



O avanço da inteligência artificial como mediadora educacional na perspectiva contemporânea e global

Dostoiewski Mariatt de Oliveira Champangnatte, Cádimo Carvalho do Nascimento



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p2372-2418>

Artigo recebido em 29 de Julho e publicado em 9 de Setembro de 2025

ARTIGO ORIGINAL

RESUMO

A inteligência artificial (IA) configura-se como elemento central na reestruturação dos processos educacionais contemporâneos, atuando como mediadora entre professor, aluno e currículo. Relatórios da OCDE e da Unesco evidenciam a insuficiência dos sistemas educacionais em acompanhar as demandas do século XXI, destacando a limitada integração formal da IA na educação básica. Sua inserção deve transcender a dimensão técnica, incorporando perspectivas éticas, sociais e interdisciplinares.

Aplicações como Sistemas de Tutoria Inteligentes, mineração de dados, realidade aumentada e serious games exemplificam o potencial da IA na personalização do ensino, no diagnóstico de lacunas e na promoção de aprendizagens ativas. Experiências de países como Coreia do Sul, Portugal e Reino Unido, bem como iniciativas brasileiras (Piauí, UFG, Goiás), ilustram distintas modalidades de implementação curricular.

Entretanto, desafios persistem: risco de ampliação das desigualdades, plágio, viés algorítmico e privacidade. Assim, a adoção da IA exige políticas públicas, infraestrutura digital e formação docente crítica, assegurando equidade e sustentabilidade no processo educativo.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Educação; Realidade Aumentada.



The advancement of artificial intelligence as an educational mediator in a contemporary and global perspective

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is a central element in the restructuring of contemporary educational processes, acting as a mediator between teachers, students, and curriculum. Reports from the OECD and UNESCO highlight the inadequacy of educational systems in keeping up with the demands of the 21st century, highlighting the limited formal integration of AI in basic education. Its inclusion must transcend the technical dimension, incorporating ethical, social, and interdisciplinary perspectives.

Applications such as Intelligent Tutoring Systems, data mining, augmented reality, and serious games exemplify AI's potential for personalizing teaching, identifying gaps, and promoting active learning. Experiences from countries such as South Korea, Portugal, and the United Kingdom, as well as Brazilian initiatives (Piauí, UFG, Goiás), illustrate different modalities of curriculum implementation.

However, challenges persist: the risk of widening inequalities, plagiarism, algorithmic bias, and privacy. Therefore, the adoption of AI requires public policies, digital infrastructure, and critical teacher training, ensuring equity and sustainability in the educational process.

Keywords: Artificial Intelligence; Education; Augmented Reality.

Instituição afiliada

Dostoiowski Mariatt de Oliveira Champagnatte – Faculdade do Instituto Projeção (FacInpro); Centro Universitário Mais (Unimais); Centro Universitário Alves Faria (UniAlfa).
Cádimo Carvalho do Nascimento - Centro Universitário Mais (Unimais)

Autor correspondente: prof.tico@gmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





INTRODUÇÃO

Este artigo explora o papel da IA como mediadora no processo de ensino-aprendizagem na educação contemporânea. Inicia-se com uma contextualização abrangente da inserção da IA no cenário educacional, delineando as dinâmicas e impactos dessa tecnologia na forma como a aprendizagem é concebida e promovida.

Nessa perspectiva, é pertinente considerar o conteúdo do relatório da OCDE, nominado “What students learn matters: towards a 21st century curriculum” (OCDE, 2020), que trata da relevância do currículo escolar no cenário contemporâneo e enfatiza a necessidade de adaptação para as demandas e os desafios do século XXI. O documento reúne uma extensa análise curricular realizada em vários países, envolvendo a colaboração com diversas partes interessadas, incluindo políticos, professores, especialistas acadêmicos, entre outros.

