comparativo de princípios éticos da IAE .....</b>	<b>86</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Linha do tempo com os principais desenvolvimentos em IA.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 2. Organograma de subáreas do estudo da IA .....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 3. Interrelação entre as áreas e domínios integrantes dos STI.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 4. <i>Roadmap</i> tecnológico da IAE.....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 5. Organograma de requisitos para IAE .....</b>	<b>50</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5G – Redes móveis de quinta geração

AI CAI – *AI computer-assisted instruction*

AST – Adequação Sociotécnica

AVA – Ambiente virtual de aprendizagem

BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações

BNCC – Base Comum Curricular

CGU – Controladoria Geral da União

CMS – *Content Management System*

CNE – Conselho Nacional de Educação

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CT – Ciência e tecnologia

DARPA – Defense Advanced Research Projects Agency

DL – *deep learning*

EBIA – Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial

E-Digital – Estratégia Brasileira para a Transformação Digital

FATE – *Fairness, accountability, transparency and ethics*

HAI – *Human AI*

IA – Inteligência artificial

IAE – Inteligência artificial na educação

IC – Instituto de Computação

IES – Instituições de Educação Superior

IoT – *Internet of Things*

LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais

LMS – *Learning management systems*

MCTIC – Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações

MEC – Ministério da Educação

MOOC – *massive open online courses*

NEES – Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais

NIC – *Newly Industrializing Countries*

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ODS – Objetivos de desenvolvimento sustentáveis

OEIRD – Ocidentais, educados, industrializados, ricos e democráticos

ONU – Organização das Nações Unidas

P&D – Pesquisa e desenvolvimento

PC – Pensamento computacional

PIEC – Programa de Inovação Educação Conectada

PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes

PNE – Plano Nacional de Educação

PNED – Política Nacional de Educação Digital

PNIA – Plano Nacional de Inteligência Artificial de Nova Geração

PNLD – Plano Nacional do Livro Didático

ProInfo – Programa Nacional de Tecnologia Educacional

STI – Sistemas tutores inteligentes

TCU – Tribunal de Contas da União

TIC – Tecnologia da informação e comunicação

UFAL – Universidade Federal de Alagoas

UFG – Universidade Federal de Goiás

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

USPTO – U.S. Patent and Trademark Office

VLE – *Virtual Learning Environment*

WIC – Conferência Mundial da Internet

WIPO – World Intellectual Property Organization

WoS – Web of Science

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	12
OBJETIVOS .....	17
METODOLOGIA.....	18
1. CONCEITUAÇÃO BÁSICA.....	22
1.1 Algoritmos e inteligência artificial.....	22
1.2 Inteligência artificial aplicada à educação .....	32
1.3 <i>Fairness, accountability, transparency and ethics</i> (FATE) e IAE .....	45
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	55
2.1 A economia digital: o Brasil como país em desenvolvimento .....	55
2.2 A não-neutralidade da ciência e tecnologia: O Brasil enquanto importador de tecnologias do Norte Global e uma solução de compromisso .....	58
2.3 Capitalismo de vigilância e capitalismo de plataforma: o Brasil enquanto nação que precisa tutelar os dados de sua população diante das ameaças globais .....	63
3. O BRASIL FRENTE À IAE.....	66
3.1 O contexto social e tecnológico da educação brasileira .....	66
3.2 Políticas públicas e regulação em digitalização, tecnologia e inovação na educação no Brasil .....	72
4. DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DE POLÍTICA INSTITUCIONAL PARA USO ÉTICO DA IAE NAS INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR NO BRASIL .....	79
CONCLUSÃO.....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91

## INTRODUÇÃO

Em setembro de 2015, com a participação de 193 estados-membros, realizou-se, em Nova York, a Assembleia Geral das Nações Unidas, que aprovou o documento “Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável” com 17 objetivos de desenvolvimento sustentáveis (ODS) (BRASIL, 2023). Eles “são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade” (ONU, 2023).

O ODS 4 da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), que trata da educação de qualidade, tem como meta “Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos”. Para tanto, compreende a meta 4.4, que consiste em “Até 2030, aumentar substancialmente o número de jovens e adultos que tenham habilidades relevantes, inclusive competências técnicas e profissionais, para emprego, trabalho decente e empreendedorismo” (ONU, 2023). A redação da meta 4.4 foi ajustada para a realidade brasileira, e ficou assim redigida: “Até 2030, aumentar substancialmente o número de jovens e adultos que tenham as competências necessárias, sobretudo técnicas e profissionais, para o emprego, trabalho decente e empreendedorismo”.

Para avaliar o atingimento dessa meta é utilizado o indicador 4.4.1, que consiste na “Proporção de jovens e adultos com habilidade em tecnologias da informação e comunicação (TIC), por tipo de habilidade.”. Na redação da meta no contexto brasileiro, optou-se por substituir o termo “habilidades relevantes” por “competências necessárias”, haja vista que, conforme justificativa da adequação, “o conceito de competência é mais abrangente que o de habilidade, sendo que esta pode se tornar obsoleta com o avanço tecnológico”. Dessume-se, portanto, que uma educação de qualidade não pode ser alcançada sem significativa inovação.

Estudos recentemente publicados na área de neurociência evidenciam que cada cérebro é constituído por conexões exclusivas e, portanto, cada pessoa aprende de uma forma diferente. Não obstante, até hoje, os sistemas educacionais foram orientados por currículos “tamanho único para todos” com ênfase em formar uma força de trabalho a ser empregada na indústria. Como resultado dessa incongruência tem-se: muitas pessoas treinadas, mas incapazes de se adaptarem a mudanças exigidas; pouca atenção aos talentos naturais e redução

da criatividade; nenhum ou pouco interesse em aprender; jovens frustrados. Dessa maneira, muitos sistemas de ensino são ineficazes, insuficientes e ineficientes diante das demandas do século XXI (UNESCO, 2018, p. 31).

Com efeito, a forma como vivemos está sendo revolucionada por novas soluções tecnológicas que estão sendo usadas em diversos contextos. Na educação, especificamente, observa-se o uso de tecnologias de modo a apoiar a gestão, o processo de ensino e aprendizagem e as políticas públicas. Tecnologias diferentes são reunidas para permitir que as máquinas percebam, compreendam, ajam e aprendam de forma nunca vista.

A partir da criação e difusão do microcomputador e da *internet*, iniciou-se o desenvolvimento e a disseminação das tecnologias digitais que estão revolucionando o mundo, e que geram, cada vez mais rápido, maior volume e variedade de dados. As novas tecnologias estão se fundindo e gerando interações entre os mundos físico, digital e biológico em diversas áreas como na indústria, na agricultura, na saúde e na educação. As mudanças em curso impactam tanto os processos produtivos que se vinculam ao mercado quanto a vida das pessoas e o rumo da sociedade.

A IA é uma área ampla, multidisciplinar, e em constante atualização dentro da Ciência da Computação, que está relacionada à capacidade de computadores compreenderem e aprenderem, imitando a inteligência humana (MCCARTHY, 2007). Em decorrência da fusão de tecnologias distintas, do aumento da capacidade de geração e armazenamento de dados, ela está sendo desenvolvida e aplicada em diversos setores com diferentes finalidades, o que chama atenção de organismos internacionais e governos para a necessidade de definição de estratégias multidirecionais.

Caruso (2021) considera a IA uma das formas mais radicais de inovação tecnológica, com profundas implicações nas atividades humanas e, portanto, na educação, que constitui uma atividade radicalmente humana. Segundo o autor, especificamente no campo educacional, são esperadas aplicações como sistemas tutoriais inteligentes, robótica educacional inteligente e processamento de linguagem natural.

De acordo com Frey e Osborne (2013, p. 16), “a automação está avançando agora para o domínio do que, comumente, se denomina de não rotineiro”, verificando-se uma inflexão na curva das atividades cognitivas analíticas, como emitir pareceres jurídicos e construir monografias, o que distingue a trajetória da IA das tecnologias precedentes.

Trata-se de uma inovação tecnológica que influenciará no desenvolvimento econômico e social do planeta nos próximos anos, e que tem o potencial de mudar a sociedade. Há por isso, uma corrida dos países para liderar pesquisa e desenvolvimento de IA nos próximos anos, ao mesmo tempo em que organismos (a ONU e a United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)) e blocos econômicos (União Europeia – eu, por exemplo) estão preocupados em determinar os limites da IA, e formular diretrizes para as políticas nacionais e transnacionais.

A educação superior, em especial, está sendo desafiada pelas novas tecnologias que estão mudando as maneiras pelas quais o conhecimento é produzido, gerenciado, disseminado, acessado e controlado. A pandemia ocasionada pela Covid-19 acelerou as transformações, e as medidas de lockdown incentivaram a adoção de TIC em sistemas acadêmicos, administrativos e nos processos de ensino e aprendizagem, independente da modalidade de ensino (BRASIL, 2021).

Nesse contexto, a inteligência artificial (IA) chama atenção pelo seu potencial de contribuir para melhorar a qualidade da educação e atingir a referida meta, uma vez que pode ser utilizada para o desenvolvimento de sistemas de educação e treinamento que se adaptem às habilidades e necessidades individuais de cada pessoa. Além disso, a análise de dados educacionais por meio de algoritmos de IA pode ajudar a identificar quais habilidades são mais demandadas pelo mercado de trabalho e onde há escassez de profissionais qualificados, permitindo que os *stakeholders* direcionem seus esforços para áreas específicas.

Globalmente, as instituições de educação superior estão promovendo a adoção de *softwares* baseados em IA, e intensificando o uso de plataformas de tecnologia digitais. Para Thomas Philbeck (2019) “Todas essas novas tecnologias problematizam as tecnologias atuais, nossos mandatos institucionais, as regulações, o desenvolvimento de políticas, as estruturas de governo nacionais e internacionais e a criação do mundo que queremos”.

As mudanças rápidas exigem reposicionamento da educação em todos os níveis, não só para incorporar a utilização de novas TIC, como também na lida com novos padrões, novas demandas de formação e capacitação, novos perfis de relações ampliadas, novas formas de compreensão e uso de espaços e de tempos, novas formas de ensinar e aprender, enfim, requer ajustes em razão da mudança de valores e ideologias emergentes na sociedade. Assim, é preciso integrar conhecimentos de todas as áreas, combinando metodologias, atividades,

projetos e outras estratégias, para compreender os movimentos ou acontecimentos do mundo atual (BRASIL, 2021, p. 2).

Nesse sentido, é importante conhecer as tecnologias de IA na educação (IAE) existentes e suas influências na educação superior brasileira, pois os termos e conhecimentos antes restritos ao campo da informática passam a estar mais presentes nos sistemas educacionais, interferindo nos processos de gerenciamento, ensino e aprendizagem e políticas públicas relacionadas à educação em curto e médio prazo.

Isso também envolve comprometimento em pensar como essas tecnologias devem ser implementadas na educação superior sob diferentes dimensões, não só do ponto de vista instrumental, como o que funciona, e como a tecnologia pode consertar os problemas persistentes da educação, como anota Biesta (2009 *apud* CASTANEDA; SELWYN, 2018, p. 2 e 9-10):

digital technology use in higher education is a clear example of what Gert Biesta has termed ‘learnification’ – i.e. “the translation of everything there is to say about education in terms of learning and learners” (Biesta, 2009, p. 38). Thus this is an area that is often described as ‘learning technology’ or ‘technology enhanced learning’, and where technologies are framed in terms of their association with learning – i.e. ‘learning management systems’ and ‘learning analytics’. This clearly limits the ways in which digital technologies are understood. As Biesta points out, there are many other aspects to education that stretch well beyond issues of learning. Framing digital technologies in terms of learning therefore obscures the socialization, subjectification and qualification purposes of education – as well as the political, economic and cultural aspects of the systems being used. As has been argued before, the most prevalent function of an ‘learning management system’ in universities is usually to support management rather than learning (Selwyn, 2016). Continually presenting educational technology through a learning lens renders our understandings abstracted from these other contexts of purpose.

Especialmente no contexto brasileiro, que enfrenta desigualdades sociais e regionais, e não dispõe das mesmas condições que os países desenvolvidos para competir com a velocidade das mudanças do mundo contemporâneo, prever os efeitos negativos da IAE, identificar oportunidades de pesquisa, desenvolvimento e aplicação de IAE, e pensar em limites éticos para a sua aplicação, ainda que seja um exercício difícil, é imperioso para evitar o autoritarismo tecnológico, partindo do pressuposto da não neutralidade e não determinismo da ciência e tecnologia (DAGNINO, 2008).

Conforme anotam Castaneda e Selwyn (2018): “While digital education might work well for individuals, it is likely to work better for some individuals rather than others”. Assim, embora exista a promessa de que a IAE pode contribuir para solucionar os desafios que a educação enfrenta em todo mundo, e especialmente nos países mais necessitados, se não

forem estabelecidos limites claros, a IAE pode interferir nas oportunidades e dignidades dos indivíduos, provocando um efeito inverso do almejado e expressado pela Agenda 2030.

Assim, atenta à capacidade disruptiva das soluções tecnológicas baseadas em IA provenientes do Norte Global para o campo da educação, e à posição que o Brasil ocupa no contexto mundial, como país em desenvolvimento, ou Sul Global, a presente dissertação tem como foco apontar diretrizes para a construção de políticas institucionais de uso ético de tecnologias baseadas em IAE superior brasileira.

Para se chegar a esse objetivo geral, a investigação busca responder as seguintes questões:

- Quais as aplicações tecnológicas e pesquisas baseadas em inteligência artificial na educação atualmente?
- Quais as principais oportunidades e obstáculos para adoção de aplicações baseadas em inteligência artificial na educação superior brasileira?
- Quais questões éticas as instituições de educação superior brasileiras podem considerar em suas políticas institucionais para uso de inteligência artificial?

## **OBJETIVOS**

O objetivo geral da pesquisa é apontar diretrizes para a construção de política institucional de o uso ético de tecnologias baseadas em inteligência artificial na educação superior brasileira. A partir disso, os objetivos específicos são:

1. Identificar as aplicações tecnológicas e pesquisas baseadas em inteligência artificial na educação atualmente.
2. Identificar as principais preocupações e oportunidades para adoção de aplicações baseadas em inteligência artificial na educação superior brasileira.
3. Identificar as questões éticas que as instituições de educação superior brasileiras podem considerar em suas políticas institucionais de uso de inteligência artificial.

## METODOLOGIA

Cano (2012, p. 107) define método de pesquisa como estratégias de produção de conhecimento científico, incluindo a geração e a validação de teorias. Ainda de acordo com o autor, a escolha das técnicas empregadas deve depender, em princípio, do tema da pesquisa e do contexto em que ela acontecerá (CANO, 2012, p. 110).

Tendo isso em vista, foram utilizados dois métodos principais na presente pesquisa: a revisão narrativa de literatura (para atingir todos os objetivos específicos); e a análise de conteúdo (para atingir o terceiro objetivo específico). Por ser a revisão de literatura parte vital do processo de investigação bibliográfica, ela ocorreu em todos os momentos, da concepção do pré-projeto ao resultado e discussão.

Na concepção da ideia inicial, foram utilizadas diversas referências provenientes de fontes variadas: matérias e publicações de sites de prospecção de tecnologia ou de educação superior, anais de congressos, podcasts, webinars, livros (educação híbrida, *design* instrucional, tecnologias na educação, Revolução 4.0, IA em geral) e um curso *online* sobre IA na plataforma *coursera*. Buscou-se um tema relevante dentro da diversificada área de tecnologias na educação superior. Nessa fase, foram utilizadas palavras-chave mais abrangentes, como: educação superior e tecnologias, em português e em inglês, pois, na área de tecnologia, a maior parte das publicações está nesse idioma.

Na delimitação do problema de pesquisa, em que foram utilizadas, sobretudo, pesquisas bibliométricas e revisões sistemáticas, buscou-se por linhas de investigação de maior interesse da comunidade de pesquisa e sociedade, que, ao mesmo tempo, atendessem à necessidade de afinidade com o programa (voltado para desenvolvimento, sociedade e cooperação internacional) e com a pesquisadora (com experiência na área de regulação do ensino superior). Foram especialmente importantes os trabalhos de Luckin e Holmes (2016), Stone *et al.* (2016), Goksel e Bozkurt (2019), Vicari (2018), Nesta (2019), Metared (2020 e 2021), Littman *et al.* (2021) – todos descrevendo tecnologias e tendências tecnológicas baseadas em IA que estão sendo incorporadas à educação superior.

Nesse momento, já se tinha a convicção de que a área de estudo seria de IAE superior, por isso, as palavras-chave utilizadas nos portais de periódicos da Capes e Google Scholar, em inglês e em português, foram: “artificial intelligence and higher education”. Os resultados

foram selecionados, considerando os títulos e resumos, excluindo-se artigos que se dedicavam somente a questões da área de tecnologia voltados especificamente ao desenvolvimento e implementação de *softwares*, ou que embora relacionados à educação, estivessem muito ligados à área da saúde, e anteriores a 2016.

No terceiro momento, foi desenhado o sumário, em um esforço de organização das categorias centrais. A ordenação inicial dos capítulos, que nasceu apenas com um capítulo sobre IAE, um segundo sobre teorias de desenvolvimento na perspectiva do Sul Global, e o terceiro sobre a situação das políticas em tecnologia no Brasil, sofreu significativas mudanças, e foi enriquecida ao longo do processo de investigação. Nessa etapa, foram primordiais os trabalhos que buscavam fazer panoramas ou fornecer orientações gerais, como é o caso das publicações de organismos internacionais como a UNESCO ao final referenciadas. Com a definição das categorias centrais, foram selecionadas fontes primárias e secundárias, constituídas especialmente por artigos científicos, vez que as questões ligadas à tecnologia são rapidamente renovadas.

A partir da qualificação do projeto, surgiu a necessidade de maior delimitação do problema de pesquisa, e definiu-se o estudo de Renato Dagnino (2008), como principal referencial teórico, a partir de sugestão da banca, para abordar a questão da utilização de tecnologias provenientes do Norte Global. Essa leitura aumentou o interesse pela relação tecnologia e sociedade, e pela normatização da IA no Brasil, considerando as potencialidades, e a necessidade de proteção contra os impactos negativos da IA, como o aprofundamento das desigualdades. Outros temas emergiram, em decorrência da abordagem de privacidade e governança de dados, ligados à economia digital, os conceitos de capitalismo de vigilância e capitalismo de plataforma.

À medida que o trabalho foi se desenvolvendo, foram também considerados trabalhos de autores citados em mais de um trabalho, renomados na área ou que foram referenciados trazendo algum tema de interesse na construção da presente pesquisa, ou seja, na conceituação, apresentação de categorias, contextualização e abordagem histórica. O mesmo ocorreu com relação às palavras-chave, novos termos foram considerados, a medida em que surgiu a necessidade de aprofundar nas ramificações da IA, nas teorias e políticas abordadas. Passou-se a seguir as publicações com citações de autores como Diego Dermeval, Ig Bittencourt e Seiji Isotani.

Com a leitura da publicação *Less than 10% of schools and universities have formal guidance on AI* (UNESCO, 2023), surgiu o interesse em levantar mais informações sobre a IAE sob a perspectiva da ética. Especificamente para o capítulo sobre ética em IA, que constitui o principal tema e instrumento para a proposição das diretrizes éticas para uso da IAE superior brasileira, foi adotado, como ponto de partida, o número especial (32) da revista eletrônica *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, principalmente os artigos *Education for AI, not AI for education: the role of education and ethics in national AI policy strategies*, em que o autor se debruçou sobre diretrizes éticas em língua inglesa de diversos países, e *Ethics of AI in Education: Towards a community-wide framework* – o qual utilizou entrevista com pesquisadores renomados.

Algumas referências mencionadas nesses artigos, como é o caso de Holmes *et al.* (2022), Rodrigo (2023) e Aiken, R. M. e Epstein, R. G. (2000) foram consultadas. Não apenas documentos científicos foram utilizados, foram também consideradas as diretrizes éticas do departamento de educação dos Estados Unidos (EUA, 2023), da Comissão Europeia e da organização Instituto para IA Ética na Educação – *Final Report: Towards a shared vision of ethical AI in Education* (IEAIE, 2021) e *Interim Report: Towards a shared vision of ethical AI in Education* (IEAIE, 2020). Outro documento base foi o artigo *Ethical principles for artificial intelligence in K-12 education* (ADAMS *et al.*, 2023), pois, apesar do foco em educação básica e direitos das crianças e adolescentes, considera e compara importantes documentos sobre ética em IAE, que se aplicam também a outros níveis educacionais.

Para a síntese e proposta de diretrizes éticas para educação superior brasileira, foi considerada toda a revisão de literatura realizada na dissertação, e decorre da utilização do método qualitativo análise de conteúdo, proposto por Bardin (2011, p. 47), que o define como:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção e recepção dessas mensagens.

Esse método, se divide em cinco partes: preparação das informações, unitarização ou transformação do conteúdo em unidades, categorização ou classificação das unidades em categorias, descrição e interpretação (MORAES, 1999).

Os 5 documentos que trazem diretrizes éticas foram encontrados por meio de citação em artigos sobre ética na inteligência artificial em busca no *Google*, e lidos: CE (2022), EUA (2023), IEAIE (2021), Floridi e Cows (2019) apud Schiff (2022) e Holmes *et al* (2022).

Após a leitura, foi construído um quadro preliminar ao Quadro 8 para comparar todos os princípios éticos levantados. As aproximações e diferenciações entre os princípios indicados em cada um desses documentos, cuja síntese resultou no Quadro 8, decorrem de inferências da própria autora, a partir da leitura dos conceitos apresentados nos referidos documentos. O quadro foi, ao final, comparado com os resultados de ADAMS *et al* (2023). Em seguida, foram descritos os resultados e interpretados à luz da literatura abordada na presente dissertação.

As conclusões, portanto, consistem na exposição das ideias e pontos de vista da própria autora sobre o tema estudado, baseados na literatura abordada na dissertação, sem, contudo, explorar o tema de forma exaustiva.

# 1. CONCEITUAÇÃO BÁSICA

## 1.1 Algoritmos e inteligência artificial

Embora os termos “algoritmo” e “IA” façam parte do cotidiano social, cada dia mais permeado por tecnologias digitais, para definir a área de estudo, que consiste na IAE superior brasileira, é importante, como ponto de partida, compreender com mais profundidade o que vem a ser algoritmo e IA. Isto é, qual a definição e relação entre esses dois conceitos, assim como o surgimento da IA, como está evoluindo, suas classificações, aplicações e algumas implicações relevantes para a contextualização deste estudo.

Definir IA é complexo, pois se trata de um conceito abstrato, que exige a prévia compreensão do que se entende por inteligência. (UNESCO, 2022b, p. 15). Há diversas definições de IA, dentre as quais foram selecionadas algumas de renomados autores. Para McCarthy (2007), precursor desse campo, IA é a ciência de se produzir máquinas inteligentes. É uma área ampla, multidisciplinar, e em constante atualização, dentro da ciência da computação, que está relacionada à capacidade de computadores compreenderem e aprenderem, imitando a inteligência humana.

Para Russell e Norvig (2013, p. 7), dentre as diversas definições de IA, a abordagem de agentes racionais (algo que age para alcançar o melhor resultado) é a mais genérica e acessível. Assim a IA refere-se a agentes inteligentes que recebem percepções do ambiente e realizam ações que afetam esse ambiente. Eles também descrevem a IA como inteligência de máquina ou inteligência computacional, área que compreende várias disciplinas e capacidades relacionadas ao aprendizado e tarefas específicas como jogar xadrez, resolver teoremas matemáticos, escrever poesias, diagnosticar doenças.

Para Luckin e Holmes (2016, p. 14), IA refere-se a

sistemas de computador que foram projetados para interagir com o mundo através de capacidades (por exemplo, percepção visual e reconhecimento de fala) e comportamentos inteligentes (por exemplo, avaliando as informações disponíveis e, em seguida, tomando a ação mais sensata para atingir um objetivo declarado) que seriam consideradas essencialmente humanos.

A Unesco (2021, p. 20), por seu turno, considera IA como “um modelo avançado da ciência da computação que realiza previsões com base em figuras, textos, números ou

qualquer dado matematicamente quantificável, e é capaz de modificar suas previsões iniciais com base em um fluxo dinâmico de dados”.

Dessume-se das definições abordadas que há consenso de que a IA está relacionada à ação de reproduzir aspectos da inteligência humana em máquinas. Contudo, a conceituação varia entre: ciência; agentes; habilidade; sistemas; construção algorítmica; e modelo.

Apesar de a IA ter mais de meio século de existência, atualmente estamos vivendo o momento histórico de maior efervescência devido a confluência de três elementos: o advento de grandes volumes de dados; a habilidade de treinar os algoritmos existentes com esse vasto volume de amostras de dados; e computadores com maior capacidade de processamento (*Graph Processing Units*) (MARTINEZ *et al.*, 2019, p. 8). O contexto do *big data* e *big analytics* viabilizou obter, coletar, registrar e acessar dados com mais velocidade, veracidade, variedade e volume. Além disso, contribuiu com a expansão das decisões automatizadas com maior grau de assertividade, maior do que qualquer ser humano seria capaz (FRAZÃO, 2019).

Do ponto de vista histórico, o início das pesquisas em IA remonta à década de 1950, quando o matemático britânico Alan Turing trouxe à luz o termo algoritmo<sup>1</sup>, que é o ingrediente fundamental para IA. Em termos genéricos, algoritmo é uma receita. Contudo, do ponto de vista computacional, são instruções constituídas de forma complexa por várias etapas em uma linguagem lógico-matemática (CORMEM, 2013). Os resultados gerados pelos algoritmos decorrem de análises probabilísticas, em que dados são a matéria-prima.

Alan Turing deixou contribuições para a teoria computacional desenvolvendo o conceito de algoritmo e de inteligência de máquina. A busca de simulação do cérebro de uma criança, com capacidade randômica de aprendizado, foi a ideia motriz dos algoritmos não programados, aqueles que usam a técnica que ficou conhecida como aprendizagem de máquina (*machine learning*)<sup>2</sup>.

Enquanto os algoritmos programados (ou convencionais) requerem que as operações sejam pré-definidas pelo programador, os algoritmos não programados (ou baseados em IA) são capazes de operar outros algoritmos em seu próprio sistema permitindo ao próprio algoritmo tecer outras linhas de programação a serem utilizadas em seu funcionamento, sem depender diretamente da participação humana (DOMINGOS, 2017).