O relatório destaca que o mundo está a se desenvolver a um ritmo sem precedentes em termos econômicos, sociais e ambientais, mas os sistemas educativos têm sido relativamente lentos para se adaptar (OCDE, 2020). Consequentemente, há um atraso na reforma curricular em geral. Tal “atraso curricular” ocorre quando o currículo atual das crianças na escola fica aquém do que se espera que saibam e façam com esse conhecimento e de como se envolverão no mundo quando crescerem. A ressalva é que quando a procura e a evolução tecnológica ultrapassam as competências dos trabalhadores, isso pode resultar em lacunas na produtividade e na prosperidade.

No relatório da Unesco, “Currículos de IA para a educação básica: um mapeamento de currículos de IA aprovados pelos governos”, de 2022, chegou-se à seguinte conclusão: dos 193 estados-membros, 51 indicaram interesse geral pelo tema. Entre eles, dez países relataram não haver currículos de IA em seus Estados. São eles: Bahrein, Canadá, Colômbia, Costa Rica, Estônia, Guiné, Macedônia, Maldivas, Singapura e Ucrânia. Representantes de 20 países e um território afirmaram sobre a existência de pelo menos um currículo de IA desenvolvido e aprovado pelo governo ou que está em desenvolvimento. São eles: Alemanha, Arábia Saudita, Argélia, Armênia, Áustria, Bélgica, Bulgária, Canadá (território de *yukon*), Catar, Coreia do Sul, Emirados Árabes Unidos, Eslovênia, França, Jordânia, Kuwait, Laos, Peru, Portugal, Sérvia e Síria. Além



disso, um total de 31 organizações não-governamentais, acadêmicos e parceiros do setor indicaram que possuíam um currículo de IA (Unesco, 2022).

Neste mesmo relatório, que analisa e mapeia os currículos relacionados à IA aprovados pelos governos dos estados-membros para a educação básica, está à seguinte conclusão: dada a importância das competências em IA, a trajetória do campo da IA e a sua integração com outros campos, é surpreendente que tão poucos países tenham procurado, de maneira formal, integrar a formação de IA na educação básica. Incorporar a necessidade de implementação da IA na educação básica é fundamental para as economias atuais e futuras dos países, além de permitir que seus cidadãos participem plenamente da sociedade. Entender o que é a IA, como funciona e o que pode fazer permite, aos alunos, compreender melhor o mundo em que vivem, defender os seus próprios direitos e os direitos dos outros, além de utilizar a tecnologia e os dados para o bem comum (Unesco, 2022).

A integração da IA nos currículos do primeiro ciclo do ensino básico (CEB) é uma medida importante para alinhar os programas educativos às necessidades da sociedade e à evolução tecnológica em curso. A incorporação da IA no currículo não se limita à disseminação de conhecimento técnico, deve incluir uma compreensão crítica das implicações éticas e sociais da tecnologia. Neste sentido, o currículo deve ser flexível e adaptável, capaz de modificações frequentes para incorporar os últimos avanços no campo da IA. Além disso, é necessária uma abordagem interdisciplinar para integrar a IA em todas as áreas do currículo, a fim de proporcionar, aos alunos, uma compreensão abrangente do seu papel na sociedade (Meirinhos, 2022).

Na realidade, com o advento da IA na educação, os sistemas especialistas precisam consubstanciar os critérios de mediação na relação professor e aluno, intrinsecamente conectados ao planejamento didático e ao currículo escolar. Isto visando fornecer um ensino de qualidade que possa lapidar as competências e habilidades do aluno, capacitando-o para uma reconfiguração das novas relações sociais e culturais – embora existam poucas orientações sobre como trabalhar a IA na educação. No entanto, este é um campo em constante mudança e há vários investigadores a trabalhar neste tema, como Holmes *et al.* (2019), que propõem uma abordagem da IA na educação por meio de três vertentes esquematizadas, sendo elas:



- a) Aprender com a IA – a partir de interfaces e plataformas que poderão ajudar professores, alunos e os sistemas no processo de ensino/aprendizagem. Exemplo os Sistemas de Tutoria Inteligentes (STI). Esses sistemas utilizam inteligência artificial para personalizar o processo de ensino, adaptando o conteúdo e a metodologia às necessidades individuais de cada aluno, monitorando seu progresso e fornecendo retorno em tempo real (Ouyang; Jiao 2021);
- b) Aprender sobre a IA – para ensinar os alunos e professores sobre o que é e como funciona a IA é essencial considerar os conceitos básicos, algoritmos, lógica, aprendizado de máquina, decisões autônomas, assim como criar uma IA. Nesta vertente deverão também ser abordadas as questões éticas;
- c) Aprender para a IA – para reconhecer a IA em nossas vidas.

Outra proposta sobre interfaces diz respeito ao projeto “National Endowment for Science, Technology and the Arts” (NESTA)¹, do Reino Unido, do qual o investigador Wayne Holmes fazia parte e que se dedica à IA na educação. Baker (2019) ressalta três categorias da IA na educação no projeto NESTA:

- a) IA voltada para o aluno – *softwares* e plataformas de aprendizagem adaptadas às necessidades individuais de cada aluno, capazes de efetuar diagnósticos precisos das suas capacidades, de providenciar *feedback* imediato e de facilitar a colaboração entre pares;
- b) IA voltada para o professor – interfaces automatizadas para avaliar, detectar plágio, administrar e dar *feedback*, bem como para fornecer relatórios do progresso dos alunos e da turma, ajudando os professores promover a inovação e experimentação;
- c) IA voltada para o sistema – análise de dados de escolas para facilitar a administração escolar, libertando os professores de tarefas burocráticas.

¹ A National Endowment for Science, Technology and the Arts (NESTA) é uma fundação de inovação do Reino Unido que apoia projetos de tecnologia e inovação, incluindo iniciativas de IA na educação (Baker, 2019).



Em uma linha de pensamento semelhante, Ouyang e Jiao (2021) apresentam três paradigmas da IAED:

- a) *AI-directed*² – a IA dirige o processo de aprendizagem cognitiva, onde os aprendentes são receptores dos seus serviços, como o que acontece nos já falados STIs. Neste processo a IA faz um diagnóstico sobre o aluno e traça um determinado percurso escolar. Os citados autores alertam para o fato de que neste paradigma o aluno se mantém em um papel passivo e as suas aspirações e desejos não são levados em conta;
- b) *AI-supported*³ – a IA serve de suporte à aprendizagem, os aprendentes atuam como colaboradores. Este paradigma já defende um papel mais ativo do aluno se comparado ao anterior; o aluno interage com a IA para uma personalização da aprendizagem. É aqui que entram os Sistemas de Tutoria Baseados em Diálogos ou os Ambientes Exploratórios de Aprendizagem, que usam algoritmos do tipo Árvores de Decisão e o Processamento da Linguagem Natural;
- c) *AI-empowered*⁴ – os aprendentes aparecem como líderes neste processo, pois são capacitados pela IA, que surge como ferramenta de apoio para aumentar a inteligência humana. Neste paradigma estabelece-se uma sinergia entre o aprendente, os professores, a tecnologia e a informação. Os sistemas de IA interpretam os dados, promovendo uma aprendizagem centrada no aluno.

Concomitantemente ao desenvolvimento da competência digital dos estudantes, a aprendizagem digital propicia a combinação de ambientes presenciais e virtuais de aprendizagem e colaboração, bem como o uso de meios digitais para a

² Atividades, processos ou sistemas que são orientados ou direcionados pela IA, implicando que ela tem um papel central na tomada de decisões, execução de tarefas ou direcionamento de operações (Ouyang; Jiao, 2021).

³ Denota atividades, processos ou sistemas que são assistidos ou apoiados pela IA, indicando que ela fornece suporte, análise ou aprimoramento para as operações realizadas, mas não necessariamente assume o controle completo das atividades (Ouyang; Jiao, 2021).