---

<sup>1</sup> É “um conjunto de regras e procedimentos lógicos perfeitamente definidos que levam à solução de um problema em um número finito de etapas” (MANZANO; OLIVEIRA, 2019, p. 28).

<sup>2</sup> FERRARI, 2018, p. 12.

Os algoritmos convencionais se diferenciam dos que utilizam IA em suas variadas formas sobretudo pela habilidade de extrair novas informações como uma forma de aprendizado. Como consequência disso verifica-se a utilização dos algoritmos em sistemas decisórios com potencial de impactar nas decisões humanas.

Assim, a máquina de Turing foi capaz de implementar algoritmos que poderiam imitar o processo básico de tomada de decisão humana. A partir do trabalho seminal de Alan Turing, vários algoritmos foram desenvolvidos e alguns deles usados para decifrar códigos secretos durante a Segunda Guerra Mundial.

No artigo *Os aparatos da computação e da inteligência*, sobre uma máquina pensante hipotética, ele propõe o jogo da imitação, para testar e definir a inteligência de máquina. Nesse jogo, originalmente, homens se passam por mulheres e vice-versa. Após a substituição de participantes por um computador, ficou conhecido como Teste de Turing: um teste utilizado para distinguir se o entrevistado é um humano ou computador (BONAMI; DALA-POSSA; PIAZENTINI, 2020).

Na mesma década, em 1956, nasceu a IA como um campo de pesquisa, profundamente relacionado com a filosofia, a matemática (lógica) e a linguagem, em uma conferência de tecnologia na Universidade de Dartmouth nos Estados Unidos, pelos pesquisadores John McCarthy, Marvin Minsky e Claude Shannon (MARTINEZ *et al.*, 2019, p.14).

Entre 1950 e 1960, houve significativo avanço nos estudos relacionados à IA: Frank Rosenblatt publicou um dos primeiros artigos sobre *perceptron*<sup>3</sup>, um predecessor das redes neurais; Marvin Minsky e Seymour Papert escreveram o livro *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*, em que surgem as primeiras demonstrações de uma máquina capaz de realizar tarefas simples a partir de exemplos construídos com dados de treinamento.

Em 1959, Arthur Samuel, mostrou que uma máquina poderia ser programada para jogar damas melhor que um humano. Ele foi um dos primeiros pesquisadores a introduzir o termo “aprendizado de máquina”. Nos anos 1960, outro modelo de raciocínio começou a apresentar resultados impressionantes para o aprendizado de máquina, o simbolista (MARTINEZ *et al.*, 2019, p. 15).

A IA passou por dois períodos de estagnação, conhecidos como *AI Winters*, de 1974 a 1980 e de 1987 a 1993, em que houve redução do financiamento das pesquisas em razão de

---

<sup>3</sup> *Perceptrons* são considerados um exemplo de modelos dentro da rubrica de “conexionistas”.

diversos fatores – dentre eles, a impossibilidade de avançar devido à capacidade limitada dos computadores, crises econômicas e não atingimento das expectativas. O campo assim como outras tecnologias continuaram a avançar, em que pese a redução dos investimentos, e interrompidos pelo surgimento de novas tecnologias que tornaram mais acessível a coleta, e viabilizaram o processamento, bem como o armazenamento de uma quantidade muito maior de dados (MARTINEZ *et al.*, 2019, p. 15).

Em 1997, revolucionando o campo da IA, o computador da IBM Deep Blue venceu uma partida de xadrez contra Gary Kasparov, então campeão mundial. Isso foi um marco, pois alavancou poderosos algoritmos e plataformas de computação. A partir dos anos 2000 a conquista de novos marcos na IA foi acelerada, em função dos *big data* e computação de alto desempenho, que permitiram a aplicação de algoritmos desenvolvidos nas décadas anteriores.

Em 2011, o computador IBM Watson venceu os campeões do jogo Jeopardy, Brad Rutter e Ken Jennings, o que demonstrou o poder da IA para buscar respostas para as questões em tempo real em uma base de informações massiva. Em 2016, a DeepMind Technologies Limited apresentou um novo sistema de IA, chamado AlphaGo, baseado em redes neurais profundas a partir de aprendizado supervisionado, capaz não só de vencer o campeão humano do jogo Go, Lee Sedol, mas também de aprender com ela mesma (MARTINEZ *et al.*, 2019, p. 16-17).

Além dos marcos mencionados, podemos citar aplicações de IA que passaram a fazer parte da nossa vida cotidiana, como os Chatbots (1994), o Google tradutor (2005), a Siri (Iphone, 2011), a Amazon Echo (2015) e o ChatGPT (2023). A seguir uma linha do tempo com as principais conquistas em IA:

Figura 1. Linha do tempo com os principais desenvolvimentos em IA



Fonte: Elaborado pela autora

A IA está se transformando ao longo de seus anos de existência. Como destaca Vicari (2021, p. 74): “No início, era vista de forma isolada (como imitação), buscando conhecimentos em outras disciplinas e construindo sistemas capazes de mostrar alguma inteligência. Hoje se conhece muito mais da cognição e da relação do conhecimento com a complexidade”.

O progresso dos sistemas de IA seguiram diferentes caminhos direcionados pela evolução dos algoritmos e da computação. A *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) considera as quatro dimensões da inteligência humana (percepção, análise de problemas, conhecimento abstrato e aprendizagem experiencial) para explicar o progresso da IA. A primeira geração de programas de IA era baseada em um conjunto de regras pré-definidas com uma percepção limitada do mundo exterior, como os programas projetados para jogar xadrez e para verificação ortográfica, e incapazes de aprender a partir dos padrões e implementar novas trajetórias e resultados (UNESCO, 2018, p. 34).

A segunda geração de sistemas de IA foi estimulada pela *big data* e novos métodos de *data analytics*, que, combinados a novos algoritmos transformativos, são capazes de identificar grupos e padrões em conjuntos de dados, como os sistemas de reconhecimento de

fala. Esses sistemas, diferentemente da primeira geração, aprendem regras a partir dos dados e não de regras pré-definidas. (UNESCO, 2018, p. 34).

A terceira geração, cuja fronteira ainda não foi transposta, expandirá o conceito de aprendizado de máquina. Ela se refere a sistemas que compreendem o contexto de seu ambiente, aprendem e se adaptam com base nas mudanças desse ambiente (UNESCO, 2018, p. 35).

Os sistemas algorítmicos baseados em IA atualmente existentes, de primeira e segunda geração, podem ser classificados a partir das formas de aprendizado que eles podem utilizar, considerando as três principais técnicas: supervisionado, não supervisionado e reforçado (STEIBEL *et al.*, 2020).

**Quadro 1. Classificação dos sistemas algorítmicos baseados em IA, a partir de suas formas de aprendizado**

Supervisionado	Não Supervisionado	Reforçado
Os dados são mapeados em um conjunto organizado de resultados previamente testados segundo uma classificação de etapas. Há a participação ativa do programador na etapa de treinamento do sistema, seleção da base de dados, lapidação dos dados e orientação dos <i>outputs</i> . Encontrado em sistemas de regressão linear, árvores de classificação ou redes neurais e <i>machine learning</i> .	Há classificação apenas dos dados de entrada. O sistema deve ser capaz de estabelecer os padrões de maneira própria, não há exigibilidade de treino do sistema que objetiva principalmente descobrir padrões num universo de dados.	o sistema é treinado por meio de <i>feedbacks</i> positivos ou negativos apenas sobre a variabilidade de resultados apresentados com o objetivo de aumentar a acurácia nas etapas de saída.

Fonte: elaborado pela autora.

A partir da classificação evidenciada na tabela, nota-se que diferentemente das decisões humanas que não seguem necessariamente uma lógica clara, os sistemas algorítmicos, que podem ser utilizados para auxiliar o processo decisório humano, possuem em seu código-fonte alguma orientação sobre a forma decisória utilizada pelo sistema em linguagem técnico-computacional. Na ciência de dados, existem quatro modelos de decisão: prescritiva, descritiva, diagnóstica e preditiva (SAISSE, 2017).

A análise prescritiva permite antecipar em alguma medida as consequências de determinada ação. A análise descritiva, responder as necessidades de análise de dados quase instantaneamente. A análise diagnóstica busca compreender os eventos em suas extensões de correlações e temporalidades. A análise preditiva, elaborar análises futuras a partir de um

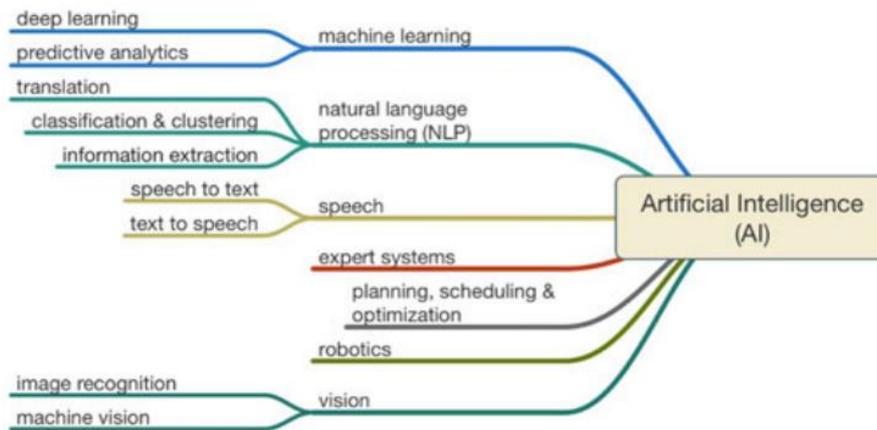
banco de dados histórico (SAISSE, 2017). Em todos os casos, assim como no julgamento humano, a análise algorítmica está sujeita a erros.

Outra maneira de compreender objeto de estudo é a partir da classificação segundo as suas funcionalidades. Arend Hintze (2016) destaca quatro tipos de IA – segundo a funcionalidade: *reactive machines*, *limited memory*, *theory of mind* e *self-awareness*. Conforme a pesquisadora, esses tipos podem ser assim definidos:

- *Reactive Machines*: são os sistemas de IA mais básicos, projetados para tarefas específicas, que apenas reagem a partir de uma percepção direta do mundo pelo computador. Elas performarão exatamente da mesma maneira toda vez que encontrarem a mesma situação, pois incapazes de formar memórias e de usar experiências passadas para informar as decisões atuais. Exemplos são o Deep Blue, o AlphaGo e o supercomputador jogador de xadrez da IBM (HINTZE, 2016).
- *Limited Memory*: são sistemas com memória limitada ou transitória, que pode ser usada para informar decisões atuais, mas não servem como experiência para aprendizado. Alguns carros autônomos carregam essa tecnologia (HINTZE, 2016).
- *Theory of Mind*: o termo da psicologia, quando aplicado à IA, denota um sistema com inteligência social, capaz de formar representações dos agentes, entidades e do mundo, e de compreender os pensamentos e emoções que afetam o seu comportamento. Em outras palavras, capaz de inferir intenções humanas e prever comportamentos. Esta categoria ainda está sendo desenvolvida (HINTZE, 2016).
- *Self-awareness*: são sistemas de IA que têm um senso de identidade, o que lhes dá consciência. Máquinas com autoconsciência entendem seu próprio estado atual. Esse tipo de IA ainda não existe. Ainda não se tem notícias de máquinas com essa capacidade (HINTZE, 2016).

Nos últimos anos, o campo foi beneficiado pelo surgimento de novos algoritmos, descobertas a respeito do funcionamento da inteligência humana, e a evolução das máquinas. Atualmente, IA denomina um campo de estudo genérico, interdisciplinar, que tem várias subáreas, como: *Machine Learning*, *computer vision*, *graphs*, *speech recognition*, *natural language processing*, *neural networks*, entre outras (OCDE, 2019). Conforme evidenciado no esquema abaixo:

**Figura 2. Organograma de subáreas do estudo da IA**



Fonte: MARTINEZ *et al.*, 2019, p. 105.

Nota-se a implantação da IA em diversos setores, como saúde, agricultura, educação, transporte e logística, segurança, entretenimento, artes, comunicação, dentre muitas outras. De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a IA tem o potencial de melhorar o bem-estar, contribuir para uma atividade econômica global sustentável positiva, aumentar a inovação e a produtividade e auxiliar nos atuais desafios globais (OCDE, 2019).

Hiratuka e Diegues (2021, p. 18) destacam que “houve acirramento da competição global após a crise de 2007/2008 que impulsionou estratégias tecnonacionalistas para acelerar as mudanças no paradigma tecno-produtivo visando disputar posições de liderança no sistema internacional”. Nesse sentido, acredita-se que a IA pode provocar um grande impacto econômico e social – inclusive implicações para a segurança nacional dos países. Em razão disso, nota-se uma corrida mundial para dominar os avanços no campo da IA (MARTINEZ *et al.*, 2019, p. 19).

De acordo com UNESCO (2019), diversos países estão criando estratégias nacionais de IA. A França, a China e os Estados Unidos são exemplos de estratégias com foco em pesquisa e desenvolvimento (P&D), mas também em capacitar a força de trabalho em IA, o que envolve especial atenção à educação superior, tendo em vista a sua evidente ligação com a instrução e desenvolvimento, bem como o ensino técnico e profissional.

De acordo com o relatório IDC Worldwide Artificial Intelligence Spending Guide (2022), os gastos globais em IA (incluindo *software*, *hardware* e serviços para sistemas centrados na tecnologia) atingiram quase US\$ 118 bilhões em 2022, e passarão dos US\$ 300

bilhões em 2026. Os Estados Unidos serão o maior mercado geográfico para sistemas de IA, e respondem por mais de 50% de todos os gastos com IA em todo o mundo ao longo da previsão. Varejo e bancos serão os principais setores de investimentos em IA na Europa Ocidental. A China será o terceiro maior mercado de IA com uma das taxas de crescimento mais lentas (21,1% CAGR) (IDC, 2022).

A computação avançada, juntamente com os avanços mundiais em algoritmos, permitirá uma rápida aceleração da adaptação da IA a um grande número de aplicações. As invenções em algoritmos de IA são originárias de organizações comerciais (como Google, Amazon e Facebook), bem como pequenas empresas comerciais. Várias dessas organizações estão fornecendo os algoritmos para a comunidade de IA por meio de acesso aberto – por exemplo, TensorFlow do Google e PyTorch do Facebook (MARTINEZ *et al.*, 2019, p. 20).

De acordo com a pesquisa realizada por Vicari (2021), entre 2013 e 2018, a IA gerou aproximadamente 170 mil patentes registradas em todo o mundo. As empresas que mais registraram patentes, nesse período, nos Estados Unidos da América, foram, respectivamente, a IBM, a Google, a Microsoft e a Amazon. No Japão, a Sony, e na Coreia do Sul, a Samsung, conforme dados obtidos na base U.S. Patent and Trademark Office (USPTO) nesse período.

Até 2015, os Estados Unidos lideravam o *ranking* de invenções em IA, seguidos pelo Reino Unido. A partir de 2019, a China ultrapassou oficialmente os EUA em números de patentes de IA, consoante anunciado pelo vice-diretor da Academia Chinesa de Estudos do Ciberespaço, Li Yuziao, durante a 7ª Conferência Mundial da Internet (WIC)<sup>4</sup>. No mesmo ano, a World Intellectual Property Organization (WIPO) registrou que a China superou a liderança mundial dos EUA de fonte de pedidos internacionais de patentes depositadas junto à WIPO<sup>5</sup>. Nos anos seguintes a diferença entre o número de pedidos depositados pelos dois países aumentou significativamente, destacando-se, na China, a empresa Huawei Technologies<sup>6</sup>, Baidu, Alibaba, Tencent, iFLYTEK, Face++, SenseTime e iCarbonX. Segundo o levantamento de Hiratuka e Diegues (2021, p. 11) há entre essas empresas uma especialização de trabalho, por meio da abertura de laboratórios focados na inovação em áreas específicas em IA.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <[https://www.scmp.com/news/china/politics/article/3109316/chinas-hi-tech-direction-next-five-years?module=perpetual\\_scroll\\_1&pgtype=article&campaign=3109316](https://www.scmp.com/news/china/politics/article/3109316/chinas-hi-tech-direction-next-five-years?module=perpetual_scroll_1&pgtype=article&campaign=3109316)>. Acesso em: 24 de abr. de 2023.

<sup>5</sup> Disponível em: <[https://www.wipo.int/export/sites/www/pressroom/pt/documents/pr\\_2020\\_848.pdf](https://www.wipo.int/export/sites/www/pressroom/pt/documents/pr_2020_848.pdf) e [https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2020/article\\_0005.html](https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2020/article_0005.html)>. Acesso em: 24 de abr. de 2023.

<sup>6</sup> Disponível em: <[https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2022/article\\_0013.html](https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2022/article_0013.html)>. Acesso em: 24 de abr. 2023.

Hiratuka e Diegues (2021) ao abordarem a IA na estratégia de desenvolvimento da China contemporânea identificam a IA como centro dos esforços na área de ciência, tecnologia e inovação, bem como da política industrial para o desenvolvimento econômico e tecnológico do país a longo prazo. Em consonância com os dados mencionados anteriormente, os autores destacam as conquistas decorrentes do Plano Nacional de Inteligência Artificial de Nova Geração (PNIA):

As publicações chinesas em IA representam cerca de um quarto das publicações mundiais. Entre os artigos mais citados, esse percentual gira em torno de um quinto. Desempenho semelhante é observado nas patentes, embora o perfil dos depositantes tenha mostrado que a participação de Institutos de Pesquisa e Universidades da China no total de pedidos de patentes é proporcionalmente maior do que em países com sistemas nacionais de inovação mais maduros como EUA, Japão e alguns países europeus. Apesar dessa menor representatividade do sistema de negócios, em geral, tem havido um rápido avanço nas habilidades tecnológicas em IA de empresas líderes de TI (como Baidu, Alibaba e Tencent), bem como em uma miríade de start-ups fortemente apoiadas pelo Estado, como por exemplo iFlytek e Megvii. (HIRATUKA; DIEGUES, p. 18, 2021).

Outro detalhe interessante do Plano chinês que merece destaque é a aplicação dos avanços em IA no enfrentamento de desafios sociais relevantes, com destaque para a possibilidade de melhorar as condições de oferta de serviços de educação, saúde, assistência à população idosa, mobilidade urbana, cidades inteligentes e segurança pública (ROBERTSON *et al.*, 2021; SONG, 2018 *apud* HIRATUKA; DIEGUES, 2021, p. 10). No campo da educação, Roberts *et al.* (2021, p. 64) colocam que o Plano de Reforma da educação chinesa tem o objetivo de apoiar a mão-de-obra qualificada para era da informação. Além disso, a China está abordando a escassez de habilidades em IA especificamente aumentando a oferta de cursos de ensino superior sobre o assunto (FANG, 2019 *apud* ROBERTS *et al.*, 2021).

A China adotou também políticas temáticas focadas no desenvolvimento tecnológico, como é o caso do Novo Currículo de TIC para o ano final de Ensino Médio, publicado em 2017, e o Plano de Ação Inovador para Inteligência Artificial em Instituições de Ensino Superior, em 2018, que incentiva o desenvolvimento de IA nas universidades, como objetivo aprimorar: (i) o sistema de inovação no campo dessa tecnologia em tais instituições; (ii) o sistema de treinamento de talentos de IA; e (iii) a aplicação das conquistas científicas e tecnológicas dessas instituições no campo da IA (UNESCO, 2021, p. 30).

Williamson e Eynon (2020, p. 224) destacam que a ampla adoção da IAE na China é resultado do investimento de capital de risco em grande escala, da aceitação entre as famílias mais ricas como serviços e produtos de educação suplementar, acordos de parceria público-privada, e do incentivo do Estado às tecnologias do setor privado. Há, portanto, uma

indissociabilidade do Estado, do setor privado e dos mercados consumidores no desenvolvimento, implantação e absorção da IAE.

Na América Latina, os autores Hiratuka e Diegues (2021, p. 13-14) assinalam que há pouquíssimos estudos que buscam analisar de maneira abrangente as estratégias de atores públicos e privados, as políticas de apoio, o grau de difusão das tecnologias e os modelos de negócios associados à IA. Não obstante, eles observaram um crescimento importante da produção científica em IA seguindo o ritmo da produção mundial. O número de publicações cresceu de 323 em 2000 para 3.405 em 2019, mantendo-se relativamente estável a participação no total mundial, em torno de 3%. Considerando os seis principais países da América Latina (Brasil, México, Colômbia, Chile, Argentina e Equador) a proporção entre as publicações no top 25% e as publicações totais foi de cerca de 11%, com níveis parecidos nos dois principais países (Brasil e México) e um nível um pouco acima desse patamar apenas para o Chile (HIRATUKA; DIEGUES, 2021, p. 15).

## 1.2 Inteligência artificial aplicada à educação

As tecnologias digitais estão por toda parte, como evidenciado no capítulo anterior, fazem parte do nosso dia a dia, e, portanto, cada vez mais, penetram nos sistemas educacionais. Nesse contexto, a IA passa a integrar o rol de tecnologias que estão influenciando na educação, não só a educação a distância, visto que, com a *internet das coisas*, desvaneceu a divisão entre *bits* e átomos.

A inteligência artificial na educação (IAE) contempla o uso de tecnologias da IA em sistemas cujo objetivo principal/final é o ensino e a aprendizagem. É, portanto, um campo de pesquisa multi e interdisciplinar, pois agrega duas grandes áreas, a ciência da computação e as ciências da aprendizagem, que reúnem diversos campos do conhecimento, tais como psicologia, ciência cognitiva, antropologia, linguística e neurociência a fim de obter uma visão ampla de todo o processo envolvido no ensino e aprendizagem. (DORES *et al.*, 2020) Dessa forma, sistemas educacionais são um campo de aplicação e testes para as tecnologias baseadas em IA (VICARI, 2018).

Guan, Mou e Jiang (2020, p. 135) trazem um quadro de definições de IAE a seguir reproduzido:

## Quadro 2. Definições de IAE, segundo Guan, Mou e Jiang (2020)

**Table 1**  
The definition of AI in education.

No. Authors	Definition
1 Ross (1987)	AI techniques can permit the intelligent tutoring systems itself to solve the problems which it sets for the user, in a human-like and appropriate way, and then reason about the solution process and make comments on it.
2 Hwang (2003)	Summarized AI in education context as intelligent tutoring system that helps to organize system knowledge and operational information to enhance operator performance and automatically determining exercise progression and remediation during a training session according to past student performance.
3 Johnson et al. (2009)	The authors summarized AI as artificially intelligent tutors that construct responses in real-time using its own ability to understand the problem and assess student analyses.
4 Popenici and Kerr (2017)	AI is defined as computing systems that are able to engage in human-like processes such as learning, adapting, synthesizing, self-correction and use of data for complex processing tasks.
5 Chatterjee and Bhattacharjee (2020)	AI is defined as computing systems capable of engaging in human-like processes such as adapting, learning, synthesizing, correcting and using of various data required for processing complex tasks.

Fonte: GUAN; MOU; JIANG, 2020, p. 135.

Para Ross (1987, *apud* GUAN; MOU; JIANG, 2020) IAE é relacionado a STI. Já, para Hwang (2003, *apud* GUAN; MOU; JIANG, 2020) é sinônimo de STI. Pra Johnson *et al.* (2009, *apud* GUAN; MOU; JIANG, 2020) são tutores com IA que constroem respostas em tempo real, conceito muito ligado ao processamento de linguagem. Popenici e Kerr (2017 *apud* GUAN; MOU; JIANG, 2020) e Chatterjee e Bhattacharjee (2020, *apud* GUAN; MOU; JIANG, 2020, p. 135) apresentam uma definição mais genérica, segundo a funcionalidade, assim traduzida: “sistemas capazes de se engajar em processos como humanos tais como aprendizagem, adaptação, sintetização, autocorreção e usar dados para tarefas complexas”.

A IAE não é apenas uma área de pesquisa teórica, mas sobretudo de aplicação prática, anotam Holmes *et al.* (2022). Como uma ciência de projeto, ela busca criar ferramentas educacionais e intervenções adaptáveis a diferentes demandas, usuários e contextos de uso, com o objetivo de favorecer mudanças de comportamento dos usuários, muitos dos quais estão em momentos cruciais de desenvolvimento intelectual (HOLMES *et al.*, 2022).

Schiff (2021, p. 336) sustenta que o objetivo principal da IAE é simular o papel dos professores. Ele argumenta que a diferença de qualidade entre educação a distância e educação presencial poderá ser superada pela implementação da IAE, caso ela seja capaz de simular o papel dos professores, sobretudo na diferenciação dos estudantes e na promoção de habilidades socioemocionais. (SCHIFF, 2021, p. 337).

O campo de pesquisa da IAE enfrenta os problemas essenciais no campo da educação, por exemplo, como atender às necessidades dos alunos, o que oferecer aos alunos e quando, como incentivar a autonomia dos estudantes, como tornar o processo de aprendizagem mais

eficiente, como motivar os alunos e reduzir a evasão, e como reduzir a carga de trabalho dos professores. (OUYANG; JIAO, 2021, p. 2).

Nesse sentido, a IAE é inerentemente política e carregada de valor assim como outras tecnologias educacionais. Ela assume implicitamente as normas estruturais da educação – a natureza dos currículos, pedagogia, salas de aula, trajetórias educacionais e metas nacionais, a cultura local e assim por diante. Consequentemente, a tecnologia educacional reforça essas normas, estruturas e preserva autoridades (WINNER, 1980 *apud* SCHIFF, 2021, p. 334).

Alguns exemplos de aplicações de IAE são: sistemas de tutoria inteligente (STI), que oferecem tutoriais automatizados e individualizados para cada aluno; sistemas de aprendizagem baseados em colaboração e diálogo, que organizam tarefas e mediam discussões em grupo; aplicativos de avaliação automática da escrita; aplicativos de aprendizagem de idiomas; e realidade virtual aumentada para o ensino de disciplinas, que cria ambientes de imersão (UNESCO, 2021). Outros exemplos de aplicação da IAE são sistemas de avaliação adaptativos, robótica educacional inteligente, mentores inteligentes, bem como a incorporação de IA em ferramentas que já são utilizadas em *massive open online courses* (MOOC), na educação a distância e nos *learning management systems* (LMS) (SCHIFF, 2021, p. 336).

A UNESCO considera que a IA pode ser relevante em duas frentes na educação: (i) personalização da aprendizagem e melhoria do desempenho escolar; e (ii) em sistemas de gestão escolar e análise de dados (UNESCO, 2021).

A pesquisa em bases de patentes e a revisão de literatura indicam como serão as aplicações futuras da IA e de outras tecnologias da computação e da comunicação na educação. Vicari (2021) acentua que embora a IA esteja causando mudanças de paradigmas e até disrupção em muitas áreas, isso não aconteceu - ainda - nas aplicações educacionais. Hinojo-Lucena *et al.* (2019) analisaram 132 trabalhos publicados na área de IAE superior indexados pela Web of Science (WoS) e pelo Scopus, entre 2007 e 2017, concluindo que sua aplicação na educação superior ainda estava em estágio inicial.

Três subáreas da IA particularmente desenvolvidas na educação, a seguir definidas, são: *machine learning*; *deep learning* (DL); *natural language processing*; e *learning analytics*. (UNESCO, 2022a, p. 6).

O termo *machine learning* foi cunhado por Arthur Samuel em 1959, que definiu o conceito como “a capacidade de aprender sem ser explicitamente programado” (INSTITUTO UNIBANCO, 2022). Em outras palavras, é um sistema em que conjuntos de dados pré-existentes são usados para predições futuras com base em instruções dadas por algoritmos, usando métodos e códigos matemáticos e estatísticos para treinar máquinas a realizarem e aprimorarem determinadas tarefas (HOUSMAN, 2018 *apud* GOKSEL; BOZKURT, 2019). Conhecidos como mecanismos de pesquisa e recomendação de produtos, sistemas de reconhecimento de fala, detecção de fraudes, compreensão de imagens e inúmeras outras tarefas que antes dependiam da habilidade e julgamento humanos. Há uma gama de algoritmos de *machine learning*, que podem ser classificados em três categorias: aprendizado supervisionado; não supervisionado; e semissupervisionado.

No aprendizado supervisionado, os algoritmos são treinados em dados rotulados por um programador humano que indica quais exemplos são positivos e quais são negativos. Ela serve para classificação, capaz de determinar quando novos exemplos são positivos ou negativos em relação ao conceito em questão.

No aprendizado não supervisionado, os algoritmos são treinados com dados não rotulados. E no semissupervisionado há uma mistura, de modo que os algoritmos são treinados em dados rotulados e dados não rotulados.

O DL é uma forma de aprendizado de máquina em que os algoritmos usam redes neurais duplicadas para processar dados e criar padrões decisórios, algumas de suas aplicações são reconhecimento de imagem e reconhecimento de discurso automatizado. O DL é uma das principais subáreas da IA hoje em dia, pois permite que os sistemas aprendam usando experiência e dados. Ela alcança um grande poder e flexibilidade ao representar o mundo como uma arquitetura aninhada de conceitos em nível abstrato (GOODFELLOW *et al.*, 2016 *apud* GUAN; MOU; JIANG, 2020). Na educação, essa tecnologia possibilita a classificação de texto, a detecção de alunos em risco de evasão ou reprovação, a previsão do desempenho do aluno a partir de suas qualidades e fragilidades, sugerindo formas de adaptar avaliações e caminhos para atingir os objetivos de aprendizagem. Se aplica, portanto, em sistemas de avaliação e classificação adaptativos, predição de desempenho acadêmico e retenção de alunos.

*Natural language processing* está ligado a capacidade de percepção de máquina, e são técnicas computacionais utilizadas para aprender, entender e produzir conteúdo em linguagem

humana oral e escrita. São conhecidos como sistemas de reconhecimento de voz, análise de voz e processamento de linguagem encontrados nos assistentes pessoais inteligentes, agentes educacionais e *chatbots*, muito populares atualmente, que permitem interação entre humanos e máquinas (GOKSEL; BOZKURT, 2019).

*Learning analytics*, assim como *big data*, surgiu no contexto educacional dos MOOC, diante da necessidade de recuperar e analisar uma grande quantidade de dados gerados. Enquanto *big data* se refere a um grande e complexo conjunto de dados armazenados, *learning analytics* diz respeito ao uso de análises preditivas especificamente na educação, usando mineração de dados e *data analytics*, em que os dados são extraídos, categorizados para analisar e identificar padrões e dados comportamentais. Essas técnicas permitem, por exemplo, avaliar o progresso acadêmico, prever o desempenho futuro, prever pontos de dificuldade em um curso, avaliar a eficácia de estratégias de ensino ou tendências para o abandono. Os principais sistemas educacionais que se utilizam dessas tecnologias são os STI afetivos, os LMS, a robótica educacional inteligente e os MOOC (VICARI, 2018).

No início, as pesquisas em IAE se referiam basicamente a STI, mas, nos últimos 20 anos, emergiram diversos novos campos de pesquisa, o que revela a diversidade de aplicações baseadas em IAE. A história das pesquisas em IAE compreendem a evolução das tecnologias para o *design* instrucional, ou seja, a integração das novas tecnologias em IA nos contextos de ensino e aprendizagem, e soluções para problemas com a implantação de novos sistemas e plataformas (GUAN; MOU; JIANG, 2020, p. 135 e 140).

Segundo Guan, Mou e Jiang (2020, p.135), as pesquisas em IAE começaram nos anos 1970. Eles traçam uma linha do tempo da IAE que se inicia em 1966, quando desenvolvido por Joseph Weizenbaum um dos primeiros programas de processamento de linguagem natural (PLN) para aconselhamento psicológico, a Eliza, posteriormente incorporada por vários programas para realizar leitura, tradução, análise, interpretação de texto, reconhecimento de voz, resumo, *feedback* e reconhecimento de emoções (GUAN; MOU; JIANG, 2020, p. 135). Esse foi o precursor de ferramentas usadas por alunos hoje em dia, como EssayBot e QuillBot, para escrever e aprimorar textos, e ferramentas como GitHub Copilot e Blackbox para criação de programas, bem como tecnologias mais sofisticadas, como o ChatGPT, BERT, BARD e ULMFit, que fornecem respostas mais precisas e personalizadas (GOEL, 2023).

Em 1970, Jaime Carbonell codificou o SCHOLAR, um sistema de instrução orientado para o aluno, mais tarde designado como STI, que formula e responde questões em diálogo com o estudante, fornecendo também *feedbacks* instantâneos sobre as respostas em linguagem natural. Outro protótipo importante para estabelecer base para o desenvolvimento de STI, mencionado pelos autores, é o MYCIN, que auxilia médicos no diagnóstico e tratamento de infecções bacterianas, porque incorporou abordagens de tutoria com conhecimento da área para que o conhecimento se tornasse acessível para estudantes (GUAN; MOU; JIANG, 2020, p. 135).

Schiff (2021, p. 336) considera os STI a aplicação mais proeminente da IAE. Utilizados separadamente ou combinados com outras ferramentas de IAE, como robôs educativos e avaliações personalizadas, eles podem ser definidos como: sistemas de aprendizado baseado em informática que se adaptam às necessidades dos estudantes, e com o objetivo científico de explicitar e tornar precisos os conhecimentos pedagógicos, psicológicos e sociais que normalmente estão implícitos no processo de ensino e aprendizagem (SELF, 1998 *apud* SCHIFF, 2021). Em tese, um STI é capaz de atender qualquer número de alunos ao mesmo tempo, avaliando suas respostas e personalizando a instrução instantaneamente (SCHIFF, 2021, p. 336).

A interrelação entre as áreas e domínios pode ser assim esquematizada:

**Figura 3. Interrelação entre as áreas e domínios integrantes dos STI**



Fonte: elaborado pela autora.

OS STI são compostos por quatro subsistemas: o módulo especialista, o módulo do aluno, o módulo tutor/pedagógico e o módulo interface. O módulo do especialista contém o

conhecimento de uma determinada área de domínio do sistema (álgebra, geografia, aritmética, por exemplo). O módulo do aluno acompanha como ele se envolveu com o sistema, como respondeu às perguntas, e, por meio de previsão, o que o aluno probabilisticamente aprendeu. O módulo tutor estrutura estratégias para fornecer *feedback* e material direcionado aos alunos de acordo com as informações providas pelo módulo aluno.

É através da comparação entre as informações assimiladas pelo módulo do aluno e o módulo especialista, que são executados os processos de diagnóstico, alimentando o módulo tutor/pedagógico acerca da performance do usuário em questão. Por fim, o módulo de interface é onde o aluno interage com o *software*, e é refletida toda representação interna do sistema, devendo ser intuitivo. Pode incluir multimídias ou diferentes representações do ambiente digital de aprendizagem. Ele realiza o intercâmbio de informações entre o sistema, o instrutor e o aprendiz, apresenta material apropriado ao nível de entendimento do aprendiz, e mantém a coerência nas explicações (SCHIFF, 2021, p. 336).

Entre as ferramentas de STI mais interessantes estão as versões avançadas de agentes digitais educacionais ou pedagógicos, que possuem capacidades socioemocionais (expressões faciais, simulam comunicação humana), cujos precursores surgiram na década de 1990, e agora estão atingindo níveis altos de sofisticação (DINÇER; DOGANAY, 2017 *apud* SCHIFF, 2021). Eles podem se manifestar por meio de diferentes interfaces: rostos humanos, corpos humanos, desenhos animados/animações, ou robôs incorporados, e se comunicar por meio de som ou texto, de maneira fluida, convincente e capaz de promover conexão socioemocional, interesse e engajamento, a fim de produzir resultados de aprendizagem superiores. O agente pode exercer diferentes papéis (professor, monitor, tutor); aplicar diferentes níveis de dificuldade (iniciante a avançado), atividades (instrução, orientação, coaprendizagem); bem como adotar diferentes posturas (autoritário, neutro, amigável) (SCHIFF, 2021, p. 337).

Nos anos 80, sistemas tutores inteligentes na área de matemática e física foram criados para prover instrução interativa e adaptativa. A literatura IAE então saiu da vertente STI e evoluiu para um amplo campo com diferentes temas e paradigmas. A escala e o escopo das pesquisas em IAE aumentaram rapidamente, seguindo o avanço dessas tecnologias (GUAN; MOU; JIANG, 2020, p. 135).

Para Williamson e Eynon (2020, p. 224), porém, IAE como um campo acadêmico coerente de pesquisa surgiu apenas em 1980, com a primeira publicação do *Jornal*

*Internacional de Inteligência Artificial na Educação*, e a formação da Sociedade Internacional de Inteligência Artificial na Educação em 1993.

O recente lançado ChatGPT é um *chatbot* ou gerador de texto de última geração capaz de responder e atender comandos com base em *machine learning*. Ele é um modelo de código aberto, e por meio de sua interface de programação pode ser integrado a outros sistemas, inclusive com objetivos educacionais, como LMS, STI, *Education Content Management System* (CMS) e *Virtual Learning Environment* (VLE) para adicionar recursos de processamento de linguagem natural a eles. Isso abre uma grande oportunidade para inovação e desenvolvimento adicional de uma variedade de ferramentas educacionais inteligentes baseadas em ChatGPT (GOEL, 2023).

Williamson e Eynon (2020, p. 227-229) destacam o AIDA, um celular inteligente baseado em aplicativos de IAE, criado e lançado pela Pearson, com a promessa de ofertar um tutor adaptativo que oferece respostas personalizadas e adaptativas aos estudantes. Chamam atenção também para produtos lançados pelas companhias globais de tecnologias que oferecem uma experiência de IA-como-serviço – tais como, Google TensorFlow – G Suite, Microsoft Azure – Power Platform, IBM Watson e Amazon Web Services – AWS Cloud), ou o serviço de infraestrutura de *back-end* para instituições educacionais ou empresas de *edtech*. Esses produtos evidenciam a intenção comercial de incorporar a automação na educação como um nicho de mercado potencialmente lucrativo, e como a educação está cada vez mais fundida às empresas privadas transnacionais de tecnologia e às lógicas de negócios do capitalismo de plataformas, através de simples *plug-ins* de IA- como-serviço.

No estudo de Zawacki-Richter *et al.* (2019), foram identificadas quatro áreas de aplicação da IAE superior: perfil e previsão; STI; avaliação; sistemas adaptativos e personalização. Outros autores, como Luckin e Holmes (2016), também reconhecem que estão em franco uso aplicativos baseados em IAE superior, elencando três principais categorias: sistemas tutores pessoais para cada aluno; suporte inteligente para aprendizagem colaborativa; e realidade virtual inteligente.

O relatório da Nesta (2019) apresenta três categorias abrangentes de aplicativos baseados em IAE segundo o usuário: (i) aluno: sistemas tutores inteligentes e plataformas que permitem adaptação, personalização ou diferenciação no processo de ensino e aprendizagem; (ii) professor: ferramentas que auxiliam no processo de avaliação, organização das classes e aulas, reconhecem plágio, promovem *insights* sobre progresso dos alunos e que permitem

inovação pedagógica; e (iii) administrador: categoria com menor difusão, engloba ferramentas de gestão e avaliação escolar.

As categorias são as mesmas propostas por Baker e Smith (2019 *apud* GUAN; MOU; JIANG, 2020): (i) orientado para o alunos: sistemas de gestão que permitem estudar as matérias de um domínio de forma adaptada e personalizada; (ii) orientado para o professor: ferramentas que automatizam tarefas administrativas, avaliações, detecção de fraude, prover *feedbacks*, e auxiliar no monitoramento do processo de aprendizagem de cada aluno para intervir proativamente; e (iii) orientado para a gestão institucional: ferramentas que fornecem dados e análises para tomada de decisão informada, acerca de matrícula, permanência e evasão. (GUAN; MOU; JIANG, 2020, p. 135-136).

De acordo com o levantamento bibliométrico de Guan, Mou e Jiang (2020, p. 139), as aplicações de IAE atualmente incluem: *AI computer-assisted instruction (AI CAI) system*, *virtual reality*, *Intelligent Tutoring System*, *Augmented Reality*, *educational games*, *predictive modelling*, *adaptive learning*, *assessment design*, *educational agents* e *teaching elevation*, principais termos encontrados em sua pesquisa:

**Tabela 1. Resultados obtidos por Guan, Mou e Jiang (2020)****Table 3**

Qualitative results on research themes based on manual coding.

Research themes and description	Frequency	Percentage
<b>AI computer-assisted instruction (AI CAI):</b> an interactive instructional technique, offline/online, involving a variety of programmed instructional materials, such as drill-and-practice, tutorial, or simulation activities (Tan et al., 2013)	97	22.8%
<b>Virtual reality (VR) in education:</b> a simulated experience that enhances learning and engagement by allowing user to view and interact with virtual features or items (Monahan et al., 2008)	91	21.4%
<b>Intelligent tutoring system (ITS):</b> a computer system that aims to provide immediate and customized instruction or feedback to learners, usually without requiring intervention from a human teacher (Chi and VanLehn, 2010; Steenbergen-Hu and Cooper, 2014)	77	18.1%
<b>Augmented reality (AR) in education:</b> bringing an interactive experience of a real-world environment into the classroom, where the objects that reside in the real world are enhanced by computer-generated perceptual and sensory information (Lai et al., 2019)	48	11.3%
<b>Educational games:</b> a game designed for a primary purpose other than pure entertainment, rather learning or practicing a skill (Annetta et al., 2009)	30	7.1%
<b>Predictive modelling in education:</b> implementing predictive analytics of student performance (Lykourantzou et al., 2009), satisfaction (Hew et al., 2020), mood (Moridis and Economides, 2009) or course selection (Kardan et al., 2013)	22	5.2%
<b>Adaptive learning/adaptive teaching:</b> an educational method which uses computer algorithms to orchestrate the interaction with the learner and deliver customized resources and learning activities to address the unique needs of each learner (Normadhi et al., 2019)	16	3.8%
<b>Assessment design:</b> the formulation of assessment instruments using machine learning, neural network, automatic scoring or other AI techniques that could provide more conducive and diagnostic outcomes than what conventional tests were capable of offering (El-Alfy and Abdel-Aal, 2008; Sung et al., 2016)	16	3.8%
<b>Learning analytics:</b> Using sophisticated machine learning (ML) algorithms and rich data about learners and their contexts, facilitates inference-making about several behavioral aspects (including effortful behavior) for purposes of understanding and optimising learning and the environments in which it occurs (Sharma and Papamitsiou, 2019)	14	3.3%
<b>Educational agents:</b> a learning companion system that assumes two roles, one as an intelligent tutor and another as a learning companion (Chou et al., 2003)	12	2.8%
<b>Teaching evaluation:</b> a teaching quality evaluation model build based on advanced techniques (Wang et al., 2017)	2	0.5%

Fonte:

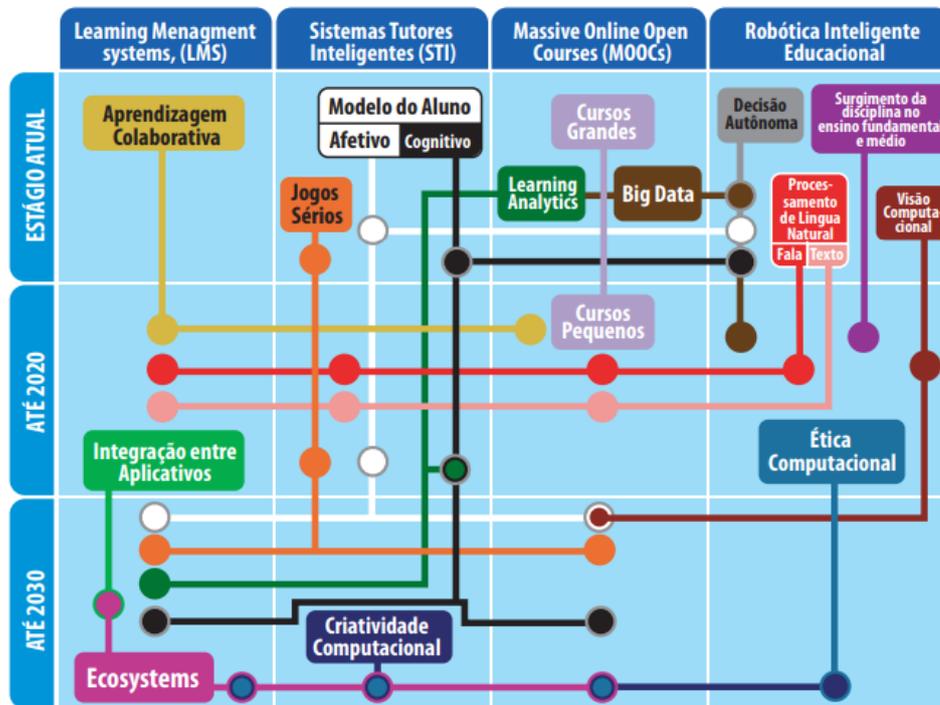
Fonte: GUAN; MOU; JIANG, 2020, p. 139.

Além dos termos encontrados por Guan, Mou e Jiang (2020), seguindo uma categorização diferente, Vicari (2021, p. 79) acrescenta a criatividade computacional e a afetividade/emoção, como áreas que tendem a receber maior interesse dos pesquisadores de IA aplicada à educação (VICARI, 2021, p. 79; 2018, p. 33). A autora reconhece que há várias aplicações de IA com potencial utilização ou que já estão sendo usadas em sistemas educacionais de forma dispersa. Para ela os STI, de certa forma, unificam as tecnologias disponíveis com a finalidade de promover um ensino personalizado. Nesse sentido, ela ressalta que “A IA consegue bons resultados quando o foco é apenas um indivíduo e ainda não apresenta resultados significativos para, por exemplo, o ensino colaborativo” (VICARI, 2021, p. 78).

Em seu estudo sobre tendências em IAE de 2017 a 2030 (2018), ela elaborou o seguinte *roadmap*:

**Figura 4. Roadmap tecnológico da IAE**

Figura 2 – Roadmap tecnológico: prospecção das tendências em inteligência artificial na Educação até 2030



Fonte: Vicari, 2018, p. 22<sup>7</sup>.

O *roadmap* evidencia que a evolução das tecnologias aponta para ecossistemas educacionais que vão incluir tecnologias da IA, da computação, da comunicação e da robótica resultando em sistemas com interoperabilidade proporcionada pelo protocolo de *Internet of Things* (IoT). Assim, a IoT impactará fortemente os sistemas educacionais. De acordo com a autora, “O impacto será maior no conceito dos ambientes (locais) de ensino-aprendizagem, em termos de presencial ou virtual. Essa diferença será cada vez menos perceptível” (VICARI, 2018, p. 45).

<sup>7</sup> As linhas representam o período analisado: 2017, 2020 e 2030. As colunas estão distribuídas entre as quatro principais tecnologias baseadas em IA existentes em 2017 (LMS, STI, MOOC, Robótica). Os quadrinhos coloridos representam as tecnologias que estão surgindo como tendência (intervalos entre 2017 e 2020 e 2020 e 2030) vinculadas à área em que surgiu ou foi incorporada pela IAE. Os círculos representam períodos de produtividade (produção de novidades) de uma tecnologia, que se expandem tanto no sentido vertical (dentro das áreas) como no sentido lateral (dentro dos períodos de tempo) (VICARI, 2018, p. 22-23).

No Brasil, o levantamento realizado por Vicari (2018) em bases de dados, de 2013 a 2017, encontrou estudos nas áreas de jogos educacionais, sistemas tutores inteligentes, processamento de língua natural e sistemas tutores inteligentes afetivos. Os avanços a levam a indicar a área de Afetividade/Emoções como uma tendência nos próximos anos: “Sem dúvida, a maior mudança se dará em termos das interfaces dos ambientes (sistemas e plataformas) virtuais de aprendizagem, com a utilização do Processamento da Língua Natural (voz, escrita, tradução) e da Afetividade” (VICARI, 2018, p. 44).

O estudo bibliométrico de Tavares, Meira e Amaral (2020), que usou a base WoS, no período de 2014 a 2020, focado em identificar os caminhos e estudos em IAE no Brasil, concluiu que há uma quantidade significativa de artigos com uma abordagem geral em IA (39 ocorrências); o estudo de STI, assim como indicou Vicari (2018) é uma forte tendência (com 17 ocorrências); há uma série de outros temas sendo explorados, como: *machine learning* na educação, ensino e inovação, ensino adaptativo, *data mining* na educação, *gaming* e robótica.

Em que pese o avanço e diversificação das linhas de pesquisa em IAE, Vicari (2021) ressalva que a IA tem avançado pouco em resultados práticos escaláveis quando se fala em acompanhar o raciocínio do aluno durante a solução de problemas, aspecto fundamental para o sucesso dos sistemas educacionais (VICARI, 2021, p. 79). Schiff (2021, p. 339) acrescenta que os sistemas baseados em IA disponíveis são sobretudo das áreas STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática), e há maior dificuldade de construção de sistemas para ensino de história e literatura (crítica literária, poesia).

Há muito ceticismo e empolgação em torno dos riscos e potenciais da IAE. Não obstante, a maior parte das discussões a respeito do desenvolvimento e implementação de tecnologias na educação superior não abordam explicitamente os fundamentos pedagógicos que justificam a utilização das tecnologias educacionais para apoiar o aprendizado, ou seja, a intenção pedagógica e os resultados epistemológicos. Isso inviabiliza o questionamento, e, a reorientação da prática, bem como limita o escopo de entender para que as tecnologias digitais estão sendo usadas no ensino superior e com quais consequências (CASTANEDA; SELWYN, 2018, p. 3).

As instituições de ensino precisarão desenvolver pedagogias digitais que explorem essas novas tecnologias para atenderem às novas demandas do mundo contemporâneo (UNESCO, 2018, p. 9). Partindo dessa premissa, Ouyang e Jiao (2021) buscam relacionar os

avanços em IAE com as teorias da aprendizagem. Eles classificaram os saltos paradigmáticos da IAE em três tipos:

(i) Dirigido por IA/estudante receptor: a IA direciona o processo de aprendizagem de acordo com uma sequência conteúdos e atividades pré-definidos para atingir os objetivos previstos, baseada em técnicas de estatística relacional, não leva em conta os objetivos e necessidades pessoais dos estudantes, é fundamentada no behaviorismo, exemplo disso são os primeiros STI.

(ii) Apoiado por IA/estudante colaborador: a IA é uma ferramenta de suporte ao aprendizado centrado no aluno, e em suas necessidades individuais. O sistema levanta dados do aluno para se adaptar às suas necessidades, enquanto o aluno atua como colaborador do sistema a fim de tornar o processo de aprendizagem mais eficiente. Baseada em redes bayesianas e PNL, é fundamentada na teoria da aprendizagem cognitiva e construtivismo social, as quais consideram que o aprendizado ocorre quando o aluno interage com pessoas, informações e tecnologias em contextos socialmente situados. Exemplo disso são os sistemas tutores baseados em diálogo (*dialogue-based tutoring systems* (DTSs)) e os ambientes de aprendizagem exploratória (*exploratory learning environments* (ELEs)).

(iii) Enriquecido por IA/estudante líder: a IA é uma ferramenta usada para aumentar a inteligência humana, por meio de sistemas com alto grau de transparência, precisão e eficiência, que apoiam tanto os professores quanto os alunos para promover a aprendizagem centrado no aluno. É o objetivo final em IAE, baseada em *machine learning* e *deep learning*, fundamentada na teoria de aprendizado conectivo e sistemas adaptativos complexos, que veem a educação como um sistema complexo adaptável, em que a colaboração sinérgica entre múltiplas entidades (aluno, instrutor, tecnologia e informação) é essencial para garantir a expansão da inteligência do aluno.

Para avançar do primeiro paradigma para o terceiro no desenvolvimento da IAE, os autores listam fatores essenciais a serem observados: (i) técnicas multimodais de coleta de dados; (ii) modelos de algoritmos em tempo real; (iii) atributos multidimensionais para IA (sociais, cognitivos, emocionais, filosóficos, éticos). O primeiro fator contribui com a riqueza e complexidade dos dados, logo, permite melhor interpretação, evidência e sustentação a respeito do processo de aprendizagem humano. O segundo fator contribui com uma

compreensão mais profunda da interação entre humanos e tecnologias, e permite de alunos e professores se tornem os principais agentes do processo. Por fim, o terceiro fator, diz respeito à consideração na coleta e análise de dados das necessidades do aluno e o objetivo de aprendizagem, transparência a respeito do uso e finalidades, para que o aluno tenha o poder de agir em seu próprio aprendizado (OUYANG; JIAO, 2021, p. 4-5).