⁴ Descreve atividades, processos ou sistemas que são potencializados ou fortalecidos pela IA, sugerindo que ela capacita ou habilita a realização de tarefas, operações ou decisões de forma mais eficiente, precisa ou avançada do que seria possível sem seu uso (Ouyang; Jiao, 2021).



diversificação de atividades e estratégias metodológicas. Tudo isso como suporte aos processos de ensino e aprendizagem e atenção à diversidade, favorecendo o desenvolvimento de um projeto universal de aprendizagem com diferentes vias de acesso aos conteúdos, expressão da aprendizagem e envolvimento dos alunos em seu processo de formação.

No intuito de respaldar e contextualizar os processos de ensino e aprendizagem e atender à diversidade, a "Artificial intelligence for K-12" (AI4K12)⁵ – onde K12 se refere ao sistema educacional dos Estados Unidos, que engloba desde o jardim de infância até o 12º ano – apresenta cinco grandes ideias que norteiam o referencial de aprendizagem em IA, articulando e clarificando quais abordagens são úteis para aprender sobre o tema. Tais ideias contemplam:

- a) Percepção – pretende-se que os alunos compreendam que a IA percebe o mundo que a rodeia através de sensores, ou seja, é através deles que “vê” e “ouve”;
- b) Representação e raciocínio – os estudantes são conduzidos a desvendar como a IA “pensa” e a perceber que é diferente dos humanos. Ou seja, a IA faz representações utilizando quantidades enormes de dados e depois os “algoritmos de raciocínio” os organizam de modo a criar uma nova informação;
- c) Aprendizagem – compreende-se que os computadores aprendem com enormes quantidades de dados, que são inseridos pelos programadores ou não, e que é através de aprendizado de máquina que os algoritmos encontram padrões e novas representações dos dados;
- d) Interação natural – percebe-se que os computadores são capazes de interagir com os seres humanos, manter conversas na linguagem natural e até reconhecer emoções, no entanto, ainda o fazem de forma limitada;
- e) Impacto social – reconhece-se que a IA pode ter um impacto positivo ou negativo na sociedade. A IA faz parte das nossas vidas, mas deve-se estar

⁵ A "Artificial Intelligence for K-12" (AI4K12) é uma iniciativa educacional dos EUA que visa integrar conceitos de IA no currículo de educação básica, proporcionando aos alunos, desde o ensino fundamental até o ensino médio, uma compreensão sobre IA, seus princípios, aplicações e implicações éticas (Unesco, 2022).



atento aos perigos que podem surgir. Assim, o uso da IA deve ser regulado e as questões éticas tidas em atenção.

A iniciativa AI4K12 tem origem na necessidade de preparar as crianças e jovens para compreender e utilizar a IA de forma positiva, ética e responsável. Ela busca promover a inclusão da IA no currículo escolar, oferecendo recursos e materiais educacionais para ajudar os estudantes a desenvolver habilidades nessa área.

Outra análise substancial diz respeito às considerações de Long e Magerko (2020 *apud* Unesco, 2022), que buscam determinar temas emergentes sobre o que os especialistas em IA acreditam que o público não técnico, ou seja, os estudantes, devem saber sobre essa tecnologia. A proposta se concentra na elaboração de métodos pedagógicos de aprendizagem, mas principalmente em elementos sociais e interpessoais, entre os quais destacam-se (Unesco, 2022):

- a) Incentivar os estudantes na contextualização dos dados, bem como na promoção e transparência sobre os mecanismos envolvendo IA, fornecendo, aos usuários, a opção de inspecionar e aprender acerca dos diferentes componentes dessa tecnologia;
- b) Considerar reflexões sobre as percepções dos estudantes sobre a IA e como o desenvolvimento psicossocial pode ser afetado;
- c) Incentivar os estudantes a serem consumidores críticos de tecnologias de IA questionando a inteligência e a confiabilidade de suas aplicações;
- d) Considerar de que forma as identidades, os valores e as origens dos estudantes afetam seu interesse por IA e os preconceitos que atribuem a ela;
- e) Criar experiências de aprendizagem de ia que promovam a interação social e a colaboração;
- f) Explorar questões atuais, experiências cotidianas ou passatempos comuns, como jogos ou música, ao elaborar intervenções de alfabetização em IA;
- g) Considerar o fato de que os estudantes podem ter preconceitos politizados ou sensacionalistas sobre ia provenientes da mídia popular,



além de levar em conta as maneiras para se respeitar, abordar e ampliar essas ideias nas intervenções de aprendizagem;