Há diferentes perspectivas pelas quais se pode abordar a IAE, como: (i) aprender com IA (professores, alunos e outros diante da IA); (ii) aprender sobre IA (como a IA funciona, suas tecnologias, técnicas e como criar aplicações); (iii) aprender para IA (conviver com IA, questões éticas, limites da IA) (HOLMES; BIALIK; FADEL, 2019 *apud* UNESCO, 2022b, p. 6).

O desenvolvimento da IAE pode contribuir para o processo de ensino, aprendizagem e avaliação. A partir do primeiro ponto de vista, qual seja, aprender com IA, acredita-se que ela possa resolver problemas os quais os métodos tradicionais de ensino não conseguem solucionar, como identificar e diagnosticar dificuldades dos estudantes e oferecer soluções em tempo real, melhorar e personalizar o processo de aprendizagem, aumentando a motivação e a eficiência da aprendizagem; reduzir o tempo de trabalho dos professores oferecendo *feedback* individualizado, verificando presença, plágio, preenchendo e analisando planilhas, conduzindo avaliações em larga escala. Do ponto de vista de aprender para IA, ressalta-se a necessidade de fornecer aos alunos elementos técnicos e conceituais para compreender e refletir sobre as mudanças que a IA trará no futuro próximo; exercer a cidadania digital no século XXI e ajudar a reduzir as diferenças de gênero e socioeconômicas nas carreiras de TI (UNESCO, 2022a, p.23).

A IAE promete personalização em larga escala e por um baixo custo, e por isso desafia as estruturas da educação tradicional, em especial o papel dos professores (SCHIFF, 2021, p. 338). Para Unesco (2018, p. 9) também o papel das escolas e universidades é questionado. A transformação digital pode ser uma mudança radical, comparável a uma revolução (UNESCO, 2018, p. 9).

### **1.3 *Fairness, accountability, transparency and ethics* (FATE) e IAE**

A IAE é um setor em franca expansão nos próximos anos devido ao aumento dos investimentos em IA e em Edtechs, ao avanço de outras tecnologias e setores. De acordo com a Grand View Research (2022-2030), os segmentos que dominam o mercado de IAE são: plataforma de aprendizado e facilitadores virtuais (45%); STI (37,8%); conteúdo inteligente; gerenciamento de fraude e risco e outros.

Antes que o uso da IA se dissemine na educação é importante discutir questões relativas à justiça, responsabilidade, transparência e ética, pois a IAE pode beneficiar e prejudicar as pessoas em diversos sentidos. Do contrário, limitaremos o escopo, a efetividade e as potenciais contribuições positivas da IA para o ensino e a aprendizagem. Essas questões filosóficas são identificadas pela sigla FATE na literatura. (AIKEN; EPSTEIN, 2000).

Como visto anteriormente, os sistemas de IA requerem grandes quantidades de dados para treinamento, e não é só isso. A natureza automatizada dos algoritmos e a escalabilidade de suas aplicações (autodeterminação das decisões) provoca questões éticas importantes em termos de dados pessoais, proteção de dados, distorção, privacidade, equidade, liberdade e autonomia. Assim, “o termo ‘IA ética’ é utilizado para indicar o desenvolvimento, a implantação e a utilização de IA que assegure a conformidade com as normas éticas, os princípios éticos e os valores fundamentais conexos” (COMISSÃO EUROPEIA, 2022, p. 11).

O campo de pesquisa em ética da IAE ainda está em emergência, mas é de suma importância, haja vista as suas peculiaridades e, sobretudo, em razão da influência da pesquisa em IAE na reformulação da educação para as próximas gerações de estudantes. Luckin e Holmes (2016, p. 39), adverte que questões éticas envolvendo as salas de aula são tão ou mais preocupantes do que as questões envolvendo a IA na sociedade como um todo. Algumas questões éticas que preocupam a comunidade de pesquisa em IAE são: exatidão dos diagnósticos dos alunos que interagem com os sistemas IAE; escolha das pedagogias empregadas por sistemas IAE; previsões de resultados de aprendizagem feitas por esses sistemas; questões de equidade, prestação de contas e transparência; e questões relacionadas à influência da IA e da análise de aprendizagem na tomada de decisão dos professores (HOLMES *et al.*, 2022).

Um dos primeiros esboços de ética na IAE foi proposto em 2000, por Aiken e Epstein (2000, p. 172-174), que propuseram dez princípios para o design de sistemas:

1. Projetar sistemas que incentivem e não desmoralizem o usuário.
2. Incentivar a aprendizagem colaborativa e a construção de interações humanas saudáveis.

3. Apoiar o desenvolvimento de traços positivos de caráter.
4. Evitar a sobrecarga de informações.
5. Construir ambientes que promovam a curiosidade e a curiosidade e que incentivem alunos para aprender e explorar.
6. Considerar características ergonômicas para evitar lesões como fadiga ocular, esforço repetitivo lesões, problemas nas costas, etc.
7. Desenvolver sistemas que ofereçam aos professores papéis novos e criativos que talvez não tenham sido possíveis antes do uso da tecnologia. Os sistemas não devem tentar substituir o professor.
8. Respeitar as diferenças de valores culturais; evitar o "imperialismo cultural".
9. Acomodar a diversidade e reconhecer que os alunos podem ter diferentes estilos de aprendizagem e níveis de habilidade.
10. Evitar glorificar o uso de sistemas computacionais, diminuindo assim o papel humano e o potencial humano de aprendizagem e crescimento.

Os autores diferem o campo de ética em IAE do campo de ética em *learning analytics*, apesar de haver sobreposições evidentes entre eles por se centrarem em dados educacionais: “there are also clear differences between the two fields”, “with an emphasis on agents and tutors for AIED, [...] and visualization for LA”. Uma ética abrangente da IAE provavelmente terá requisitos adicionais (Labarthe *et al.*, 2018, p. 70 *apud* HOLMES *et al.*, 2022).

Assim como a IA, em geral, há preocupação com a propriedade, privacidade, disponibilidade e acesso dos dados coletados, bem como com a abordagem computacional sobre como esses dados devem ser coletados, analisados, interpretados, compartilhados e acionados, como evitar e amenizar as distorções, e com a imputação de responsabilidades. Na educação, esses dados se referem às competências dos alunos, estados emocionais inferidos, estratégias e equívocos (HOLMES *et al.*, 2022).

Contudo, a ética da IAE não se limita a questões sobre dados e abordagens computacionais (HOLMES; BIALIK; FADEL, 2019). As pesquisas em IAE também precisa levar em conta a ética da educação, e considerar questões como: (i) o propósito da aprendizagem; (ii) a escolha da pedagogia; (iii) o papel da tecnologia com relação ao papel dos professores; e (iv) acesso à educação. Além disso, deve ser eticamente justificada e contextualizada toda a sequência de atividades pedagógicas apoiadas por IAE, quando as intervenções IAE visem à mudança comportamental (HOLMES *et al.*, 2022).

A natureza das interações humanas é especialmente importante nas tecnologias educacionais que mudam a relação aluno-professor, como a educação a distância e a IAE (SCHIFF, 2021, p. 334) A educação é um processo profundamente emocional e humano, que envolve aspectos culturais, espirituais, afetivos e ecológicos. Em razão disso, tecnologias para educação são diferentes de outras tecnologias, vez que ensinar e aprender são ações que

envolvem interação humana, assim é primordial que sejam centradas no ser humano (CASTANEDA; SELWYN, 2018).

Nesse sentido, os ambientes de aprendizagem inteligentes não devem se concentrar apenas no desempenho. Sentimentos e resultados humanos devem ser a principal preocupação, destacam Yang et al (2021, p.3). Advogando pelo fomento de pesquisas em IA centradas no ser humano (*human AI*, HAI), que visem aumentar o potencial humano, em especial o de aprendizagem, Yang *et al.* (2021) defendem que no campo educacional é possível seguir os quatro passos da medicina de precisão: diagnosticar, prever, tratar e prevenir. A IA, como aliada na educação, deve objetivar a melhoria da qualidade do ensino e os resultados de aprendizagem dos alunos.

Há, portanto, na ética em IAE, uma intersecção entre ética de dados, abordagens computacionais e educacionais. Estas constituem as principais áreas da estrutura para ética em IAE proposta por Holmes *et al.* (2022). Nas sobreposições entre elas, estão questões éticas relativas à ética de dados em IA em geral; ética de dados na educação e ética dos algoritmos aplicados a contextos educacionais. Além disso, os autores ressaltam, assim como Frazão (2019), a relevância de se considerar as questões éticas levantadas pela IAE que ainda nem sequer foram identificadas.

Os pesquisadores em IAE consideram como as principais questões éticas em IAE: dados e governança de dados, privacidade, confidencialidade e anonimato, limitações dos dados, controle, representatividade, distorções dos dados e algoritmos, transparência e inteligibilidade das decisões, responsabilização, informação sobre o funcionamento dos sistemas, consentimento, quanto/como/para que os sistemas de IAE estão sendo usados, a qualidade da educação, as escolhas pedagógicas, o empoderamento dos alunos e professores, as implicações da IAE no ensino e aprendizagem, a experiência dos usuários, equidade e justiça, precisão e validade das avaliações educacionais. Essas questões implicam reflexões em autonomia, agência, inclusão, transparência, equidade, justiça, responsabilidade e explicabilidade nos contextos educacionais, pesquisas, aplicações e usos (HOLMES *et al.*, 2022). Schiff (2022, p. 531) apoiado em outros trabalhos, propõe os seguintes princípios: beneficência, não-prejudicialidade, autonomia, justiça e explicabilidade.

Nos últimos anos, novas organizações e colaborações se formaram<sup>8</sup>, novas conferências acadêmicas<sup>9</sup> surgiram junto com o aumento da pesquisa e do financiamento público para abordar questões éticas como explicabilidade e distorção em algoritmos. Governos, corporações e atores não governamentais publicaram mais de 100 códigos de ética, estruturas e estratégias políticas de IA consoante apresenta Schiff (2022, p. 528). A comunidade científica sugere, ademais, que as diretrizes éticas para pesquisa em IAE devem ser distintas das aprovações e procedimentos éticos de investigação geralmente estabelecidos (HOLMES *et al.*, 2022).

No âmbito da União Europeia foi elaborado um quadro jurídico regulamentar para IA de confiança, que estabelece requisitos obrigatórios para os sistemas de IA de risco elevado, como é o caso da educação e formação profissional, e uma lista de avaliação para IA de confiança (COMISSÃO EUROPEIA, 2022, p. 12). Quando vigentes, as instituições de ensino, enquanto utilizadoras de sistemas de IA, poderão confiar na fiabilidade dos sistemas de IA certificados. As considerações éticas para educação podem ser resumidas no seguinte quadro:

**Quadro 3. Considerações éticas para educação**

CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	SIGNIFICADO
Ação humana	Capacidade de um indivíduo para se tornar um membro competente da sociedade.
Equidade	Todas as pessoas sejam tratadas de forma equitativa na organização social.
Humanidade	Tomada em consideração das pessoas, da sua identidade, da integridade e da dignidade
Escolha justificada	Utilização de conhecimentos, fatos e dados para justificar escolhas coletivas necessárias ou adequadas por parte das várias partes interessadas no contexto escolar.

Fonte: elaborado pela autora.

Diante dessas considerações, os requisitos éticos para qualquer sistema de IA que será usado no contexto educacional desenhados pela Comissão Europeia (2022, p. 18) são:

1. Ação e supervisão humana.
2. Transparência.
3. Diversidade, não discriminação e equidade.
4. Bem-estar da sociedade e ambiental.

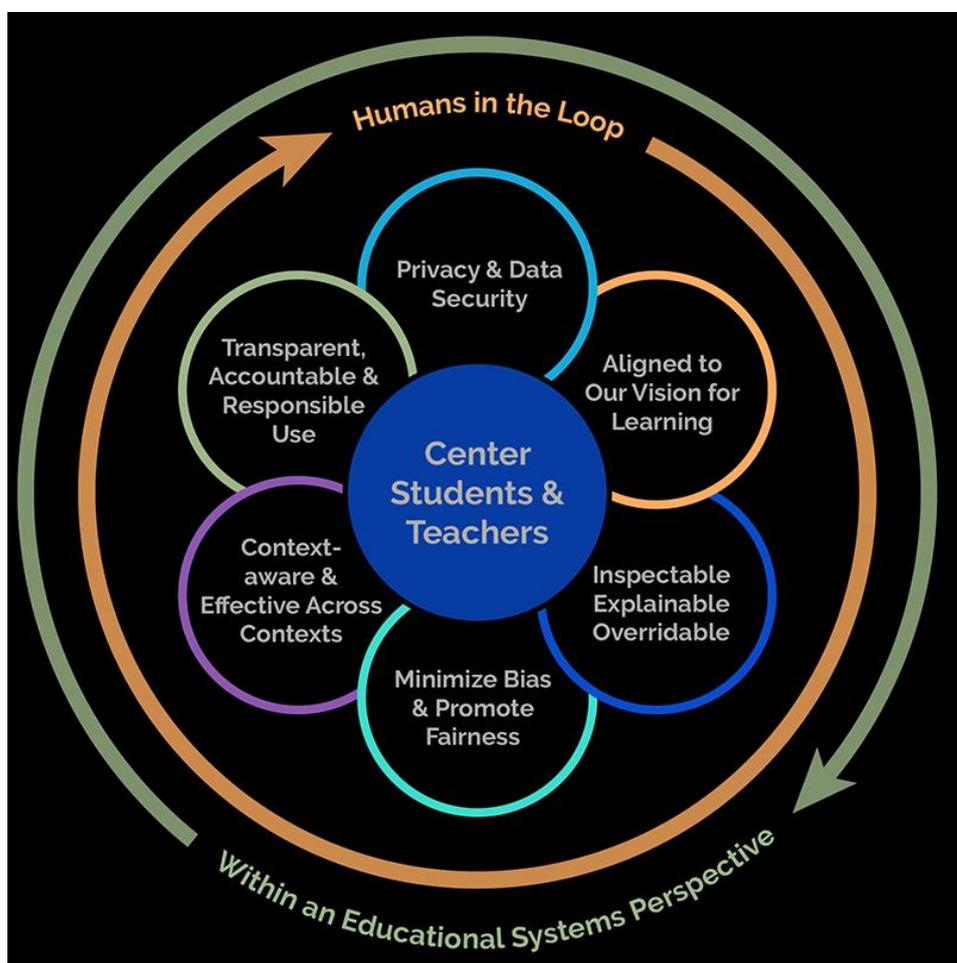
<sup>8</sup> Como a AI Now, a Partnership on AI e a IEEE Global Initiative on the Ethics of Autonomous and Intelligent Systems.

<sup>9</sup> Como a IA, Ética e Sociedade da AAAI/ACM e a Equidade, Responsabilidade e Transparência (ACM FAccT) da ACM.

5. Privacidade e governança de dados.
6. Solidez técnica e segurança.
7. Responsabilização.

O Departamento de Educação e Tecnologias educacionais dos Estados Unidos também está concentrando esforços em delinear um conjunto de diretrizes e outras contribuições que possam aprimorar as regulações existentes em privacidade de dados para alcançar uma IA segura e eficaz para educação (EUA, 2023). Nesse contexto, foi desenhado o quadro de requisitos para IAE:

**Figura 5. Organograma de requisitos para IAE**



Fonte: EUA, 2023.

Destaca-se o documento *Interim Report: Towards a shared vision of ethical AI in Education* do Instituto para IA Ética na Educação (IEAIE, 2020, p. 25 e 32) pela intenção de reunir o ponto de vista de todos os atores envolvidos:

Developing a shared vision for ethical AI in education entails both establishing consensus on what it means to design and deploy AI ethically, and converging upon an agreement on how best to realise ethical practice. It means answering both “what

does ethical AIEd look like?” and “how can it be achieved?” [...] To answer these questions, the Institute will listen to and take on board the perspectives, views and values of learners (of all ages), educators (from all sectors), advocacy groups, education leaders, government and policymakers, policy and academic researchers, academics, software developers, ethics specialists and other relevant stakeholders and experts. We will also listen carefully to the considerations of industry and technology experts to ensure that the frameworks for ethical AI in education are both ambitious and realistic.

Os princípios éticos para IAE são representados pelos objetivos visados, caracterizados por meio de critérios específicos para os quais há perguntas a fim de verificar o atingimento ou não. Eles são sintetizados no quadro a seguir:

**Quadro 4. Princípios éticos para IAE**

Foco em alcançar objetivos educacionais	A IA deve ser usada para alcançar objetivos educacionais bem definidos com base em fortes evidências sociais, educacionais ou científicas de que isso é para o benefício do aluno.
Formas de avaliação	A IA deve ser usada para avaliar e reconhecer uma gama mais ampla de talentos dos alunos.
Administração e carga de trabalho	A IA deve aumentar a capacidade das organizações, respeitando as relações humanas.
Equidade	Os sistemas de IA devem ser usados de forma a promover a equidade entre diferentes grupos de alunos e não de forma a discriminar qualquer grupo de alunos.
Autonomia	Os sistemas de IA devem ser usados para aumentar o nível de controle que os alunos têm sobre seu aprendizado e desenvolvimento.
Privacidade	Deve ser alcançado um equilíbrio entre a privacidade e a utilização legítima dos dados para alcançar objetivos educativos bem definidos e desejáveis.
Transparência e responsabilidade	Os seres humanos são, em última análise, responsáveis pelos resultados educacionais e, portanto, devem ter um nível apropriado de supervisão de como os sistemas de IA operam.
Participação informada	Alunos, educadores e outros profissionais relevantes devem ter uma compreensão razoável da IA e suas implicações.
Projeto ético	Os recursos devem ser projetados por pessoas que entendam os impactos que esses recursos terão.

Fonte: elaborado pela autora.

Outro ponto relevante a ser considerado é a dimensão intercultural e global da IAE. Com o avanço da implantação da internet nos países em desenvolvimento, acredita-se que em pouco tempo haverá infraestrutura necessária para fornecer educação com apoio em IA para todos os alunos do mundo. Todavia, um *software* bem-sucedido em um contexto cultural pode ser ineficaz e preconceituoso ao ser implantado em uma cultura diferente, em razão do idioma, conteúdo curricular, das culturas educacionais e das formas típicas de interação

aluno-professor diferentes em cada contexto (PINKWART, 2016, p. 780). A proteção da diversidade cultural e linguística por meio da IAE é difícil de alcançar se os sistemas dessa tecnologia forem pesquisados e desenvolvidos apenas em alguns países e depois exportados para outros (BLANCHARD, 2015 *apud* UNESCO, 2022).

Os sistemas IAE são frequentemente treinados com dados ocidentais, educados, industrializados, ricos e democráticos (OEIRD), em razão da maior disponibilidade desses dados, e por sediarem as empresas de tecnologia. No entanto, esses dados não refletem a realidade de outros países e contextos culturais, e, como decorrência, podem levar a um comportamento indesejado, até mesmo discriminatório, das ferramentas de IA (UNESCO, 2022b).

Schiff (2021, p. 339) adverte que os problemas decorrentes de análises distorcidas e preconceituosas pelos algoritmos podem afetar especialmente países em desenvolvimento, onde bons sistemas IAE poderiam realmente ajudar a resolver os principais problemas nos sistemas educacionais (o mais importante, professores insuficientes, recursos de aprendizado insuficientes e turmas grandes), haja vista a origem da tecnologia e dos dados: “This is unfortunate given that low-income countries are the places that could be most positively impacted by AIED”. Pinkwart (2016), Henrich, Heine e Norenzayan (2020) e Rodrigo (2023) corroboram a inefetividade da IA em contextos diversos do que foi criada e sua construção com base em dados OEIRD.

Rodrigo (2023, p. 55) observa que o: “enigma que se coloca sobre como a AIED ‘perpetuar más práticas pedagógicas, dataficação e introdução da vigilância em sala de aula’ é um problema de primeiro mundo”. Com isso, o principal desafio dos pesquisadores de IAE no Sul Global é conduzir os experimentos com consciência das muitas maneiras pelas quais estas iniciativas podem ultrapassar os limites éticos e estabelecer as salvaguardas para evitar que isso aconteça (RODRIGO, 2023).

Rodrigo (2023) destaca que os países em desenvolvimento, como é o caso das Filipinas, com elevado índice de analfabetismo funcional, com pouca maturidade digital, e sem infraestrutura (como internet de qualidade, computadores para todos os alunos, professores qualificados) para implantar aplicações baseadas em IA em grande escala no sistema educacional, devem contribuir para abrir novos caminhos de pesquisa e inovação direcionadas para pedagogia, cognição, direitos humanos e justiça social nas discussões sobre IAE. Exemplo disso, são pesquisas que replicam experimentos realizados previamente com

estudantes em países desenvolvidos, com intuito de verificar semelhanças e diferenças em diferentes culturas, em especial no Sul Global.

Ela chama atenção também para a facilidade e falta de exigências éticas para condução de pesquisas no sistema educacional filipino, questiona o processo de consentimento informado em uma sociedade analfabeta funcional<sup>10</sup>, e a falta de benefícios concretos e imediatos para professores e alunos após a conclusão das pesquisas (ROBERTO, 2023). Todas essas questões postas não se limitam ou situam nas Filipinas, mas guardam profunda identidade com as demais nações do Sul Global.

A comunidade de pesquisa reconhece que a estrutura de ética em pesquisa em IAE precisa ser distinta das aprovações e procedimentos de ética em pesquisa geralmente estabelecidos. Em particular, tal estrutura precisaria incorporar orientações abordando as muitas questões levantadas, especificamente na interseção da IA e das ciências da aprendizagem, e garantir que a IAE seja ética por *design* e não apenas por intenção (HOLMES *et al.*, 2022). Como anota Daniel Schiff (2022, p. 530), as preocupações éticas precisam entendidas para abordar objetivos sociais fundamentais, como mitigar a pobreza, melhorar o bem-estar e salvaguardar os direitos humanos.

Embora a IAE tenha o potencial de revolucionar a educação, bons resultados educacionais não decorrem diretamente do uso de tecnologias digitais, mas da integração destas com fatores pedagógicos, culturais, sociais e econômicos durante o processo de implementação. Para Luckin e Holmes (2016), a forma inteligente de abordar a IAE é focar no planejamento de sistemas educacionais que usem a IA de forma sábia para preparar as pessoas para o trabalho e para conviver com a IA (UNESCO, 2018, p. 5). Para tanto é preciso:

- Incentivar o trabalho conjunto de educadores, programadores e desenvolvedores de sistemas baseados em IA para educação;
- Promover informação, capacitação e formação sobre e em IA, para o uso e desenvolvimento ético e informado de IA;
- Priorizar o desenvolvimento da inteligência humana com foco para as qualidades que não podem ser automatizadas por meio de IA, como a inteligência social e metacognitiva.

---

<sup>10</sup> “Indeed, principals and teachers may not completely understand the depth and breadth of the data being collected. Surveys and interviews are common and easy enough to appreciate, but transaction logs from software are not” (ROBERTO, 2023, p. 5).



## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1 A economia digital: o Brasil como país em desenvolvimento

Estudos revelam que havia um capitalismo pré-industrial cuja origem remonta ao fim da idade média, quando se iniciou o primeiro ciclo de acumulação de capital. (ARRIGHI,1996) A Revolução Industrial, embora não seja o início do capitalismo, mudou de forma abrupta a história do homem, e seus efeitos estão presentes em nossas vidas até hoje. Como destaca Landes (2005), ela criou uma sociedade mais rica e complexa. A industrialização está no centro de um processo maior, normalmente designado modernização, que compreende desenvolvimento em termos de urbanização, de transição demográfica, centralização de um governo burocrático, e a criação de um sistema educacional capaz de treinar e socializar desde a infância de acordo com as capacidades de cada um e o conhecimento existente, e de propiciar aquisição de habilidades, bem como de meios de utilização e atualização da tecnologia.

Na América Latina, e, em especial no Brasil, a colonização europeia abriu caminho para divergência institucional, uma vez que com os europeus aportou o capitalismo pré-industrial na América (ACEMOGLU; ROBINSON, 2012). A América Latina, no período que compreende o fim da idade média e as grandes navegações, passou a ter um papel convergente em relação ao capitalismo nascido na Europa, pois representou uma janela de oportunidade, impulsionando o Capitalismo Ibérico, baseado, sobretudo, na extração de recursos naturais, na exploração do trabalho escravo, e nas monoculturas de larga escala (açúcar, café e cacau) (POLANYI, 2000).

Na variedade portuguesa de capitalismo ibérico, as Ordenações deflagraram um modo de operação institucionalizada centrada no Estado, que marcou a presença de Portugal tanto nas relações econômicas quanto sociais com suas colônias, causando um grande impacto no Brasil, em razão da forte intervenção e da centralidade do Estado nas relações de produção. A influência e as consequências dessa lógica permaneceram inclusive após a declaração de independência, no século XIX (OLIVEIRA *et al.*, 2020 e OLIVEIRA, 2018). Em decorrências disso, Oliveira (2018) anota que, no Brasil, o Estado é o ator responsável pela condução de políticas que sejam ao mesmo tempo adequadas ao modelo de desenvolvimento

estruturalista e que promovam o desenvolvimento tecnológico necessário que impulsionará o processo de substituição das importações.

Esses pressupostos de desenvolvimento dos países periféricos, e, sobretudo, da América Latina, região em que está inserida o Brasil, são importantes para análise das questões relacionadas ao desenvolvimento tecnológico, como as que serão abordadas adiante, pois encerram características e dinâmicas peculiares, cuja compreensão é imprescindível para o alcance desse objetivo.

Segundo Klaus Schwab, a revolução digital ou do computador começou na década de 1960, impulsionada pelo desenvolvimento dos semicondutores, da computação em *mainframe*, da computação pessoal (décadas de 1970 e 1980) e da internet (décadas de 1990). A partir da criação e difusão do microcomputador e da internet, iniciou-se o desenvolvimento e a disseminação das tecnologias digitais que estão revolucionando o mundo, tais como a robótica, a Internet das Coisas, as impressoras 3D, a realidade virtual, a computação quântica, a IA (*learning analytics, deep learning*), a ciência de dados (*big data, data mining*), a computação em nuvem, as redes móveis de quinta geração (5G) e as plataformas virtuais. Para Thomas Philbeck as plataformas digitais são para a Quarta Revolução industrial o que a linha de montagem foi para a Segunda Revolução.