- h) Introduzir perspectivas que não são tão bem representadas na mídia popular – por exemplo, subcampos de ia menos divulgados e discussões equilibradas sobre os perigos e os benefícios da IA;
- i) Considerar as formas de informar sobre os conceitos de IA para estudantes que não possuem ampla experiência em matemática ou ciência da computação – por exemplo, aumentar os conhecimentos e as habilidades prévias, relacionar a IA ao conhecimento prévio e abordar as inseguranças dos estudantes acerca de sua capacidade.

As abordagens e dados apresentados demonstram o papel da IA na educação contemporânea e ressaltam a importância de desenvolver habilidades e conscientização sobre as transformações no âmbito institucional, considerando principalmente os aspectos éticos e sociais da IA. Os discentes também devem ser incentivados a questionar e a refletir sobre como suas percepções e desenvolvimento psicossociais são afetados pela IA. Todavia, essa reconfiguração enfrenta desafios, sendo necessário promover uma compreensão equilibrada dos perigos e benefícios que podem advir da IA.

METODOLOGIA

A pesquisa que se apresenta é uma revisão bibliográfica do tipo qualitativa e descritiva. Compreende-se, ainda, que a metodologia realizada pode ser classificada como documental, principalmente por estar embasada e fundamentada em materiais já finalizados. A análise realizada ao longo da escrita desta dissertação exigiu investigar e identificar os estudos sobre o tema que constam nas fontes acessíveis em plataformas renomadas, como SciELO, Portal de Periódicos da Capes e Repositório Científico de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP), considerando citações que remetessem, principalmente, a trabalhos realizados entre os anos de 2009 e 2024.

As revisões da literatura no período mencionado foram definidas considerando principalmente os avanços no campo da IA. Embora existam estudos referenciados



antes de 2009, este é o ano do marco da proeminência dos sistemas e dos programas computacionais capazes de reproduzir o comportamento humano na tomada de decisões e na realização de tarefas, desde as mais simples até as mais complexas, mediante a análise de alto volume de dados e identificação de padrões.

Nessa perspectiva, vários países, órgãos governamentais e empresas passaram a utilizar técnicas pertinentes ao aprendizado realizado a partir das máquinas (computadores/meios digitais), reconhecimento facial, assistentes de voz, bem como a utilização de algoritmos pré-programados na tomada de decisões e realização de tarefas de maneira robotizada. Este período foi crucial para o desenvolvimento das tecnologias, e pode ser compreendido como fase preparatória para os avanços significativos que ocorreram nos anos seguintes.

No campo metodológico deste estudo tomou-se como base a perspectiva de Bardin (2011). Levando em conta a análise do conteúdo relacionado ao tema selecionado para esta abordagem. Para esta autora é preciso detalhar as fases metodológicas da pesquisa em preparação, codificação, categorização e interpretação dos dados; sem esse rigor de planejamento não há a possibilidade de garantir análises mais aprofundadas.

Assim, pautou-se na avaliação minuciosa e reflexiva dos principais conceitos, teorias, dados e argumentos apresentados por diversos autores, buscando ir além da mera descrição dos fatos. Desta forma, foram implementadas as etapas propostas por Bardin (2011), iniciando pela pré-análise; nessa etapa foram realizadas: a leitura “flutuante” e a escolha dos assuntos correspondentes ao objeto desta pesquisa. Na sequência, prosseguiu-se com a exploração dos materiais, apontando os elementos significativos para categorização e agrupamento das temáticas comuns em registros de fichamento.