Todavia, conforme adverte Andrew Feenberg (*apud* DAGNINO, 2008, p. 12):

Vivemos em uma era de rápido desenvolvimento tecnológico. Nos países ricos, o desenvolvimento toma a forma da introdução de novas tecnologias, como a Internet. Isso criou a ilusão de que estamos entrando na era pós-industrial. Porém, em outros lugares, essas novas tecnologias são acompanhadas por uma rápida expansão das indústrias tradicionais. O antigo sistema de manufatura semi-automatizada e que exigia pouca habilidade do trabalhador somente agora se difunde pelo mundo, ao mesmo tempo em que se torna cada vez menos importante nos países nos quais teve origem. Assim, em vez de chamarmos a época em que vivemos de era pós-industrial, seria mais adequado descrevê-la como a era da indústria globalizada.

Atualmente, os Estados Unidos são o principal centro cíclico do mundo, cujo governo tem o propósito de adotar uma política anticíclica (PREBISCH, 2000). Destacam-se nesse cenário da economia digital não só os Estados Unidos, mas também os países do leste asiático, conhecidos como *Newly Industrializing Countries* (NIC), os quais lograram se inserir na lógica hegemônica mundial, que não prima pelo desenvolvimento, conforme evidencia Bowles (2018), a partir da intervenção estatal (com a adoção do modelo de substituição das importações) – à contrassenso das teorias neoliberais propagadas pelas nações desenvolvidas –, da seleção de tecnologias estratégicas, de inovação organizacional, e do investimento em formação, que as alavancaram.

Para Acemoglu e Robinson (2012), em cada um desses casos, o crescimento foi precedido por mudanças históricas nas instituições econômicas desses países, ainda que nem sempre em suas instituições políticas, como revela o caso chinês. O modelo adotado pelos NICS, entretanto, não comporta replicação, conforme ressalta Bowles (2018). São, no entanto, replicáveis os modelos de análise, quais sejam: o momento de intervenção estatal, investimento na indústria nascente estratégica e na formação, tal como constata Reinert (2016).

Considerando a importância do incentivo estatal para promover o desenvolvimento no Brasil, e à necessidade de inserir o país na economia digital, a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital) decorre do diagnóstico de que

A área digital tem se mostrado como um novo centro vital das modernas economias e os países líderes têm se posicionado de forma estratégica em relação ao tema. No cenário internacional, diversos países buscam alavancar suas principais competências e vantagens, ao mesmo tempo preenchendo lacunas importantes para maximizar os benefícios da economia digital. [...] Entre as prioridades das iniciativas de digitalização pelo mundo, estão a busca de competitividade em negócios digitais, digitalização de serviços públicos, criação de empregos qualificados na nova economia e políticas para uma educação melhor e mais avançada (BRASIL, 2018, p. 21).

Nota-se, portanto, a preocupação embrionária do Estado brasileiro de fomentar políticas públicas para inserir o Brasil na economia digital, levando em consideração a sua centralidade no desenvolvimento tecnológico do país.

## **2.2 A não-neutralidade da ciência e tecnologia: O Brasil enquanto importador de tecnologias do Norte Global e uma solução de compromisso**

A IA, cujas definições foram abordadas no capítulo anterior, é considerada uma ciência, agentes, habilidade, sistemas, construção algorítmica e modelo. Embora não tenha sido conceituada como tecnologia pelos autores, na visão do senso comum, ela é uma tecnologia. Apesar de diferenças conceituais, ciência e tecnologia, na contemporaneidade, estão intimamente interligadas e, na prática, é impossível separá-las, pois até os limites das atividades que as originam estão se tornando indistinguíveis (NINIS *et al.*, 2013, p. 19). Em razão disso, no presente capítulo, esses conceitos serão tratados conjuntamente, assim como faz a literatura teórica de referência.

Tecnologia, na acepção convencional da palavra, consiste em artefatos produzidos pelo ser humano, portadores de um valor instrumental determinado pelo uso deliberado e consciente de um agente igualmente humano (STREET, 1992, p. 8 *apud* SOUSA, 2019).

A ideia de instrumental e otimista da ciência e tecnologia (CT), orientada pela trajetória única de progresso e de conhecimento ascendente, decorre da visão da neutralidade e do determinismo. Para a neutralidade, a CT não se relaciona com o contexto no qual é gerada, e, permanecer dele sempre isolada é um objetivo e regra de boa ciência. Para o determinismo tecnológico o desenvolvimento socioeconômico é determinado linearmente pelo avanço da CT, sendo a tecnologia condutora e determinante da estrutura da sociedade (NINIS *et al.*, 2013, p. 19-20).

Ao se reconhecer a não neutralidade da CT, a sociedade pode buscar maior reflexividade e adaptação dos produtos tecnocientíficos às suas necessidades, estabelecendo parâmetros de controle, agindo forma crítica e, ao mesmo tempo, se apoderando e ressignificando as tecnologias para fins de justiça e utilidade social. A incerteza quanto à neutralidade da ciência é o ponto de partida para a formulação de estratégias de apropriação do conhecimento científico e das tecnologias em prol do uso da ciência e da tecnologia para o bem-estar de uma sociedade (NINIS *et al.*, 2013, p. 23).

Assim, para os fins da presente pesquisa, como se verá adiante, CT não é entendida apenas de forma instrumental e, conseqüentemente, neutra. Aliás, é entendida como um sistema que assume a existência de uma relação indissociável entre tecnologia, sociedade, política e economia através da interação entre dimensões durante cada etapa do ciclo de vida da tecnologia (VERASZTO et al., 2008, apud SOUSA, 2019).

Williamson e Eynon (2020, p. 226) ressaltam que, apesar da aparente objetividade, a IAE está atrelada à política, e incorpora conjuntos particulares de valores, o que implica novas distribuições de poder na pesquisa educacional para especialistas em ciência de dados com compromissos ontológicos e epistemológicos particulares.

Para introduzir o debate sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, explicar e problematizar a não neutralidade e linearidade da CT, bem como refletir sobre as dimensões da apropriação pelo Sul Global de tecnologias desenvolvidas no Norte Global, apoiamo-nos no trabalho de Renato Dagnino (2008), que busca esboçar uma visão de conjunto da contribuição de diversos autores.

Dagnino (2008), didaticamente classifica o modo como os estudos sociais da CT abordam a relação entre ciência, tecnologia e sociedade em duas categorias principais: (i) com foco na CT; e (ii) com foco na sociedade. O olhar com foco na CT possui duas variantes: a neutralidade e o determinismo tecnológico. O olhar com foco na sociedade outras duas variantes – a tese fraca da não-neutralidade e a tese forte da não-neutralidade:

**Quadro 5. Classificação dos estudos sociais da CT**

Foco na CT: a CT avança contínua, linear e inexoravelmente, seguindo um caminho próprio.	Foco na Sociedade: o desenvolvimento da CT não é endógeno, mas influenciado pela sociedade.
Neutralidade da ciência: A CT não influencia a sociedade.	Tese fraca da não-neutralidade: as características da CT são socialmente determinadas.
Determinismo tecnológico: A CT determina o desenvolvimento econômico e social.	Tese forte da não-neutralidade: devido à sua funcionalidade, ela inibe a mudança social.

Fonte: elaborado pela autora.

Do ponto de vista histórico, a variante da neutralidade foi a que surgiu mais cedo, propagada por meio dos movimentos do Iluminismo e do Positivismo, que questionaram a religião, e propiciaram à ciência um *status* qualificado, enquanto portadora da verdade universal. A ciência obtém uma verdade qualificada por meio de argumentos racionais, dentro dos limites da objetividade e procedimentos empíricos, o que é proporcionado pelo método científico. Essa construção social, anota Renato Danigno (2008, p. 42): “projeta uma sociedade tecnocrática em que a ordem política está baseada em perícia e conhecimento técnicos em lugar de cidadania”.

Além disso, essa visão é coerente com a noção de progresso como uma sucessão de fases ao longo do tempo e homogêneo, com melhorias cumulativas, contínua e sucessivamente; com a noção de que o presente é melhor que o passado, e que conduzirá a um futuro ainda melhor; e que os conhecimentos criados e utilizados por diferentes civilizações podem ser apropriados por atores sociais diversos a qualquer tempo (DAGNINO, 2008, p. 40).

O determinismo tem como uma das suas primeiras formulações clássicas a obra de Marx (DAGNINO, 2008, p. 52), para quem o a mudança tecnológica (desenvolvimento das forças produtivas) era o principal motor da história, vez que a forma como se fabricam os objetos usados pelo homem (mais do que eles próprios) e os instrumentos que se utilizam para tanto seriam o que permitiria distinguir as diferentes épocas econômicas (MARX, 1996 *apud* DAGNINO, 2008).

O determinismo tecnológico, por seu turno, decorre da teoria econômica não marxista, denominada teoria do progresso técnico ou economia da tecnologia/ inovação, com diferentes vertentes, e, em suma, defende que o desenvolvimento socioeconômico, ou progresso, é determinado linearmente pelo avanço da CT, como uma força exógena, sendo a tecnologia condutora e determinante da estrutura da sociedade de maneira descontextualizada, autogeradora, e numa via de mão única, em que é omitido o impacto da cultura (DAGNINO, 2008, *apud* ROSA; STRIEDER, 2019, p. 12).

A partir da Revolução Industrial, e nos últimos cinquenta anos, parece haver-se convertido em algo geralmente aceito o fato de que uma tecnologia em contínuo desenvolvimento é o único caminho que oferece possibilidades realistas de progresso humano (DAGNINO, 2008, p. 118). A visão dominante no capitalismo, associada à construção social da ciência pelo iluminismo e do positivismo, não admite que existam alternativas para o desenvolvimento da CT, contribuindo a nível de discurso para legitimar o caráter capitalista da ciência (DANIGNO, 2008, p. 129). A modificação essencial que introduz o capitalismo é que se concentram nas mesmas mãos instrumentos de produção e controle do saber (da produção científica). Assim, a organização da pesquisa realizada nas universidades e nos institutos públicos de acordo com a divisão do trabalho próprias do ambiente industrial, e com métodos de avaliação que a orientam no sentido da geração de resultados diretamente utilizáveis na produção, capazes de aumentar a produtividade e assegurar às grandes empresas privadas um monopólio de origem tecnológica, converteu-se numa tendência mundial<sup>11</sup> (DANIGNO, 2008, p. 147). Isso é destacado também por Williamson e Eynon (2020, p. 227) no contexto específico da IAE:

Although the adoption of AIed in China has generated significant interest and concern, its approach to investment in AI in education is also mirrored by the ambitions of the edtech sector and by venture philanthropic supporters in other countries, especially in the US and India (Chamuah and Ghildiyal 2020). In the US context, major supporters and funders of AI-based educational technologies include the Bill and Melinda Gates Foundation, Schmidt Futures, and the Chan Zuckerberg Initiative, the funding and investment vehicles, respectively, of Microsoft founder Bill Gates, ex-Google chair Eric Schmidt, and Facebook founder Mark Zuckerberg. [...] They inject millions of dollars into selected organizations as a way of driving up adoption of personalized learning platforms, although their claims that AI improves outcomes or reduces inequalities remain highly contested (Boninger, Molnar, and Saldaña 2020).

Retomando as vertentes com foco na sociedade, a tese fraca e a tese forte englobam uma série de teorias e autores, que reconhecem o impacto social na CT. A primeira postula que o contexto engendrado pelas relações sociais e econômicas e pelos imperativos de natureza política conforma o ambiente em que é gerado o conhecimento científico e tecnológico. Como consequência disso, a CT internaliza as características fundamentais desse contexto e constitui algo funcional para o seu desenvolvimento e a sua permanência (DAGNINO, 2008).

---

<sup>11</sup> “[A]s desigualdades crescentes e os problemas ambientais associados ao desenvolvimento provavelmente não irão desaparecer tão cedo, podendo, de fato, condenar o estilo de desenvolvimento hoje dominante. Essa situação representa um tremendo desafio para as instituições culturais dos países em desenvolvimento” (FEENBERG *apud* DAGNINO, 2008, p. 14).

A segunda, a tese forte, incorpora a proposta da tese fraca e vai mais além. A CT gerada sob a égide de determinada sociedade e, portanto, construída de modo a ela funcional está de tal maneira “comprometida” com a manutenção dessa sociedade que não é passível de ser utilizada por outra<sup>12</sup>. Suas características, por estarem intrinsecamente determinadas por uma dada sociedade, tornam-na disfuncional para um contexto social, político, econômico e cultural que dela difere de modo significativo. Assim, sua apropriação por uma outra sociedade orientada por objetivos socialmente distintos, ou, mais importante, sua utilização para a construção de uma nova sociedade ou para o incentivo ao processo de mudança de um contexto preexistente, numa outra direção que não aquela que presidiu seu desenvolvimento, não é adequada.

Essas teorias nos levam ao pessimismo. Mas será que é necessário frear o desenvolvimento científico e tecnológico, voltar para a Idade Média ou “retornar à simplicidade”, tal como sugere Borgmann (1984, *apud* FEENBERG, 2002, *apud* DAGNINO, 2008)?

A solução de compromisso proposta por Renato Dagnino diante disso é Adequação Sociotécnica (AST). Em linhas gerais, a AST se assemelha aos processos de tropicalização ou aprendizado. Isto é, ela pode ser entendida como um processo que busca promover uma adequação do conhecimento científico e tecnológico (esteja ele já incorporado em equipamentos, insumos e formas de organização da produção, ou ainda em forma intangível e mesmo tácita) não apenas aos requisitos e finalidades de caráter técnico-econômico, como até agora tem sido o usual, mas ao conjunto de aspectos de natureza socioeconômica e ambiental que constituem a relação ciência, tecnologia e sociedade. Isso significa, promover os valores da solidariedade em vez do individualismo; dos bens sociais em vez da propriedade privada e do lucro; da sustentabilidade em vez do controle e da subordinação da natureza; do bem-estar das pessoas em vez do mercado e da propriedade (DAGNINO, 2008, p. 258). Em outras palavras, o que se deve fazer é promover na CT suas possibilidades democráticas (DAGNINO, 2008, p. 263).

Nesse sentido, conforme alerta Seiji Isonotani:

---

<sup>12</sup> E, em virtude dessa funcionalidade entre a C&T e a sociedade na qual foi gerada, ela tende a reproduzir as relações sociais prevaletentes. Pode, até mesmo, segundo uma visão mais radical, inibir a mudança social. (DAGNINO, R., 2008, p.17)

O Brasil e nações com nível de desenvolvimento semelhantes precisam passar por um passo extra na hora de pensar como a tecnologia pode ajudar, e não atrapalhar, o processo de ensino e aprendizado. O país pode inclusive, ser um dos líderes na tarefa de pensar em como adaptar o uso de tecnologia para o ensino em países em desenvolvimento, ou Sul Global. As tecnologias importadas do Norte Global não necessariamente funcionam no nosso contexto. (ISONOTANI *apud* OSAKABE, 2023)<sup>13</sup>.

Nesse sentido, é importante o aumento da consciência pública acerca das questões que envolvem a tecnologia para romper o consenso vigente. Por outro lado, “aceitar como um dado a tecnologia dos países dominantes implica produzir as mesmas coisas que eles, competir com eles no terreno que conhecem melhor e, portanto, perder a batalha contra suas grandes corporações, supondo que queremos travá-la” (DAGNINO, 2008, p. 239).

### **2.3 Capitalismo de vigilância e capitalismo de plataforma: o Brasil enquanto nação que precisa tutelar os dados de sua população diante das ameaças globais**

Quando se fala em IA como tecnologia, o uso “deliberado e consciente de um agente igualmente humano” é uma das preocupações e cuidados. É nesse contexto que surge a importância de abordar o capitalismo de vigilância, pois ele permite compreender a violação da privacidade como um negócio.

Conforme anota Ana Frazão (2019, p. 26): “Do ponto de vista econômico, dados importam na medida em que podem ser convertidos em informações necessárias ou úteis para a atividade econômica.”. Ela sustenta que a coleta e a utilização maciça de dados permitem a constituição de uma nova forma de capitalismo, fundado na vigilância constante e no controle. O sistema funciona com a coleta de dados, sem o consentimento, ciência ou consciência dos titulares, que são usados para inúmeras destinações, novamente, sem que os titulares saibam ou compreendam a extensão e os impactos que podem ser gerados.

Os dados pessoais são usados por governos e companhias para conhecer tudo dos cidadãos, enquanto estes nada sabem dos primeiros, por meio de um monitoramento constante e minucioso da vida das pessoas, que encerra o capitalismo de vigilância, cuja principal consequência é a constituição de uma sociedade também de vigilância (PASQUALE *apud*

---

<sup>13</sup> OSAKABE, Marcelo. Brasil pode se tornar potência em tecnologia educacional, diz professor. Valor econômico. São Paulo. 31/03/2023. Disponível em: [Brasil pode se tornar potência em tecnologia educacional, diz professor | Brasil | Valor Econômico \(globo.com\)](https://valor.globo.com/brasil/noticia/2023/03/31/brasil-pode-se-tornar-potencia-em-tecnologia-educacional-diz-professor-1.7445348). Acesso em 27/06/2023.

FRAZÃO, 2019). Nessa situação é difícil diferenciar Estado e mercado, gerando um poder desbalanceado, em favor da parceria público-privada a quem interessa (FRAZÃO, 2019, p. 27-28).

Assim, conclui Ana Frazão (2019, p. 43), que “a economia movida a dados e o capitalismo de vigilância são as duas faces da mesma moeda pois, quanto maior a importância dos dados, mais incentivos haverá para o aumento da vigilância e, por conseguinte, maior será a coleta de dados”.

Outra dimensão importante a ser considerada é o surgimento do capitalismo de plataforma como um modo dominante de criação de valor e acumulação de capital na economia digital (SRNICEK, 2017 *apud* WILLIAMSON; EYNON, 2020, p. 228). Williamson e Eynon (2020, p. 228) chamam atenção para a tendência de oferta da IA-como-serviço por grandes corporações de tecnologia que pretendem reunir todos os aplicativos em uma plataforma única e dominar todo o mercado, na medida em que tornam outras empresas (bem como, instituições de ensino e *edtechs*) dependentes de sua infraestrutura de IA e das formas específicas de automação inteligente que fornecem.

Nesse sentido, a digitalização da educação superior deve ser problematizada, como advertem Castaneda e Selwyn (2018). O mercado de tecnologias digitais para uso na educação superior se tornou multibilionário. De acordo com a Unesco (2019), a maior parte das tecnologias baseadas em IA para educação foi produzida pelo setor privado por companhias como a Pearson, McGraw-Hill, IBM, Knewton, Cerego, Smart Parrow, Dreambox, LightSide or Coursera. Outros levantamentos<sup>14</sup> listam como importantes atores nesse cenário: Amazon, Microsoft, Cognizant, Google, BridgeU, Carnegie Learning, Nuance Communications e Blackboard.

Observa-se a influência crescente de companhias multinacionais de tecnologia nas instituições de educação locais. Além disso, a digitalização em larga escala do ensino universitário diversificou as possibilidades de comercialização de cursos universitários de graduação e pós-graduação, conforme indicam Castaneda e Selwyn (2018, p. 6). O autor alerta que a natureza orientada para o mercado da tecnologia do ensino superior tem conotações que vão muito além do simples fornecimento de recursos aos consumidores universitários, podendo gerar a reestruturação e reorganização das instituições do ensino

---

<sup>14</sup> Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-education-market-report>>. Acesso em: 26 de abr. de 2023.

superior para funcionarem e se comportarem como se fossem corporações, bem como interferir nas formas de ensino e aprendizagem, na política e pensamento profissional sobre o ensino superior:

Indeed, in one way or another, the influences of the IT industry have been central to many of the recent technology-related educational reforms and innovations, sometimes in the supposedly innocuous form of “philanthropy” that helps in times of crisis. [...] Altogether, this industry activity continues to generate substantial pressure to reshape and redirect university education. As Kevin Carey (2012) observed, the most influential thought leaders in higher education are increasingly likely to be programmers, hackers and trillion-dollar Silicon Valley IT industry that has grown up around them. (CASTANEDA; SELWYN, 2018, p. 6).

Na digitalização dos processos e práticas universitários está implícito o avanço de valores neoliberais, anotam Castaneda e Selwyn (2018, p. 6-7). Em especial, muitos elementos próprios da educação digital estão estreitamente alinhados com a promoção de mecanismos de mercado e valores de livre mercado:

While often promoted as making access to higher education more free and open, such forms of digital education clearly support ideas of higher education as a product that is consumed along economically rational lines. (CASTANEDA; SELWYN, 2018, p. 7).

As tecnologias digitais estão sendo usadas para apoiar a monetização aberta da oferta de educação nos mercados comerciais (CASTANEDA; SELWYN, 2018, p. 6-7). O autor destaca também que as tecnologias digitais são frequentemente usadas para configurar as práticas e relações da educação superior em *comodities*, bem como as práticas de governança são cada vez mais direcionadas por lógicas de mercado, apoiadas e fomentadas por princípios de competição baseada em *rankings* internacionais (DIEZ, 2018 *apud* CASTANEDA; SELWYN, 2018). Exemplo disso são o crescente uso de métricas, medições e análises *on-line*, bem como a separação de componentes do aprendizado universitário na forma de microcredenciais, programas e certificações baseados em *blockchain* ou portfólios digitais.

Noam Chomsky (*apud* FRAZÃO, 2019) evidencia que moldar a ideologia é uma das principais formas de atuação da elite econômica para a manutenção do seu poder, o que envolve as estratégias de educação e doutrinação. Pensar a IA, e, em especial, a IAE sob essa perspectiva crítica é imperioso, uma vez que os sistemas de IA que movem a economia digital são programados para produzirem inferências, previsões, com as quais se pode classificar as pessoas e, a partir daí, determinar os seus destinos, inclusive no que diz respeito ao seu acesso a direitos e oportunidades.

### 3. O BRASIL FRENTE À IAE

#### 3.1 O contexto social e tecnológico da educação brasileira

O Brasil é um país em desenvolvimento, situado na América do Sul. De acordo com o Censo de 2022, a população estimada é de 203,1 milhões de pessoas, a maior parte, na faixa etária de 10 a 34 anos, com a redução paulatina da taxa de fecundidade, atualmente em 1,76 filhos por mulher, que ocasiona o encolhimento da base da pirâmide. A taxa de analfabetismo no Brasil é de 5,6%, e a de escolarização de 6 a 14 anos de 99,4%, porém, a maior parte dos alunos egressos do ensino médio não tem conhecimento adequado em matemática e português (SAEB, 2021), ademais esses dados não revelam as profundas desigualdades presentes no Brasil, e haverá por muitos anos reflexos da pandemia do coronavírus, que provocou um desmonte na educação nacional<sup>15</sup>.

Os desafios educacionais da atualidade não são novos, mas antigos desafios que persistem até hoje. O Plano Nacional de Educação (PNE), instituído por meio da Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014, possui 20 metas para melhorar a educação brasileira, que devem ser cumpridas até 2024 (BRASIL, 2014). As metas 12, 13 e 14<sup>16</sup> tratam da educação superior (graduação e pós-graduação). O cumprimento das metas é monitorado por organizações governamentais e não governamentais, e os balanços apontam poucos avanços e alguns retrocessos<sup>17</sup>. Na educação superior, especificamente, os resultados indicam que as metas 13 e 14, voltadas à pós-graduação, estão parcialmente cumpridas, enquanto a meta 12, embora registre crescimento, está longe de ser alcançada, sobretudo em termos das taxas líquida e bruta de matrículas, assim como no tocante à expansão das matrículas no segmento

<sup>15</sup> Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

<sup>16</sup> “Meta 12: elevar a taxa bruta de matrícula na educação superior para 50% e a taxa líquida para 33% da população de 18 a 24 anos, assegurada a qualidade da oferta e expansão para, pelo menos, 40% das novas matrículas, no segmento público.

Meta 13: elevar a qualidade da educação superior e ampliar a proporção de mestres e doutores do corpo docente em efetivo exercício no conjunto do sistema de educação superior para 75% (setenta e cinco por cento), sendo, do total, no mínimo, 35% (trinta e cinco por cento) doutores.

Meta 14: elevar gradualmente o número de matrículas na pós-graduação stricto sensu, de modo a atingir a titulação anual de 60.000 (sessenta mil) mestres e 25.000 (vinte e cinco mil) doutores”.

<sup>17</sup> Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoia0Y5NWUyMDMtYzc0Mi00Y2Y5LTk3MmEtNThjMjY2NjNWEuLiwiZCI6IjI2ZjczODk3LWM4YWVtNGIxZS05NzhmLWVhNGMwNzc0MzRiZiJ9>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

público (CARVALHO; OLIVEIRA, 2022). Assim, aos antigos desafios somam-se as necessidades das pessoas e da sociedade do nosso século.

No tocante à pós-graduação, o país teve seis versões de Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) desde o primeiro, promulgado em 1975. O último, vigeu de 2011 a 2020, e, embora estabelecida uma comissão, em 2022, para escrever o novo PNPG (2021-2030), este ainda está pendente, o que sinaliza uma descontinuidade nessa política.

Os dados informam que, no Brasil, 42,6% dos domicílios possuem microcomputador ou *tablet*, ao passo que 96,3% dos domicílios possuem telefone móvel celular, e 90% dos domicílios possuem acesso à *internet*<sup>18</sup>. Esses dados são relevantes para o contexto de tecnologias na educação, pois o emprego de tecnologias digitais requer equipamentos individuais, como computadores, *notebooks*, *tablets* e celulares, bem como conectividade estável com internet. (UNESCO, 2018, p. 41) Em que pese parte relevante da população nacional ter acesso à internet e a celulares, o acesso digital, no Brasil, ainda é um grande desafio, em especial, nas zonas rurais.

No Brasil, em matéria de inovação tecnológica educacional, foi criado pelo Ministério da Educação (MEC), por meio da Portaria nº 522/1997, o Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo), destinado a estudantes e professores da rede pública de ensino, que tinha como finalidade “disseminar o uso pedagógico das tecnologias de informática e telecomunicações nas escolas públicas de ensino fundamental e médio pertencentes às redes estadual e municipal”.

O programa foi reformulado por meio do Decreto n.º 6.300 de 12/12/2007, e passou a ter os objetivos de: (i) promover o uso pedagógico das TIC nas redes públicas urbanas e rurais de educação básica; (ii) fomentar a melhoria do processo de ensino e aprendizagem com o uso das TIC; (iii) promover a capacitação dos agentes educacionais envolvidos nas ações do programa; (iv) contribuir com a inclusão digital por meio da ampliação do acesso a computadores, da conexão à rede mundial de computadores e de outras tecnologias digitais, beneficiando a comunidade escolar e a população próxima às escolas; (v) contribuir para a preparação dos jovens e adultos para o mercado de trabalho por meio do uso das TIC; e (vi) fomentar a produção nacional de conteúdos digitais educacionais.

---

<sup>18</sup> Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

No Relatório da Execução de Programas de Governo nº 16/2013 produzido pela Controladoria Geral da União (CGU), que teve como objeto os contratos assinados de janeiro de 2007 a junho de 2010, concluiu que o número de laboratórios entregues, porém não instalados, era superior a 12.610, cerca de 22%. Cerca de 50% dos laboratórios funcionavam com configurações iguais ou superiores às exigidas no edital, e possuíam mobiliário adequado. Cerca de 30% dos laboratórios não possuíam professores e técnicos capacitados para uso pedagógico dos equipamentos, além de outros resultados alarmantes.

Embora seja um programa vigente há mais de vinte anos, período este que se confunde com a universalização do ensino básico e ampliação do ensino técnico e superior no Brasil, foi uma política fragmentada em relação a outras políticas de infraestrutura, segurança, qualificação e educação. Conforme diagnosticado no relatório do Tribunal de Contas da União (TCU) intitulado *Política Pública de Inclusão Digital* (2015), a carência de alfabetização digital da população é um entrave à inclusão digital plena da sociedade brasileira, assim como o pouco letramento formal por parte da população.

Partindo do ponto de vista do conceito de educação como capital humano, um componente da produção e determinante da competitividade na economia, Bértola e Ocampo (2015) demonstram que na América Latina houve importantes esforços que resultaram em melhoras significativas no nível educacional, sobretudo no século XX. Contudo, sob uma perspectiva comparativa, a América Latina continua em desvantagem em relação a outras regiões, sobretudo em relação ao desempenho dos alunos, e dentro da América Latina, destaca-se a desvantagem do Brasil em relação a outros países como Argentina, Uruguai e Chile. Parte da explicação para essa tendência decorre da contradição entre educação e desenvolvimento, pois as regiões que mais necessitam de recursos para investir em educação são também as mais pobres, porém devem ser também consideradas as estruturas sociais e as relações de poder.

No tocante ao sistema educativo, Bértola e Ocampo (2015, p. 47) ressaltam que:

El sistema educativo instalado en los tiempos coloniales estuvo basado en la idea de preservar y legitimar el orden social establecido. La educación era un método para “civilizar” a la población nativa y para desarraigar costumbres y creencias indígenas y adoctrinar en la religión católica. La educación se realizaba por diferentes órdenes religiosas, ya sean Franciscanos o Dominicanos, y las escuelas eran muy escasas. La educación superior estaba destinada principalmente a la élite europea y a los hijos de los Caciques y se dictaba casi exclusivamente en español.

Contribuindo com uma abordagem institucional histórica que permite ilustrar essa conclusão de Bértola e Ocampo (2015), Caldeira (2017) registra que

Os jesuítas desembarcaram no Brasil em 1549, diretamente a serviço do rei D. João III. Como eram financiados pela Coroa, não perderam tempo disputando esmolas de fiéis e concentraram-se na conversão da população nativa – o que não quer dizer que descuidassem do resto. Também montaram uma rede de colégios para formar na terra os seus sacerdotes, tudo financiado com dinheiro do rei.

Considerando esse cenário de profundas desigualdades históricas, a herança de um sistema educacional conformativo e o baixo nível de desempenho, o investimento em laboratórios de informática apartado de uma lógica de desenvolvimento tecnológico no setor educacional que permita a sua acomodação, corre o risco de desconhecimento dos resultados alcançados pela política, como de fato ocorre, sobretudo diante da ausência de metas, de indicadores e de critérios transparentes de avaliação.

Com o PNE (2014–2024) foram renovadas algumas políticas para viabilizar as metas e estratégias estabelecidas. Assim, foi publicado o Decreto nº 9.204, de 23 de novembro de 2017, que instituiu Programa de Inovação Educação Conectada (PIEC), em substituição ao Programa Nacional de Informática na Educação, vigente no Brasil desde 1997 (BRASIL, 1997), para promover a utilização pedagógica das tecnologias digitais na educação básica. Em 2021, com a publicação da Lei n.º 14.810/2021, passa a se chamar PIEC, para apoiar a universalização do acesso à internet em alta velocidade nas escolas públicas e fomentar o uso pedagógico de tecnologias digitais na educação básica. Em que pese o aprimoramento, em auditoria do TCU no ano de 2021<sup>19</sup>, foram identificados diversos problemas de governança do PIEC. Em 2021, o TCU realizou auditoria operacional na PIEC (BRASIL, 2021).

Seiji Isotani (*apud* OSAKABE, 2023)) sugere alguns questionamentos para construção do arcabouço mental proposto pela *Citizen- learner framework*<sup>20</sup> para repensar a educação de forma integral e conectada, e compreender o papel da IA e das competências digitais na educação ampliando as capacidades de ensinar e aprender:

- (i) Qual o perfil dos cidadãos que queremos desenvolver?
- (ii) O que eles devem aprender?
- (iii) Como eles aprendem?
- (iv) E o que fazer com o que foi aprendido?

No ensino superior brasileiro, os principais problemas apontados pelas pesquisas são as profundas desigualdades regionais, o índice insatisfatório de mestres e doutores e certas regiões, o alto índice de evasão e a carga horária elevada dos professores, segundo o relatório

<sup>19</sup> Disponível em: <<https://sites.tcu.gov.br/relatorio-de-politicas/governanca-e-gestao-da-politica-de-inovacao-educacao-conectada.html>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

<sup>20</sup> Disponível em: <<https://pz.harvard.edu/resources/citizen-learners-a-framework-for-21st-century-excellence-in-education>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

*Education at a Glance 2022* (OCDE, 2022). Outros desafios são listados por Corbucci (2007), como: democratizar o acesso por meio da melhoria da qualidade da educação básica e aumento das vagas, transformar conhecimento em tecnologia, compatibilizar oferta e demanda nas redes pública e privada, e promover a qualidade do ensino por meio do investimento sustentável.

No tocante a IAE, UNESCO (2022a, p.8) é descrita a situação da IA na América Latina naquele momento. Segundo os autores, pensamento computacional (PC) e IAE eram temas novos na região, e as discussões estavam ganhando destaque nos sistemas educacionais, embora sem avanços significativos na formulação de políticas ou no desenho dos currículos. Foram encontradas propostas insipientes em IA para sistemas educacionais no Uruguai, Argentina e Brasil. No Brasil, foram destacadas a iniciativa de criação das Diretrizes para Ensino de Computação na Educação Básica, Parecer CNE/CEB nº 2/2022 (BRASIL, 2022) e o projeto *Machine Learning* para Todos, que é um curso de *machine learning* em português, desenvolvido por alunos e professores da Universidade Federal de Santa Catarina.

Em um estudo mais recente, o grupo Metared (2021) constatou que o cenário brasileiro é de falta de maturidade digital. Ele fez um levantamento quantitativo dos recursos de TIC aplicados ao ensino e à aprendizagem na educação superior brasileira, evidenciando que, embora 93% das Instituições de Educação Superior (IES) usem Ambiente Virtual de Avaliação (AVA) em seus cursos de graduação, em qualquer modalidade, boa parte não conta com unidades de apoio à produção de conteúdo (48%), sistemas de gravação automática, (59%), repositório de conteúdo educativo (60,2%), curadoria do material produzido (69,9%), políticas/iniciativas de *learning analytics* (64,6%), promoção de *mobile learning* (46,2%) ou estratégia de política digital (45,2%). Não obstante, as tecnologias que estão no setor privado podem a qualquer momento ser apropriadas pelas IES para formação.

A contribuição brasileira em relação à produção científica mundial na temática IA, a partir da análise junto à base WoS, nos últimos dez anos, foi de 25.789 registros sobre 1.173.447 registros, o que representa aproximadamente 2% das publicações. O Brasil está em 14º lugar no *ranking* mundial de publicações<sup>21</sup>. Os dois primeiros colocados foram China e Estados Unidos, que juntos reúnem 53% dos registros. A colocação brasileira na produção mundial não modificou de forma significativa no período de 2011 a 2020, contudo, houve

---

<sup>21</sup> 1º EUA, 2º China, 3º Índia, 4º Inglaterra, 5º Alemanha, 6º Coreia do Sul, 7º Canada, 8º Austrália, 9º Japão, 10º Itália, 11º Irã, 12º Espanha, 13º França, 14º Brasil, 15º Taiwan, 16º Turquia, 17º Holanda, 18º Arábia Saudita, 19º Suíça e 20º Suécia.

significativo aumento de registros nesse período, o que evidencia que a importância desse tema no Brasil acompanhou a tendência mundial nessa área (GROENNER *et al.*, 2022).

No estudo, foi observado que, no Brasil, as instituições públicas desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de IA, pois dentre as 30 instituições elencadas com maior número de publicações, apenas três são particulares. Há necessidade de fortalecimento das colaborações para além das instituições mais próximas geograficamente. Constatou-se também que há representatividade de centros de pesquisa e pesquisadores em boa parte do território nacional, exceto na região Norte, mas com forte predominância da região Sudeste. Por fim, ressalta a diversidade de palavras-chave encontradas, inferindo-se a partir disso, a amplitude de técnicas empregadas por autores brasileiros, e interação relevante entre a IA e a área de saúde nas pesquisas nacionais (GROENNER *et al.*, 2022).

O estudo de Ramos-Carvalho, Gouvea e Ramos (2023), que coletou dados de Grupos de Pesquisa, da Plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), bem como da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no período de 1992 até 2021(30 anos), apontou 622 resultados na área de educação, o que representa 3% do universo. Portanto, a IAE não está entre as principais áreas de conhecimento com pesquisas em IA no Brasil. Além disso, destacou-se que, dentre as áreas de conhecimento, o direito tem avançado nos estudos sobre IA demonstrando a preocupação com a regulamentação da questão no Brasil.

Soma-se a essas iniciativas o projeto Inteligência Artificial para Auxílio de Ações que Visam à Redução da Evasão no Ensino Superior, que utiliza *big data* e técnicas de *machine learning* para predição de evasão, e é fruto de uma parceria entre o MEC e a Universidade Federal de Goiás (UFG), conta também com o apoio de outras IES brasileiras, que fornecem dados (UFG, 2021).

Na educação básica e técnica, destacam-se os projetos empreendidos pelos Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais<sup>22</sup> (NEES), vinculado ao Instituto de Computação (IC) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), em parceria com o Ministério da Educação e com o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, tais como: Soutec; rede de inovação para educação híbrida; controle de evasão escolar; corretor automático de textos manuscritos usando ferramentas de IA; Plataforma Nacional dos Planos de Educação; e a plataforma de gestão democrática de atos normativos da área educacional (NEES, 2023).

---

<sup>22</sup> Disponível em: <<https://www.nees.ufal.br/projetos-em-andamento/>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

Não obstante os esforços empreendidos, o Conselho Nacional de Educação (CNE), nas Diretrizes Gerais sobre Aprendizagem Híbrida (CNE, 2021, p.2), constatou que o Brasil não dispõe das mesmas condições que os países desenvolvidos, e que algumas soluções viáveis para o país, decorrente da enorme diversidade existente em relação ao acesso às novas tecnologias, já estão obsoletas no cenário mundial. Assim, concluiu que é muito desafiador competir com a velocidade das mudanças do mundo contemporâneo.

Ademais, se as tecnologias IAE forem vistas como relativamente superiores ao *status quo* sem demandar grandes gastos e mudanças em infraestrutura, a expansão da IAE pode vir à custa do desenvolvimento educacional de longo prazo, que requer investimento do país em sua infraestrutura e sistema educacionais, e, sobretudo, na preparação (formação, capacitação e qualificação) de professores de alta qualidade. Podemos chamar isso de automação prematura da educação (UNESCO, 2018; SCHIFF, 2021, p. 341).

Esse fenômeno pode impedir a eficácia educacional de longo prazo e a equidade internacional, prendendo certas comunidades ou países em uma espécie de sistema educacional permanente de segundo nível, especialmente se os países de baixa renda forem vistos como um laboratório para IAE e interesses comerciais (FEJERSKOV, 2017 *apud* SCHIFF, 2021). Portanto, mesmo que adotemos a IAE como solução de curto prazo, devemos ter muito cuidado com as implicações de longo prazo para educadores e sistemas educacionais, especialmente quando as soluções propostas são importadas (SCHIFF, 2021, p. 341).

### **3.2 Políticas públicas e regulação em digitalização, tecnologia e inovação na educação no Brasil**

A educação é um setor estratégico para os países, por isso, costuma ser gerido e fiscalizado pelos governos nacionais. Ações são necessárias em áreas em que o setor privado está extremamente envolvido, como é o caso das TIC e a IAE. Embora o setor privado crie oportunidades com produtos pioneiros, que os governos não seriam capazes de criar, há também riscos, que precisam ser enfrentados por meio de políticas (UNESCO, 2022). Nesse sentido, foram selecionadas algumas políticas públicas que estão relacionadas com a IAE e com a infraestrutura necessária para a sua implementação.

No Brasil, a importância de se tratar de maneira prioritária o tema da IA em razão de seus impactos transversais sobre o país foi sinalizada em 2018, na E-Digital, aprovada em março de 2018, pelo Decreto nº 9.319/2018 e pela Portaria MCTIC nº 1.556/2018. A E-Digital diagnosticou a necessidade de conceber novas iniciativas em matéria de inovação e tecnologia educacional, adaptadas à atual realidade brasileira e mundial.

Ela instituiu o Sistema Nacional para a Transformação Digital, que estabelece a estrutura de governança para a sua implantação. A E-Digital visa à:

harmonização das iniciativas do Poder Executivo federal ligadas ao ambiente digital, com o objetivo de aproveitar o potencial das tecnologias digitais para promover o desenvolvimento econômico e social sustentável e inclusivo, com inovação, aumento de competitividade, de produtividade e dos níveis de emprego e renda no País.

A E-Digital foi estruturada em dois grandes grupos de eixos temáticos: eixos habilitadores e eixos de transformação digital. Os eixos habilitadores visam criar um ambiente propício para o desenvolvimento da transformação digital da economia brasileira, com iniciativas essenciais para alavancar a digitalização. Tais iniciativas incluem infraestrutura e acesso às TIC; ações em pesquisa, desenvolvimento e inovação; desenvolvimento de um ambiente regulatório adequado; normas e regimes que promovam confiança no mundo digital; aquisição de competências educacionais e profissionais adequadas à economia digital; e a inserção internacional do Brasil. Este ambiente habilitador, por sua vez, propicia atividades de transformação digital, tanto no governo quanto no setor produtivo. As ações específicas foram agrupadas em eixos: Transformação digital da economia e transformação digital do governo.

O eixo habilitador 4, educação e capacitação profissional, tem como orientação “promover o amplo acesso de alunos e professores a recursos didáticos de qualidade e possibilitar práticas pedagógicas inovadoras, por meio da disseminação do acesso à internet de alta velocidade em escolas públicas.” Nele são perseguidos os seguintes objetivos:

- Conectar escolas públicas, urbanas e rurais, com acessos de banda larga, e disponibilizar equipamentos para acesso a tecnologias digitais;
- Incorporar as tecnologias digitais nas práticas escolares, com desenvolvimento do pensamento computacional entre as competências dos estudantes;
- Reforçar as disciplinas matemática, ciências, tecnologias e engenharias e as trilhas de formação técnica para atuação em setores da economia digital, com foco no empreendedorismo; e
- Promover o aprimoramento das formações inicial e continuada dos professores, no que se refere ao uso da tecnologia em sala de aula.

Observa-se na construção da Política em questão um esforço de conjugar o eixo habilitador 4 com o PNE, com a Base Comum Curricular (BNCC), com o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), e com outras políticas concomitantes nos demais eixos anteriormente tratados que se cruzam. Além disso, foram definidas ações estratégicas, e indicadores, como o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), mas que não se mostram adequados para medir todos os objetivos propostos.

A E-Digital, ao conjugar diversos eixos habilitadores, explicita a forte presença do Estado em investimentos públicas em infraestrutura, como a implantação de 5G, cabos de fibra ótica, e universalização da internet, em especial com a preocupação de incentivar as empresas a investirem em municípios pequenos e rurais. Assim, ele atua como responsável pela internalização das inovações realizadas em outro lugar, através de mecanismos de indução de demandas a setores específicos e de indução de oferta através, de um setor privado pouco empreendedor ou de empresas públicas, conforme indica Oliveira (2015).

Do ponto de vista do desenvolvimento tecnológica na educação, evidencia um investimento tardio, mas com o esforço de conjugar diversos setores (infraestrutura, ciência e tecnologia, educação, segurança, regulação), de adotar metas e indicadores claros, e que reforça o papel do Estado como responsável pela internalização das inovações realizadas em outro lugar, através de mecanismos de indução de demandas a setores específicos e de indução de oferta através de um setor privado pouco empreendedor ou de empresas públicas, conforme indica Oliveira (2015).

A Política Nacional de Educação Digital (PNED), Lei nº 14.533/2023, também merece atenção, pois incentiva políticas públicas relacionadas ao acesso da população brasileira a recursos, ferramentas e práticas digitais, com prioridade para as populações mais vulneráveis (BRASIL, 2023). Assim como o E-Digital está estruturada em eixos: inclusão digital; educação digital escolar; capacitação e especialização digital; P&D em TIC. Ela possui diversos dispositivos direcionados especificamente à educação superior, ao tratar da formação e especialização profissional, extensão, P&D, infraestrutura, qualificação dos gestores e avaliação.

Diante dos prováveis impactos da IA, governos e empresas de todo mundo estão buscando a liderança, concebendo estratégias nacionais de fomento ao seu desenvolvimento e, simultaneamente, corre a discussão sobre a necessidade de regulação e políticas públicas nos diversos campos de aplicação da IA (CHIARINI; SILVEIRA, 2022). Em 2021, mais de 30

países lançaram políticas nacionais de IA (SCHIFF, 2022). Daniel Schiff (2022) analisou o papel da IAE nesses documentos, e concluiu que “o uso da IAE está ausente na maior parte do discurso político, enquanto priorizado o valor instrumental da educação qualificar profissionais para IA e a formação de mais especialistas em IA. Além disso, as implicações éticas da IAE recebem pouca atenção, apesar da proeminência da discussão sobre ética da IA”.

Para Daniel Schiff (2022, p. 530), os tópicos clássicos em IAE e implicações sociais e éticas da IAE são negligenciados nas estratégias nacionais de IA, leia-se, no discurso político, dando lugar a mera abordagem instrumental de educação para IA, porque é priorizada uma lógica econômica com foco no crescimento e na competitividade.

Com efeito, até hoje, “nenhuma estrutura foi elaborada, nenhuma diretriz foi acordada, nenhuma política foi desenvolvida e nenhuma regulamentação foi promulgada para abordar as questões éticas específicas levantadas pelo uso da IA na educação” (HOLMES; BIALIK; FADEL, 2019, p. 552 *apud* HOLMES *et al.*, 2022).

No Brasil, a situação é semelhante. A Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD), Lei nº 13.709/2018, e o Marco Civil da Internet, Lei nº 12.965/2014, contemplam parte dos possíveis maus usos da IA e, conseqüentemente, da IAE.

O Marco Civil da Internet estabelece princípios, garantias, direitos e deveres para o uso da internet no Brasil e determina as diretrizes para atuação da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios em relação à matéria. Dentre os princípios previstos no art. 3º, destacam-se: a proteção da privacidade (inciso II); a proteção de dados pessoais (inciso III); e preservação da estabilidade, segurança e funcionalidade da rede, por meio de medidas técnicas compatíveis com os padrões internacionais e pelo estímulo ao uso de boas práticas (inciso V). Como direitos e garantias dos usuários de *internet*, no artigo 7º: inviolabilidade da intimidade e vida privada (inciso I); inviolabilidade e sigilo do fluxo das suas comunicações e comunicações privadas armazenadas, salvo por ordem judicial (inciso II); não suspensão da conexão à *internet*, salvo por débito decorrente de sua utilização (inciso IV); manutenção da qualidade contratada da conexão à *internet* (inciso V); e não fornecimento a terceiros de seus dados pessoais (inciso VII).

Por seu turno, a LGPD:

dispõe sobre o tratamento de dados pessoais, inclusive nos meios digitais, por pessoa natural ou por pessoa jurídica de direito público ou privado, com o objetivo de

proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural.

Ela prevê princípios e mecanismos relativos à tutela de dados, visando à proteção ativa dos dados pessoais por parte do Estado, dos agentes de tratamento e dos próprios titulares de dados. Exemplo disso, é a tutela do direito à autodeterminação informativa<sup>23</sup> (art. 2º), o direito de correção, anonimização, bloqueio e eliminação (art. 18), o direito de revisão de decisões automatizadas (art. 20), e a responsabilização do controlador e do operador.

No entanto, há críticas a abordagem do direito de revisão de decisões automatizadas, pois não prevê mecanismos robustos para efetivação do direito de revisão (SERNÉGIO, 2022, p. 21), e essas leis não abordam a necessidade de se evitar o aprendizado dos sistemas com possíveis distorções, bem como não vedam o uso de *analytics* para direcionar as escolhas dos indivíduos. (VICARI, 2021, p. 778).

Em 2020, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), por meio da Portaria MCTIC nº 1.122/2020, definiu como prioridade a área de IA, no que se refere a projetos de pesquisa, de desenvolvimento de tecnologias e inovações, para o período 2020 a 2023 (BRASIL, 2021). O marco da IA no Brasil é a Portaria nº 4.617/2021, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), que institui a Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA) (BRASIL, 2021), com eixos temáticos, a fim de nortear as ações do Brasil em prol de pesquisa, capacitação, cooperação, inovação e desenvolvimento de soluções em IA, assim como o seu uso consciente e ético.

O diagnóstico da EBIA, observou que os dados no Brasil precisam de organização e tratamento para serem utilizados nos sistemas de IA. Falta mão de obra qualificada, há alto índice de fuga de talentos, baixo interesse da população brasileira por matemática e cursos que envolvam exatas, bem como a população não conta com uma educação digital adequada. Além disso, há baixo investimento do governo em IA em comparação com outros países, e houve aumento de aquisição de *startups* de IA brasileiras impulsionado pelo aumento no financiamento de *startups* de IA. (BRASIL, 2021).

A partir desse diagnóstico, foram definidas as seguintes ações estratégicas (BRASIL, 2021, p. 31):

---

<sup>23</sup> O direito que o indivíduo possui de se determinar no contexto tecnológico-computacional por meio de expressões da sua individualidade e nas coletividades a qual pertence.

- Avaliar a possibilidade de atualização da BNCC de modo que incorpore de maneira mais clara elementos relacionados ao pensamento computacional e à programação de computadores.
- Desenvolver programa de literacia digital em todas as áreas de ensino e em todos os níveis de educação.
- Ampliar oferta de cursos de graduação e pós-graduação ligados à Inteligência Artificial.
- Estimular o desenvolvimento de habilidades interpessoais e emocionais, como criatividade e pensamento crítico (*soft skills*).
- Avaliar formas de incorporação de tecnologias de IA nos ambientes escolares que levem em consideração a condição peculiar de crianças e adolescentes como pessoas em desenvolvimento, assim como seus direitos de proteção de dados pessoais.
- Instituir programas de formação tecnológica para professores e educadores.
- Incluir cursos de noções de ciências de dados, noções de álgebra linear, noções de cálculo e noções de probabilidade e estatística à lista de atividades complementares de programas do ensino médio.
- Promover programas de interação entre o setor privado e as instituições de ensino que permitam o intercâmbio de conhecimentos práticos sobre o desenvolvimento e uso de tecnologias de Inteligência Artificial.
- Criar mecanismos para ampliar o interesse dos brasileiros por disciplinas do grupo STEM (matemática, ciências, tecnologias e engenharias) na idade escolar, com foco especial para programas de inclusão de gênero e raça nessas áreas.

Diante desse cenário, foram propostos projetos de lei com intuito de estabelecer princípios, diretrizes, direitos e deveres para o uso de IA no Brasil, Projeto de Lei nº 5.051/2019, o Projeto de Lei nº 21/2020 e o Projeto de Lei nº 872/2021. Esses três projetos passaram a tramitar conjuntamente no Senado Federal e, em 2022, com a intenção de elaborar um texto legal com a mais avançada tecnicidade, foi instituída a comissão de juristas destinada a subsidiar a elaboração de minuta de substitutivo a eles. A referida comissão realizou audiências públicas, um seminário internacional, ouviu especialistas sobre a matéria, representantes de diversos segmentos da sociedade, e contou com um estudo da Consultoria Legislativa do Senado Federal sobre a regulamentação da IA em mais de trinta países integrantes da OCDE. De acordo com a justificativa da proposta:

A proposição parte da premissa, portanto, de que não há um *trade off* entre a proteção de direitos e liberdades fundamentais, da valorização do trabalho e da dignidade da pessoa humana face à ordem econômica e à criação de novas cadeias de valor. Pelo contrário, seus fundamentos e a sua base principiológica buscam tal harmonização, nos termos da Constituição Federal.

Assim, nasceu o Projeto de Lei nº 2.338/2023, que contempla inclusive a crítica de Vicari (2021), pois aborda extensamente os direitos associados a informação e compreensão das decisões tomadas por sistemas de IA podendo inclusive contestar decisões e solicitar intervenção humana, bem como direito à não-discriminação e à correção de vieses discriminatórios diretos, indiretos, ilegais ou abusivos.

Foram previstas medidas para fomentar a inovação da IA, como o ambiente regulatório experimental (*sandbox* regulatório), e o compartilhamento de dados, considerados como bem comum, para o treinamento de máquina e o desenvolvimento de sistema de IA, resguardado eventuais prejuízos aos titulares de direitos.

Assim como na proposta de lei da União Europeia, a proposta adota uma regulação baseada em riscos e uma modelagem regulatória fundada em direitos, sendo os sistemas educacionais considerados de alto risco, o que implica em adoção de medidas adicionais de governança:

Art. 17. São considerados sistemas de inteligência artificial de alto risco aqueles utilizados para as seguintes finalidades:

II – Educação e formação profissional, incluindo sistemas de determinação de acesso a instituições de ensino ou de formação profissional ou para avaliação e monitoramento de estudantes;

Na proposta de Lei de Inteligência Artificial da União Europeia, os sistemas de IA para formação escolar são considerados de risco elevado, pois podem determinar o acesso à educação e o percurso profissional da vida de uma pessoa (BRASIL, 2022). Essas são duas das implicações de longo alcance do ponto de vista pedagógico e ético, motivo pelo qual a IAE merece regulação específica:

Em um nível fundamental, os resultados podem ser explicados ao aluno? O Direito à Explicação pode ser aplicado, o que pode ser promulgado como lei no futuro? A EdTech orientada por IA deve ser regulamentada para proteger os interesses dos alunos? Por exemplo, um aplicativo de aprendizagem popular disponível comercialmente não está na alçada da regulamentação. (UNESCO, 2018, p. 49).

Para evitar impactos negativos da IAE, a Unesco (2021) sugere alguns princípios que devem ser levados em consideração. Destacam-se a promoção de desenvolvimento local de tecnologias de IA para a educação, a colaboração de diversos setores dos governos e da sociedade na implantação, o empoderamento dos docentes. Assim, é possível alcançar os impactos esperados: acompanhar de forma mais personalizada a evolução do aprendizado, construir modelos de previsão de tendências no mercado de trabalho, apoiar a implementação de políticas de *life long learning*, melhorar a gestão da educação e promover a construção de algoritmos livres de preconceitos. (UNESCO, 2021).

#### **4. DIRETRIZES PARA CONSTRUÇÃO DE POLÍTICA INSTITUCIONAL PARA USO ÉTICO DA IAE NAS INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO SUPERIOR NO BRASIL**

Conforme abordado no primeiro capítulo, foram identificadas muitas aplicações da IAE atualmente, como personalização do aprendizado, tutoria virtual, *feedback* imediato, sistemas adaptativos, *análise de dados*, gamificação, realidade virtual e aumentada, reconhecimento de fala, facial e biométrico, e processamento de linguagem natural, pelo que se deduz que a IAE é um setor em franca expansão, com o desenvolvimento de novas tecnologias, o aumento do investimento e o crescimento de pesquisas e aplicações (UNESCO, 2021; 2022; SCHIFF, 2021; VICARI, 2018; 2021; ZAWACKI-RICHTER *et al.*, 2019; LUCKIN; HOLMES, 2016; GUAN; MOU; JIANG, 2020).

Os STI são até hoje a principal aplicação da IAE, que, inclusive incorporam outras ferramentas baseadas em IA (SCHIFF, 2021, p. 336). Destacou-se o papel da oferta de IA-como-serviço pelas empresas globais de tecnologia, porque evidenciam a intenção comercial de incorporar a automação na educação como um nicho de mercado potencialmente lucrativo, e como a educação está cada vez mais fundida às empresas privadas transnacionais de tecnologia e às lógicas de negócios do capitalismo de plataformas, através de simples *plug-ins* de IA-como-serviço (WILLIAMSON; EYNON, 2020, p. 227-229).

Alguns autores buscam agrupar as aplicações de IAE, e uma das mais felizes categorizações encontradas na literatura é por usuário: (i) orientado para o aluno: sistemas de gestão que permitem estudar as matérias de um domínio de forma adaptada e personalizada; (ii) orientado para o professor: ferramentas que automatizam tarefas administrativas, avaliações, detecção de fraude, prover *feedbacks*, e auxiliar no monitoramento do processo de aprendizagem de cada aluno para intervir proativamente; e (iii) orientado para a gestão institucional: ferramentas que fornecem dados e análises para tomada de decisão informada, acerca de matrícula, permanência e evasão (BAKER; SMITH, 2019 *apud* GUAN; MOU; JIANG, 2020, p. 135-136; NESTA, 2019). Outra categorização que merece atenção é a que relaciona os avanços da IAE com as teorias da aprendizagem (OUYANG; JIAO, 2021).

No quadro a seguir, inspirados em UNESCO (2022), são resumidos os sistemas de IA potenciais e existentes na educação:

**Quadro 6. Sistemas de IA potenciais e existentes na educação**

CATEGORIAS	SUBCATEGORIA
Aprendizado Formal	STI Personalizada
	STI Personalizada para alunos com deficiências
Aprendizado Formal e Informal	Sistemas de tradução baseados em IA
Aprendizado Informal	<i>ChatBots</i>
Ensino	Automação de tarefas dos professores, como desenvolvimento de currículos, materiais educacionais e tarefas.
	Interação rotineira com alunos/ perguntas frequentes.
Avaliação	Acompanhamento de resultados de aprendizagem, avaliação de competências e análise preditiva.
	Classificação de trabalhos e redações.
	Detecção de plágio e cola.
Gestão Institucional	Gestão da administração e instalações escolares
	Vigilância das instalações escolares
	Sistemas de frequência biométricos
	Detecção do risco de abandono escolar
	Autenticação remota e acompanhamento de alunos
Mapeamento e cruzamento de habilidades	Identificação de perfis de emprego potencialmente emergentes via <i>big data</i> sobre vagas

Fonte: elaborado pela autora.

Como tendências, as pesquisas convergem para o crescimento da área de criatividade computacional e de afetividade/emoção (VICARI, 2021, p.79 e 2018, p.33). Além disso, poderá haver uma convergência das tecnologias de IA, computação, comunicação e robótica, resultando em sistemas com interoperabilidade proporcionada pelo protocolo IOT (VICARI, 2018). No Brasil, foram encontrados alguns projetos de desenvolvimento de IAE (UFG, 2021; NEES, 2023).

Ademais, nota-se, ao longo das discussões trazidas, que algumas oportunidades para adoção de aplicações baseadas em IAE superior brasileira decorrem de obstáculos e riscos. Conforme abordado no primeiro capítulo, o campo de pesquisa da IAE enfrenta os problemas essenciais no campo da educação. Dessa maneira, pesquisas e o desenvolvimento de sistemas em IAE levando em conta os problemas específicos da nossa realidade, podem contribuir para solucioná-los (OUYANG, JIAO, 2021, p. 2), e um dos nossos principais problemas é a desigualdade.

A pesquisa em IAE se abre como oportunidade no Brasil especialmente diante da consciência de que as tecnologias importadas do Norte Global não necessariamente funcionam no nosso contexto por motivos culturais e linguísticos. Algo que países como a China e a Índia consideram em suas estratégias nacionais de desenvolvimento. O país pode

inclusive, ser um dos líderes na tarefa de pensar em como adaptar o uso de tecnologia para o ensino em países em desenvolvimento, ou Sul Global (ISONOTANI *apud* OSAKABE, 2023).

Embora a adaptação de sistemas seja um caminho mais rápido e prático, não podemos nos esquivar de reter nossos talentos, investir em nossos centros de pesquisa e *Edtechs*, pois criar é também um meio de imprimir nossas especificidades e compreender todo o processo. Como ressaltado pela Unesco (2021), é preciso incentivar a promoção de desenvolvimento local de tecnologias de IA para a educação, a colaboração de diversos setores dos governos e da sociedade na implantação, e o empoderamento dos docentes.

Considerar a não neutralidade da CT é um ponto de partida essencial para incentivar a pesquisa e o desenvolvimento da IA no Brasil, visando reduzir o autoritarismo tecnocrático, para promover uma educação participativa, inclusiva e democrática, vez que o processo participativo já faz parte da nossa política, e este é o principal caminho contra as distorções e desigualdades que os sistemas IAE podem aprofundar.

No terceiro capítulo são abordadas as peculiaridades do Brasil. O cenário brasileiro é de falta de maturidade digital nas instituições de educação superior, conforme mencionado anteriormente (METARED, 2021), baixo nível de alfabetização digital, de literacia digital e letramento formal da população.

Ao mesmo tempo, os desafios educacionais da atualidade não são novos, mas antigos desafios que persistem até hoje. No ensino superior brasileiro, os principais problemas apontados pelas pesquisas são as profundas desigualdades regionais, a falta de mestres e doutores em determinadas regiões, o alto índice de evasão e a carga horária elevada dos professores, segundo o relatório *Education at a Glance 2022* (OCDE, 2022). Outros desafios são listados por Corbucci (2007), como: democratizar o acesso por meio da melhoria da qualidade da educação básica e aumento das vagas, transformar conhecimento em tecnologia, compatibilizar oferta e demanda nas redes pública e privada, e promover a qualidade do ensino por meio do investimento sustentável.

Sem deixar de lado a preocupação com a automação prematura (UNESCO, 2018; SCHIFF, 2021, p. 341), e sem promover a IAE de forma ingênua, nas situações em que o emprego de IAE dispensar grandes gastos e mudanças em infraestrutura, essa tecnologia deve ser usada para resolver os problemas básicos da educação, vez que a industrialização globalizado é dirigida pelas tecnologias digitais,

Os problemas que o Brasil enfrenta se assemelham aos destacados por Rodrigo (2023), de modo que se deve buscar contribuir para abrir novos caminhos de pesquisa e inovação direcionadas para pedagogia, cognição, direitos humanos e justiça social nas discussões sobre IAE. Não podemos virar laboratório para IAE e interesses comerciais (FEJERSKOV, 2017 *apud* SCHIFF, 2021).

Nos últimos dez anos, a colocação brasileira em 14º lugar no *ranking* mundial de publicações<sup>17</sup> na produção mundial não modificou de forma significativa no período 2011 - 2020, contudo, houve significativo aumento de registros nesse período, o que evidencia que a importância desse tema no Brasil acompanhou a tendência mundial nessa área (GROENNER *et al.*, 2022). Contudo, a IAE não está entre as principais áreas de conhecimento com pesquisas em IA no Brasil, mas no campo do Direito tem avançado nos estudos sobre IA, demonstrando a preocupação com a regulamentação da questão no Brasil (RAMOS-CARVALHO; GOUVEA; RAMOS, 2023).

Ainda no campo da pesquisa, o espaço para desenvolvimento de IA ainda está ocioso nas instituições particulares. Há necessidade de fortalecimento das colaborações para além das instituições mais próximas geograficamente. Constatou-se também que há representatividade de centros de pesquisa e pesquisadores em boa parte do território nacional, exceto na região Norte, onde estão concentradas, talvez as nossas maiores especificidades e riquezas (GROENNER *et al.*, 2022).

Ao refletir sobre questões éticas decorrentes do uso de sistemas de IAE, os pesquisadores entrevistados por Holmes *et al.* (2022) expressaram a preocupação de que os sistemas prejudiquem certos grupos de estudantes. Nesse ponto, e para reduzir os possíveis efeitos nocivos, vejo como oportunidade para educação superior, o uso de IAE para nivelar os calouros, identificando as falhas e fornecendo programas personalizados e adaptados, visto que um dos problemas do Brasil é a falta de conhecimento adequado em português e matemática.

No Brasil, existem diversas políticas que, apesar das fragilidades apontadas, destinam-se à digitalização do país, como: O Marco Civil da Internet, a LGPD, a E-Digital, a EBIA, a PNED e o Projeto de Lei nº 2.338/2023 (que estabelece princípios, diretrizes, direitos e deveres para o uso de IA no Brasil).

Diante da falta de profissionais com competências digitais, bem como de pessoas com conhecimento adequado em matemática e português, a IA é uma ferramenta útil para alcançar

de forma mais célere as mudanças necessárias para o Brasil alcançar a revolução digital, ou, ao menos, não ficar totalmente à deriva. O PNED é, portanto, uma grande oportunidade para adoção de aplicações baseadas em IAE superior, pois prioriza várias estratégias direcionadas para educação superior, em especial no eixo de educação digital escolar, capacitação e especialização digital e P&D em TIC<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> “Art. 3º O eixo Educação Digital Escolar tem como objetivo garantir a inserção da educação digital nos ambientes escolares, **em todos os níveis e modalidades**, a partir do estímulo ao letramento digital e informacional e à aprendizagem de computação, de programação, de robótica e de outras competências digitais, englobando:

§ 1º Constituem estratégias prioritárias do eixo Educação Digital Escolar:

VI - promoção de cursos de extensão, de graduação e de pós-graduação em competências digitais aplicadas à indústria, em colaboração com setores produtivos ligados à inovação industrial;

VII - incentivo a parcerias e a acordos de cooperação;

VIII - diagnóstico e monitoramento das condições de acesso à internet nas redes de ensino federais, estaduais e municipais;

IX - promoção da formação inicial de professores da educação básica e da educação superior em competências digitais ligadas à cidadania digital e à capacidade de uso de tecnologia, independentemente de sua área de formação;

X - promoção de tecnologias digitais como ferramenta e conteúdo programático dos cursos de formação continuada de gestores e profissionais da educação de todos os níveis e modalidades de ensino.

Art. 4º O eixo Capacitação e Especialização Digital objetiva capacitar a população brasileira em idade ativa, fornecendo-lhe oportunidades para o desenvolvimento de competências digitais para a plena inserção no mundo do trabalho.

§ 1º Constituem estratégias prioritárias do eixo Capacitação e Especialização Digital:

I - identificação das competências digitais necessárias para a empregabilidade [...];

III - implementação de rede nacional de cursos relacionados a competências digitais, no âmbito da educação profissional e da educação superior;

IV - promoção, compilação e divulgação de dados e informações que permitam analisar e antecipar as competências emergentes no mundo do trabalho, especialmente entre estudantes do ensino superior, com o objetivo de adaptar e agilizar a relação entre oferta e demanda de cursos de TICs em áreas emergentes;

V - implantação de rede de programas de ensino e de cursos de atualização e de formação continuada de curta duração em competências digitais, a serem oferecidos ao longo da vida profissional;

VII - consolidação de rede de academias e de laboratórios aptos a ministrar formação em competências digitais;

VIII - promoção de ações para formação de professores com enfoque nos fundamentos da computação e em tecnologias emergentes e inovadoras;

IX - desenvolvimento de projetos de requalificação ou de graduação e pós-graduação, dirigidos a desempregados ou recém-graduados;

Art. 5º O eixo Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias da Informação e Comunicação tem como objetivo desenvolver e promover TICs acessíveis e inclusivas.

§ 1º Constituem estratégias prioritárias do eixo Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias da Informação e Comunicação:

I - implementação de programa nacional de incentivo a atividades de pesquisa científica, tecnológica e de inovação voltadas para o desenvolvimento de TICs acessíveis e inclusivas, com soluções de baixo custo;

II - promoção de parcerias entre o Brasil e centros internacionais de ciência e tecnologia em programas direcionados ao surgimento de novas tecnologias e aplicações voltadas para a inclusão digital;

III - incentivo à geração, organização e compartilhamento de conhecimento científico de forma livre, colaborativa, transparente e sustentável, dentro de um conceito de ciência aberta;

IV - compartilhamento de recursos digitais entre Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs);

V - incentivo ao armazenamento, à disseminação e à reutilização de conteúdos científicos digitais em língua portuguesa;

VI - criação de estratégia para formação e requalificação de docentes em TICs e em tecnologias habilitadoras.

Art. 6º No âmbito da Política Nacional de Educação Digital, a implementação dos seguintes eixos habilitadores constituirá dever do poder público, observadas as incumbências estabelecidas nos arts. 9º, 10 e 11 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional):

Enquanto a política prevê incentivos e formas de promoção, estes poderiam ser priorizados no âmbito do eixo de P&D de TIC baseadas em IA que possam ser utilizadas para atingir os demais objetivos previstos, como a formação, qualificação e requalificação, identificação das competências digitais necessárias para a empregabilidade [...] e promoção, compilação e divulgação de dados e informações que permitam analisar e antecipar as competências emergentes no mundo do trabalho.

Para desfrutar das oportunidades da IAE um possível caminho é utilizá-la para acompanhar de forma mais personalizada a evolução do aprendizado, construir modelos de previsão de tendências no mercado de trabalho, apoiar a implementação de políticas de aprendizado ao longo da vida, melhorar a gestão da educação e promover a construção de algoritmos livres de preconceitos.

A principal oportunidade é não “aceitar como um dado a tecnologia dos países dominantes”, pois isso “implica produzir as mesmas coisas que eles, competir com eles no terreno que conhecem melhor e, portanto, perder a batalha contra suas grandes corporações, supondo que queremos travá-la” (DAGNINO, 2008, p. 239). Sobretudo diante do risco de fornecer dados educacionais, vez moldar a ideologia é uma das principais formas de atuação da elite econômica para a manutenção do seu poder, o que envolve as estratégias de educação e doutrinação (CHOMSKY *apud* FRAZÃO, 2019).

Aprofundar desigualdades, desconsiderar outros objetivos da educação superior para além do ensino e aprendizado, e falta de fundamentos pedagógicos explícitos que justifiquem a utilização de tecnologias educacionais são riscos e obstáculos destacados por Castaneda e Selwyn (2018). Nesse sentido, a UNESCO (2021) sugere alguns princípios que devem ser levados em consideração para mitigar os riscos. Destacam-se:

- 
- I - viabilização do desempenho digital de conectividade, capital humano, uso de serviços de internet, integração de tecnologia digital, serviços públicos digitais e pesquisa e desenvolvimento em TICs;
  - II - desenvolvimento, nas redes e estabelecimentos de ensino, de projetos com o objetivo de promover as competências digitais e métodos de ensino e aprendizagem inovadores, fundamentais para o desenvolvimento acadêmico;
  - III - desenvolvimento de programas de competências em liderança escolar, de modo a desenvolver líderes capazes de definir objetivos, desenvolver planos digitais para as instituições públicas de educação, coordenar esforços, motivar equipes e criar clima favorável à inovação;
  - IV - ampliação da qualificação digital dos dirigentes das instituições de educação públicas;
  - V - inclusão de mecanismos de avaliação externa da educação digital nos processos de avaliação promovidos pelos entes federados, nas instituições de educação básica e superior, bem como publicação de análises evolutivas sobre o tema;
  - VI - estabelecimento de metas concretas e mensuráveis referentes à aplicação da Política Nacional de Educação Digital, aplicáveis ao ensino público e privado, para cada eixo previsto no art. 1º desta Lei”.

1. A promoção de desenvolvimento local de tecnologias de IA para a educação,
2. a colaboração de diversos setores dos governos e da sociedade na implantação,
3. o empoderamento dos docentes.

Levando em conta os objetivos previstos na legislação brasileira para educação superior (Constituição Federal, Lei de Diretrizes e Bases, Plano Nacional de Educação e ODS 4), foi montado o quadro a seguir para refletir sobre a IAE a partir das diferentes perspectivas pelas quais ela pode ser abordada, como: (i) aprender com IA (professores, alunos e outros diante da IA); (ii) aprender sobre IA (como a IA funciona, suas tecnologias, técnicas e como criar aplicações); (iii) aprender para IA (conviver com IA, questões éticas, limites da IA) (HOLMES; BIALIK; FADEL, 2019 *apud* UNESCO, 2022b, p. 6); e a categorização apresentada anteriormente com base no usuário:

**Quadro 7. Categorias da IA com base nos usuários**

Objetivo geral	Pleno desenvolvimento da pessoa, preparo para o exercício da cidadania, qualificação para o trabalho.		
Objetivos específicos	Inclusão, equidade, qualidade, liberdade, dignidade, expansão, redução da evasão, sustentabilidade.		
Alunos	Aprender com IA	Aprender sobre IA	Aprender para IA
Professores			
Administração			

Fonte: elaborado pela autora.

Como destacado no primeiro capítulo, antes que o uso da IA se dissemine na educação, para garantir que não serão limitados o escopo, a efetividade e as potenciais contribuições positivas da IA para o ensino e a aprendizagem, é imperioso definir urgentemente diretrizes éticas nacionais e institucionais para IAE (AIKEN; EPSTEIN, 2000).

Diante dessa preocupação, foi elaborado um quadro comparativo dos princípios éticos indicados nos documentos abordados no primeiro capítulo, quais sejam, os artigos: *Education for AI, not AI for education: the role of education and ethics in national AI policy strategies*; *Ethics of AI in Education: Towards a community-wide framework*; e as diretrizes éticas do Departamento de Educação dos Estados Unidos, da Comissão Europeia e da organização – Instituto para IA Ética na Educação – *Final Report: Towards a shared vision of ethical AI in Education* (IEAIE, 2021) e *Interim Report: Towards a shared vision of ethical AI in Education* (IEAIE, 2020). Qual seja:

**Quadro 8. Comparativo de princípios éticos da IAE**

União Europeia (2022)	EUA (2023)	IEAIE (2020)	Floridi e Cowls, 2019 <i>apud</i> Schiff, 2022	Holmes <i>et al.</i> , 2022
Ação e supervisão humana	Substitubilidade	Autonomia	Autonomia (o poder de decidir)	Autonomia e agência
Privacidade e governança de dados	Privacidade e segurança dos dados	Privacidade	Não-prejudicialidade (privacidade, segurança e gestão de riscos)	Privacidade, governança, controle, confidencialidade, anonimato, controle
Bem-estar da sociedade e ambiental		Formas de avaliação e Administração e carga de trabalho	Beneficência (bem-estar, dignidade, sustentabilidade)	Empoderamento de alunos e professores, experiência do usuário
Diversidade, não discriminação, equidade	Justiça, reduzir distorções, contextualizável	Equidade	Justiça (prosperidade e solidariedade)	Inclusão, equidade, justiça, representatividade, limitações e distorções
Ação e supervisão humana	Explicabilidade e inspecionável		Explicabilidade (inteligibilidade e responsabilidade)	Explicabilidade
Responsabilização	Responsabilidade	Responsabilidade	Explicabilidade (inteligibilidade e responsabilidade)	Responsabilidade, explicabilidade, inteligibilidade,
Transparência	Transparência	Transparência		Transparência, precisão, validade
	Alinhamento com a visão de ensino e aprendizado	Foco em alcançar objetivos educacionais		Qualidade da educação, escolhas pedagógicas, quando/como/ para que
Solidez técnica e segurança		Projeto ético		Precisão, validade
		Participação Informada		Consentimento, informação sobre o funcionamento dos sistemas

Fonte: elaborado pela autora.

O quadro evidencia as semelhanças e diferenças dos princípios éticos endereçados pelos documentos analisados. A organização deriva de aproximações e distanciamentos das explicações que cada um dos documentos analisados apresenta sobre os princípios por eles elencados. Diante disso, podemos fazer as seguintes inferências e deduções: (i) em todos os documentos foram encontrados os princípios de autonomia, privacidade, justiça, responsabilidade e transparência; (ii) alguns princípios estão estritamente ligados à área de educação, tais como o alinhamento com a visão de ensino e aprendizado e foco em alcançar objetivos educacionais, o empoderamento dos alunos e professores, assegurar a qualidade da educação e a transparência sobre as escolhas pedagógicas; (iii) o princípio sobre formas de avaliação, embora dissemine a ideia de bem-estar e sustentabilidade, está mais vinculados à

área educacional, pois se refere, especificamente, à avaliação de estudantes; e (iv) o princípio sobre participação informada também é específico da área educacional, por impor a obrigação de capacitar estudantes, professores e demais envolvidos sobre IA.

Foram encontrados na presente pesquisa mais princípios específicos da educação do que na pesquisa Adams *et al.* (2023), pela consideração do estudo de Holmes *et al.* (2022). Dentre os princípios com foco na educação propostos por Holmes *et al.* (2022), os princípios sobre escolha pedagógica, informação sobre o funcionamento dos sistemas e empoderamento de alunos e professores convergem com os princípios identificados por Adams *et al.* (2023) – quais sejam: adequação pedagógica; alfabetização em IA; e bem-estar dos professores.

Além de estabelecer diretrizes éticas, os documentos formulados pela Comissão Europeia (2022) e pelo IEAIE (2022) preveem perguntas referenciais para verificação. Isso é muito importante, atende ao art. 6º, inciso V e VI, do PNE<sup>25</sup>, e pode ser incorporado pelas IES em suas Políticas Institucionais de IAE, bem como nas avaliações realizadas por suas Comissões Próprias de Avaliação, e pelos setores colegiados, como o Núcleo Docente Estruturante, no âmbito de suas competências.

Ademais, conforme sugerido por Holmes *et al.* (2022), é necessário implementar também uma estrutura ética distinta para aprovações e procedimentos de ética em pesquisas e projetos de extensão envolvendo IA no âmbito das instituições de educação.

Ao adquirir, incorporar, experimentar e implementar sistemas de IAE é necessário exigir e fornecer informações importantes sobre os prós e contras de tecnologias específicas de IAE – talvez algo no estilo da lista de ingredientes e avisos de alergia em alimentos, ou efeitos colaterais em medicamentos (HOLMES *et al.*, 2022).

Diante da constatação pelo levantamento Metared (2022) da falta de maturidade digital das IES brasileiras, e considerando o princípio da informação, é premente a qualificação digital, o letramento digital e a literacia, especialmente em IAE dos dirigentes das instituições de educação superior, mas abrangendo também todo o corpo acadêmico e administrativo.

---

<sup>25</sup> “V - inclusão de mecanismos de avaliação externa da educação digital nos processos de avaliação promovidos pelos entes federados, nas instituições de educação básica e superior, bem como publicação de análises evolutivas sobre o tema;

VI - estabelecimento de metas concretas e mensuráveis referentes à aplicação da Política Nacional de Educação Digital, aplicáveis ao ensino público e privado, para cada eixo previsto no art. 1º desta Lei”.

Instituir diretrizes éticas para o uso de IAE nas instituições de educação superior brasileiras, que são reguladas e fiscalizadas pelo poder público, é um diferencial, na medida em que assegura qualidade sob a perspectiva de que os estudantes podem confiar que há uma preocupação ética com seus dados, com o seu desenvolvimento intelectual e futuro profissional, diferentemente do que encontrará nos demais cursos disponíveis nas plataformas digitais.

## CONCLUSÃO

Vivemos em uma era de desenvolvimento tecnológico exponencial. No Norte Global, o desenvolvimento toma forma da introdução de novas tecnologias, como a IA, que se disseminam para todos os outros países, incluindo o Sul Global, onde essas novas tecnologias são acompanhadas pela expansão das indústrias tradicionais, da exploração de matéria prima e da agropecuária.

No Brasil, o Estado é o ator responsável pela condução de políticas que sejam ao mesmo tempo adequadas ao modelo de desenvolvimento estruturalista e que promovam o desenvolvimento tecnológico necessário que impulsionará o processo de substituição das importações (OLIVEIRA, 2018).

Observamos que a IA está em fase de conquistas de novos espaços, descobertas, muito investimento e incentivo por parte das políticas nacionais. Há uma corrida global para liderar o mercado de IA. Na educação superior, embora o uso não esteja tão disseminado quando em outras áreas, foram identificadas diversas aplicações. No Brasil, o PNED se mostra como uma grande oportunidade de avanço do país nessa área, contudo, ainda não há diretrizes nacionais para IA (ainda tramita no congresso o Projeto de Lei nº 2.338/2023).

A ideia instrumental e otimista da ciência e tecnologia, orientada pela trajetória única de progresso e de conhecimento ascendente, decorre da visão da neutralidade e do determinismo. A incerteza quanto à neutralidade da ciência é o ponto de partida para a formulação de estratégias de apropriação do conhecimento científico e das tecnologias em prol do uso da ciência e da tecnologia para o bem-estar de uma sociedade (NINIS *et al.*, 2013, p.23).

A IA, aliada a outras tecnologias que necessitam de grande quantidade de dados, levanta uma série de questões de poder por parte do Estado e das empresas globais de tecnologia, sobretudo considerando a trajetória de desenvolvimento dessas tecnologias evidenciados na pesquisa.

Na digitalização dos processos e práticas universitários está implícito o avanço de valores neoliberais, anotam Castaneda e Selwyn (2018, p. 6-7). Todavia, hoje a tecnologia não adentra o espaço de ensino apenas pela via de projetos planejados e dirigidos, ela o faz

por muitos caminhos, públicos ou privados, planejados ou espontâneos, exigindo políticas muito mais sofisticadas.

A ligação entre uma política eficaz e a atenção à ética não é surpreendente se entendemos a política como uma das maiores alavancas que uma sociedade tem para promover sua visão ética de mundo (HOLMES *et al.*, 2022, p. 530).

Para assegurar uma solução de compromisso com a IA no ensino superior brasileiro utilizando novas tecnologias baseadas em IA, é fundamental que haja clareza de objetivos, a definição do que é um uso ético ou não, o investimento em qualificação de todos os envolvidos para que possam agir de maneira verdadeiramente informada e responsável, e participação democrática de todos os envolvidos no processo, incluindo gestores, professores, alunos e outros membros da comunidade acadêmica, promovendo assim uma educação de qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEMOGLU, D.; ROBINSON, J. **Por que as Nações Fracassam**. Rio de Janeiro: Campus, 2012.
- ADAMS, C. *et al.* Ethical principles for artificial intelligence in K-12 education. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, Amsterdã, v. 4, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100131>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- AIKEN, R.; EPSTEIN, R. Ethical guidelines for AI in education: Starting a conversation. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, Nova York, v. 11, p. 163-176, 2000. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Richard-Epstein-8/publication/228600407\\_Ethical\\_guidelines\\_for\\_AI\\_in\\_education\\_Starting\\_a\\_conversation/links/5523ef290cf2c815e073e5b0/Ethical-guidelines-for-AI-in-education-Starting-a-conversation.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Richard-Epstein-8/publication/228600407_Ethical_guidelines_for_AI_in_education_Starting_a_conversation/links/5523ef290cf2c815e073e5b0/Ethical-guidelines-for-AI-in-education-Starting-a-conversation.pdf)>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- ARRIGHI, G. **O longo século XX**. São Paulo: UNESP; Contraponto, 1996.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BATES, T. *et al.* Can artificial intelligence transform higher education? **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, Nova York, v. 17, n. 42, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s41239-020-00218-x>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- BÉRTOLA L.; OCAMPO J. **O desenvolvimento econômico da América Latina desde a independência**. São Paulo: Elsevier, 2015.
- BONAMI, B; DALA-POSSA, A.; PIAZENTINI, L. Educación, Big Data e Inteligencia Artificial: Metodologías mixtas en plataformas digitales. **Comunicar**, Oxford, n. 65, v. XXVIII, 2020.
- BOWLES, P. The developmental state and late industrialization – Still Feasible? And desirable? In: VELTMEYER, H.; BOWLES, P. (Orgs.). **The essential guide to critical development studies**. Londres: Routledge, 2018.
- BRASIL. ENAP. **Regulação da inteligência artificial: benchmarking de países selecionados**. Brasília, dezembro, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/7419/1/2022.12.08%20-%20Regula%20a%20da%20Intelig%20ancia%20Artificial.pdf>>. Acesso em: 11 de jan. de 2023.
- BRASIL. CGU. **Relatório da Execução de Programas de Governo nº 16**. Brasília, 2013. Disponível em: <<https://auditoria.cgu.gov.br/download/2589.pdf>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- BRASIL. CNE. **Diretrizes gerais sobre aprendizagem híbrida**. Brasília, 2021. Disponível em:

<[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=227271-texto-referencia-educacao-hibrida&category\\_slug=novembro-2021-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=227271-texto-referencia-educacao-hibrida&category_slug=novembro-2021-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 11 de jan. de 2023.

BRASIL. CNE. **Parecer CNE/CEB nº 2/2022**. Brasília, 2022. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/fevereiro-2022-pdf/235511-pceb002-22/file>>. Acesso em: 25 de ago. de 2023.

BRASIL. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategia-de-governanca-digital/eDigital.pdf>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

BRASIL. **Plano Nacional de Educação**. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm)>

BRASIL. **Política Nacional de Educação Digital**. Lei n.º14.533, de 11 de janeiro de 2023. Brasília, 2023. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2023-2026/2023/Lei/L14533.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14533.htm)>

BRASIL. **Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb)**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/saeb/divulgados-microdados-do-saeb-2021>>

BRASIL. MCTIC. **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial**. Brasília, 2021.

BRASIL. STF. **Agenda 2030: O que é?** Brasília, 2023. Disponível em: <<https://portal.stf.jus.br/hotsites/agenda-2030/>>. Acesso em: 7 de fev. de 2023.

BRASIL. TCU. **Política Pública de Inclusão Digital**. Brasília, 2015. Disponível em: <<https://portal.tcu.gov.br/biblioteca-digital/politica-publica-de-inclusao-digital.htm>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

CALDEIRA, J. **História da riqueza no Brasil**. Rio de Janeiro: GTM, 2017.

CANO, I. Nas trincheiras do método: o ensino da metodologia das ciências sociais no Brasil. **Sociologias**, São Paulo, v. 14, n. 31, p. 94-119, 2012.

CARUSO, Luiz Antonio Cruz. **Impactos da difusão da inteligência artificial na educação técnica de nível médio**. Brasília: UNESCO, 2021. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375710?posInSet=1&queryId=f8a2c259-9eca-4653-b1b7-4fc15a202266>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

CARVALHO, R.; OLIVEIRA, J. Expansão e qualidade da educação superior: um balanço das metas 12, 13 e 14 do Plano Nacional de Educação - PNE 2014-2024. **Avaliação**, Campinas, v. 27, n. 2, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1414-40772022000200002>. Acesso em 28/06/2023>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

CASTANEDA, L.; SELWYN, N. More than tools? Making sense of the ongoing digitalizations of higher education. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, Nova York, v. 15, n. 22, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s41239-018-0109-y>>. Acesso em: 29 de mai. de 2023.

- CHIARINI, T; SILVEIRA. S. Exame comparativo das estratégias nacionais de inteligência artificial de Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e Coreia do Sul: consistência do diagnóstico dos problemas-chave identificados. **Texto para Discussão do IPEA**, n. 2805, Brasília, 2022.
- COMISSÃO EUROPEIA (CE). Directorate-General for Education, Youth, Sport and Culture, **Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators**. Bruxelas, 2022. Disponível em: <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d81a0d54-5348-11ed-92ed-01aa75ed71a1/language-en>>. Acesso em: 28 de jun. de 2023.
- CORBUCCI, P. Desafios da educação superior e desenvolvimento do Brasil. **Texto para Discussão do IPEA**, n. 1287, Brasília, 2007. Disponível em: <[https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1887/1/TD\\_1287.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1887/1/TD_1287.pdf)>. Acesso em: 12 de jan. de 2023.
- CORMEM, T. H. **Algorithms Unlocked**. Cambridge: MIT.2013.
- DADOS PARA UM DEBATE DEMOCRÁTICO NA EDUCAÇÃO; TODOS PELA EDUCAÇÃO; TRANSFORMATIVE LEARNING TECHNOLOGIES LAB. **Tecnologias para uma educação com equidade**. São Paulo, 2021.
- DAGNINO, R. **Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico**: um debate sobre a tecnociência. Campinas: Unicamp, 2008.
- DAGNINO, R.: **Tecnologia Social**: contribuições conceituais e metodológicas. Campina Grande: EDUEPB, 2014, v. 2.
- DOMINGOS, P. **O algoritmo mestre**: como a busca pelo algoritmo de machine learning definitivo recriará nosso mundo. São Paulo: Novatec, 2017.
- DORES, A. R. et al. Aplicação da IA na Educação. **Rev. InovaEduc.**, Campinas, SP.n.7, p.1-16, ago.2020. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/119782332/15-aplicacao-da-ia-na-educacao-autor-ariana-regina-das-dores>>
- ESTADOS UNIDOS DA AMERICA (EUA). Department of Education, Office of Educational Technology. **Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: insights and recommendations**. Washington, D.C., 2023.
- FERRARI, Isabela. **Accountability de Algoritmos**: a falácia do acesso ao código e caminhos para uma explicabilidade efetiva. Rio de Janeiro: ITS, 2018. Disponível em: <<https://itsrio.org/wp-content/uploads/2019/03/Isabela-Ferrari.pdf>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- FILATRO, A. **Data Science na educação**: presencial, a distância e corporativa. São Paulo: Saraiva, 2021.
- FRAZÃO, A. Fundamentos da proteção dos dados pessoais. Noções introdutórias para a compreensão da importância da Lei Geral de Proteção de Dados. In: FRAZÃO, A.; TEPEDINO, G.; OLIVA, M. (Orgs.). **A Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais e**

**Suas Repercussões no Direito Brasileiro.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2019, p. 23-52.

FREY, C.; OSBORNE, M. **The future of employment:** how susceptible are jobs to computerisation? Oxford: Oxford University, 2013.

GOEL, Sanjay. Transforming education with AI: From Eliza to ChatGPT and beyond. **The Times of India**, Mumbai, 21 de fev. de 2023. Disponível em: <<https://timesofindia.indiatimes.com/blogs/voices/transforming-education-with-ai-from-eliza-to-chatgpt-and-beyond/>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.

GOKSEL, N.; BOZKURT, A. Artificial Intelligence in Education: Current Insights and Future Perspectives. In: SISMAN-UGUR, S.; KURUBACAK, G. (Orgs.). **Handbook of Research on Learning in the Age of Transhumanism.** Hershey: IGI Global, 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/332704741\\_Artificial\\_Intelligence\\_in\\_Education\\_Current\\_Insights\\_and\\_Future\\_Perspectives](https://www.researchgate.net/publication/332704741_Artificial_Intelligence_in_Education_Current_Insights_and_Future_Perspectives)>. Acesso em: 5 de jul. de 2022.

GROENNER, L. *et al.* Um Estudo Bibliométrico sobre a pesquisa em Inteligência Artificial no Brasil. **Brazilian Journal of Information Science: research trends**, Marília, v. 16, p. e02147, 2022. Disponível em: <<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/bjis/article/view/12855>>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

GUAN, Chong; MOU, Jian; JIANG, Zhiying. Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. **International Journal of Innovation Studies**, Amsterdã, v. 4, n. 4, p. 134-147, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>>. Acesso em: 5 de mai. De 2023.

HENRICH, J.; HEINE, S.; NORENZAYAN, A. Most people are not WEIRD. **Nature**, Londres, v. 466, n. 7302, p. 29, 2010. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/466029a>>. Acesso em: 8 de jun. de 2023.

HINOJO-LUCENA, F. *et al.* Artificial Intelligence in Higher Education: A Bibliometric Study on its Impact in the Scientific Literature. **Education Sciences**, Basileia, v. 9, n. 1, 51, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/educsci9010051>>. Acesso em: 12 de mai. de 2023.

HINTZE, A. Understanding the four types of artificial intelligence. **Government Technology**, Folsom, 14 de nov. de 2016. Disponível em: <<https://www.govtech.com/computing/understanding-the-four-types-of-artificial-intelligence.html>>. Acesso em: 24 de abr. de 2023.

HIRATUKA, C.; DIEGUES, A. Inteligência artificial na estratégia de desenvolvimento da China contemporânea. **Texto para discussão do IE da Unicamp**, Campinas, n. 442, 2021. Disponível em: <[https://www.economia.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD422\\_1.pdf](https://www.economia.unicamp.br/images/arquivos/artigos/TD/TD422_1.pdf)>. Acesso em: 24 de abr. de 2023.

HOLMES, W. *et al.* Ethics of AI in education: towards a community-wide framework. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, Nova York, v. 32, n.

- 3, p. 504-526, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>>. Acesso em: 21 de jun. de 2023.
- HOLMES, W.; BIALIK, M.; FADEL, C. **Artificial In Education**: Promises and Implications for Teaching and Learning. Boston: Center for Curriculum Redesign. 2019.
- IDC. Worldwide Spending on AI-Centric Systems Will Pass \$300 Billion by 2026. IDC, Needham, 12 de set. de 2022. Disponível em: <<https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS49670322>>. Acesso em: 21 de jun. de 2023.
- IEAIED. **Final Report: The Ethical Framework for AI in Education**. Buckingham, 2021. Disponível em: <<https://www.buckingham.ac.uk/wp-content/uploads/2021/03/The-Institute-for-Ethical-AI-in-Education-The-Ethical-Framework-for-AI-in-Education.pdf>>. Acesso em: 5 de jul. de 2023.
- IEAIED. **Interim Report: Towards a shared vision of ethical AI in Education**. Buckingham, 2020. Disponível em: <<https://www.buckingham.ac.uk/wp-content/uploads/2020/02/The-Institute-for-Ethical-AI-in-Educations-Interim-Report-Towards-a-Shared-Vision-of-Ethical-AI-in-Education.pdf>>. Acesso em: 5 de jul. de 2023.
- INSTITUTO UNIBANCO. Inteligência Artificial na Educação: conheça os efeitos dessa tecnologia no ensino e na aprendizagem. **Observatórios de Educação**, São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://observatoriodeeducacao.institutounibanco.org.br/em-debate/inteligencia-artificial-na-educacao>>. Acesso em: 5 de jul. de 2022.
- JOBIN, A., IENCA, M.; VAYENA, E. The global landscape of AI ethics guidelines. **Nature Machine Intelligence**, Londres, v. 1, p. 389-399, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>>. Acesso em: 29 de jun. de 2023.
- LANDES, D. **Prometeu Desacorrentado**: Transformação Tecnológica e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2005.
- LITTMAN, M. *et al.* **Gathering Strength, Gathering Storms**: The One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100) 2021 Study Panel Report. Stanford: Stanford University, 2021. Disponível em: <<http://ai100.stanford.edu/2021-report>>. Acesso em: 16 de set. De 2021.
- LUCKIN, R.; HOLMES, W. **Intelligence Unleashed**: An argument for AI in Education. Londres: UCL Knowledge Lab. 2016. Disponível em: <<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1475756/>>. Acesso em: 10 de jul. de 2022.
- MANZANO, J.; OLIVEIRA, J. **Algoritmos**: lógica para desenvolvimento de programação de computadores. 29ª ed. São Paulo: Érica, 2019.
- MARTINEZ, D. *et al.* **Artificial Intelligence**: Short History, Present. Developments, and Future Outlook. Final Report. Cambridge: MIT, 2019.

- MCCARTHY, JOHN. **What is Artificial Intelligence ?** 2007. Stanford: Stanford University. Disponível em: <http://jmc.stanford.edu/articles/whatisai/whatisai.pdf>
- METARED. **Estado actual de las tecnologías educativas en las instituciones de educación superior en México.** Cidade do México, 2020. Disponível em: <[https://www.metared.org/content/dam/metared/pdf/mx/Estado\\_actual\\_TE\\_en\\_la\\_s\\_IES\\_2020.pdf](https://www.metared.org/content/dam/metared/pdf/mx/Estado_actual_TE_en_la_s_IES_2020.pdf)>. Acesso em: 30 de jul. de 2022.
- METARED. **Mapa de uso de recursos TIC aplicados ao ensino e à aprendizagem na educação superior brasileira.** São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www.metared.org/content/dam/metared/pdf/brasil/Mapa-de-Uso-de-Recursos-TIC-MetaRed-Brasil.pdf>>. Acesso em: 30 de jul. de 2022.
- MORAES, Roque. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.
- NESTA. **Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges.** Londres, 2019. Disponível em: <[https://media.nesta.org.uk/documents/Future\\_of\\_AI\\_and\\_education\\_v5\\_WEB.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf)>. Acesso em: 5 de jul. de 2022.
- NINIS, A. *et al.* O mito da Neutralidade da Ciência. In: NEDER, R. (Org.). **Teoria Crítica da Tecnologia - Experiências Brasileiras.** Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina, 2013, v. 5.
- OCDE. **Artificial intelligence in society.** Paris, 2019.
- OCDE. **Education at a Glance 2022: OECD indicators.** Paris, 2022. Disponível em: <<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/a5ee2d75-en/index.html?itemId=/content/component/a5ee2d75-en>>. Acesso em: 12 de jan. 2023.
- OLIVEIRA, L. Developmentalism and the Latin American State: the “statecentric logic”. **International Journal of Science and Research**, Ahmedabad, v. 7, n. 9, p. 1242-1247, 2018.
- OLIVEIRA, L. *et al.* Determinants of Portuguese Iberian Capitalism. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, [S.l.], v. 7, p. 289, 2020.
- OLIVEIRA, L. Expansão Cíclica da Economia Brasileira: um resgate da abordagem de demanda derivada de Wallich. **Revista de Pesquisa em Política Públicas – RP3**, Brasília, v. 1, n. 1, 2015.
- ONU. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.** Nova York, 2023. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 7 de fev. de 2023.
- OSAKABE, Marcelo. Brasil pode se tornar potência em tecnologia educacional, diz professor. Valor econômico. São Paulo. 31/03/2023. Disponível em: [Brasil pode se tornar potência em tecnologia educacional, diz professor | Brasil | Valor Econômico \(globo.com\)](https://www.valor.com.br/brasil/2023/03/31/brasil-pode-se-tornar-potencia-em-tecnologia-educacional-diz-professor). Acesso em 27/06/2023.
- OUYANG, F.; JIAO, P. Artificial intelligence in education: the three paradigms. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, Amsterdã, v. 2, p. 100020, 2021. Disponível

- em: <<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020>>. Acesso em: 29 de mai. de 2023.
- PARANHOS, R. *et al.* Uma introdução aos métodos mistos. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 18, n. 42, p. 384-411, 2016.
- PEDRÓ, F. *et al.* Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development. **UNESCO Working Papers on Education Policy**, Paris, 2019. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366994>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- PHILBECK, T. A educação em nova era. In REIS, F. (Org.). **Revolução 4.0: A educação superior na era dos robôs**. São Paulo: Editora de Cultura, 2019.
- PINKWART, N. Another 25 Years of AIED? Challenges and Opportunities for Intelligent Educational Technologies of the Future. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, Nova York, v. 26, p. 771-783, 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-016-0099-7>>. Acesso em: 13 de jun. de 2023.
- PREBISCH, R. O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus principais problemas. In: BIELSCHOWSKY, R. (Org.). **Cinquenta anos de pensamento na CEPAL**. São Paulo: Record, 2000.
- RAMOS-CARVALHO, P.; GOUVEIA, F. C.; RAMOS, M. G. Inteligência artificial: análise bibliométrica de pesquisas acadêmicas, currículos lattes e grupos de pesquisa do conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico. **Informação & Informação**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 55–85, 2023. Disponível em: <<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/informacao/article/view/47274>>. Acesso em: 28 de jun. de 2023.
- RAUEN, A. Panorama dos recursos federais mobilizados à inovação empresarial no Brasil. **Nota Técnica Diset**, Brasília, n. 58, 2020. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota\\_tecnica/200409\\_notatcnica\\_diset\\_%20n\\_58.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/200409_notatcnica_diset_%20n_58.pdf)>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- REINERT, E. **Como os países ficaram ricos... e por que os países continuam pobres**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2016.
- RENZ, A.; HILBIG, R. Prerequisites for artificial intelligence in further education: identification of drivers, barriers, and business models of educational technology companies. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, Nova York, v. 17, n. 14, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s41239-020-00193-3>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- Roberts, H., Cowls, J., Morley, J. *et al.* The Chinese approach to artificial intelligence: an analysis of policy, ethics, and regulation. **AI & Soc.** 36, 59–77 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00146-020-00992-2>
- RODRIGO, M. Is the AIED Conundrum a First-World Problem? **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, Nova York, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40593-023-00345-2>>. Acesso em: 27 de jun. de 2023.

- ROSA, S.; STRIEDER, R. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: verbalizações necessárias para potencializar a constituição de uma cultura de participação. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 25, p. e19701, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/19701>>. Acesso em: 1 de mar. de 2023.
- RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Inteligência Artificial**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.
- SAISSE, R. Big data contra o crime: efeito Minority Report. **Revista Digital Direito & TI**, Canoas, v. 1, n. 8, p. 16, 2017. Disponível em: <<http://direitoeti.com.br/artigos/big-data-contra-o-crime-efeito-minorityreport/>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- SATHLER, Luciano. Prefácio. In: FILATRO, A. **Data Science na educação: presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2021.
- SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. São Paulo: Cortez, 1986.
- SCHIFF, D. Education for AI, not AI for Education: The Role of Education and Ethics in National AI Policy Strategies. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 32, p. 527-563, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40593-021-00270-2>>. Acesso em: 22 de jun. de 2023.
- SCHIFF, D. Out of the laboratory and into the classroom: the future of artificial intelligence in education. **AI & Society**, Nova York, v. 36, p. 331-348, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00146-020-01033-8>>. Acesso em: 12 de jun. de 2023.
- SCHWAB, K. **A quarta revolução digital**. Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2019.
- SERNÉGIO, Vitória B. **O direito à revisão em decisões automatizadas: possibilidade de complemento contextual no tratamento de dados sensíveis**. Monografia de graduação em direito. Universidade de Brasília. Brasília. 68p. 2022
- SOUSA, J. **Tecnologias Sociais: Estruturas, funcionamento e perspectivas sobre Desenvolvimento**. Brasília: UnB, 2019.
- STEIBEL, F. et al. Possibilidades e potenciais da utilização da inteligência artificial. In: FRAZÃO, A.; MULHOLLAND, C. (Orgs.). **Inteligência artificial e Direito**. 2ª ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020, p. 51-62.
- STONE, P; BROOKS, R; BRYNJOLFSSON, E. et al. Artificial Intelligence and Life in 2030. **One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015-2016 Study Panel**, Stanford University, Stanford, CA, 2016. Disponível em: <http://ai100.stanford.edu/2016-report>. Acesso em: 16/09/2021.
- TAVARES, L.; MEIRA, M.; AMARAL, S. Inteligência Artificial na Educação: Survey / Artificial Intelligence in Education: Survey. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, 2020. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13539>>. Acesso em: 28 de jun. de 2023.

- TESSITORE, G. Afinal, O que é um algoritmo. **Caos Filosófico**, São Paulo, 22 de out. de 2020. Disponível em: <<https://caosfilosofico.com/2020/10/22/afinal-o-que-e-um-algoritmo/>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- UFG. P&D: inteligência artificial para auxílio de ações que visam à redução da evasão no ensino superior. Goiânia, 2021. Disponível em: <[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/692/o/Proposta\\_de\\_P\\_amp\\_D\\_SESU\\_MEC\\_final.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/692/o/Proposta_de_P_amp_D_SESU_MEC_final.pdf)>. Acesso em: 28 de jun. de 2023.
- UNESCO. **AI and education: guidance for policy-makers**. Paris, 2021. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379376>>. Acesso em: 3 de jan. de 2023.
- UNESCO. **Artificial intelligence for education**. Paris, 2018. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372277?posInSet=55&queryId=ee0ee44d-ceb7-4014-8a37-1a6da87592a0>>. Acesso em: 4 de mai. de 2023.
- UNESCO. **Computational Thinking, artificial intelligence and education in Latin America**. Paris, 2022a. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381761?posInSet=22&queryId=ee0ee44d-ceb7-4014-8a37-1a6da87592a0>>. Acesso em: 26 de abr. de 2023.
- UNESCO. **Consenso de Beijing sobre a inteligência artificial e a educação**. Paris, 2019. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372249?posInSet=1&queryId=8156ac93-b3de-42f2-9873-f17668db71ef>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- UNESCO. **State of the education report for India, 2022: artificial intelligence in education; here, there and everywhere**. Paris. 2022b. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382661?posInSet=42&queryId=ee0ee44d-ceb7-4014-8a37-1a6da87592a0>>. Acesso em: 8 de mai. de 2023.
- UNESCO. **UNESCO survey: Less than 10% of schools and universities have formal guidance on AI**. Paris, 2023. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-survey-less-10-schools-and-universities-have-formal-guidance-ai> . Acesso em 11 de ago. de 2023.
- VICARI, R. Influências das Tecnologias da Inteligência Artificial no ensino. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 35, n. 101, p. 73-84, 2021. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/185034>>. Acesso em: 22 de mai. de 2023.
- VICARI, R.. **Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030**. Brasília: CNI, 2018. Disponível em: <<https://www2.fiescnet.com.br/web/uploads/recursos/d1dbf03635c1ad8ad3607190f17c9a19.pdf>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- VIEIRA, A. MEC e UFG desenvolvem projeto de inteligência artificial para reduzir evasão. **UFG**, Goiânia, 26 de fev. de 2021. Disponível em: <<https://reitoriadigital.ufg.br/n/139013-mec-e-ufg-desenvolvem-projeto-de-inteligencia-artificial-para-reduzir-evasao>>. Acesso em: 21 de jun. de 2023.

- WILLIAMSON, B.; EYNON, R. Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. **Learning, Media and Technology**, Abingdon-on-Thames, v. 45, n. 3, p. 223-235, 2020. Disponível em: <[10.1080/17439884.2020.1798995](https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995)>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.
- YANG, S; OGATA, H.; MATSUI, T.; CHEN, N. Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, v. 2, p. 100008, 2021.
- ZAWAKI-RICHTER, O. *et al.* Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, Nova York, v. 16, n. 39, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>>. Acesso em: 30 de jul. de 2023.