Por fim, os resultados foram submetidos à inferência e interpretação na busca de significados. Foi um momento de intuição, análise reflexiva e crítica com a finalidade de constituir e captar os conteúdos contidos em todo o material coletado. Nesse contexto, durante a análise dos dados coletados a partir do cotejamento das fontes bibliográficas e/ou documentais, foram levantadas algumas questões a serem respondidas ou pelo menos discutidas a partir dos assuntos encontrados nos artigos,



dissertações e autores selecionados para compor o estudo. Procurou-se observar o cenário de expansão global da IA considerando suas projeções no sistema educacional e as necessidades da sociedade a fim de obter reflexões ou orientações que abrandassem a inquietação inicial.

Nessa perspectiva, o delineamento da investigação apontada exigiu leituras e releituras. Por meio dessas considerações a verificação e relevância de conteúdo foram aspectos centrais no movimento de configuração e estruturação da pesquisa. Com esse processo foi possível estabelecer e perseguir um direcionamento teórico baseado em uma visão multidisciplinar da matéria proposta visando obter um conjunto confiável de referências científicas para validar o presente estudo; embora o que aqui se apresenta seja um ponto de vista dentre tantos outros possíveis.

Ao compreender que o tema de estudo pode receber diversos enfoques científicos – tais como psicológico, sociológico, histórico, filosófico, estatístico e multidisciplinar –, optou-se por incluir os critérios apontados por Lakatos e Marconi (2006). Desta forma, considerou-se as inclinações e as necessidades, bem como a relevância científica e a disponibilidade de obras pertinentes ao assunto. De acordo com essa visão, os materiais foram organizados com base em análises reflexivas, cujo fito consistiu em ordenar e sistematizar as informações coletadas. Assim como a partir de leituras interpretativas dos conteúdos das fontes localizadas e a seleção de trechos relevantes que incluíram termos, conceitos, controvérsias, resultados, sugestões e recomendações mais recentes sobre a área de IA e da IA na educação. Devido ao tempo restrito para a execução da pesquisa não se fez um recorte específico de datas. Mas privilegiou-se as reflexões e as ideologias dos autores estudados. Os textos selecionados e lidos, neste caso específico, não têm, como foco, a implementação ou não da IA no processo de ensino e aprendizagem. Optou-se por analisar aqueles que se propõem a entender de que forma esta tecnologia está sendo discutida e apresentada no campo educacional e quais os parâmetros e avanços acerca deste tema multifacetário.

Durante o processo de leitura e levantamento dos materiais coletados os apontamentos cujo teor não era pertinente ao tema pesquisado foram descartados. Dessa forma, o gerenciamento dos dados bibliográficos e do conteúdo foi realizado por meio de registros e apanhados das ideias consideradas relevantes para as ponderações



e exemplificações (leitura seletiva), momento em que se apropriou de conceitos e conhecimentos sobre os impactos da IA na sociedade e sobre sua interferência e uso no processo de ensino e aprendizagem de discentes.

Discutir ou abordar as explicações e teorias sobre a inteligência (humana ou artificial) é um processo bastante complexo, pois se trata de um assunto inesgotável e em constante estudo por vários campos de pesquisa – tais como neurociência, psicologia, ciência da computação, química, filosofia, dentre outras áreas do conhecimento. Segundo Richardson (1999 *apud* Dalgalarrrondo, 2008, p. 277), “a inteligência é um conceito fundamental da psicologia moderna que todos utilizam; entretanto, quase ninguém consegue defini-la de modo definitivo ou pelo menos amplamente convincente”. Considerando tal complexidade, recorreu-se ao recorte da temática buscando elaborar uma perspectiva conceitual do que está sendo construído em termos de agente pós-humano dotado de IA.

Por conseguinte, os resultados da pesquisa oferecem informações sobre como a IA pode ser integrada de maneira mais equilibrada na formação do conhecimento, proporcionando uma compreensão mais científica das implicações e oportunidades que esta tecnologia pode trazer. As conclusões deste estudo ressaltam a importância da discussão contínua sobre a incorporação da IA no ensino e na aprendizagem dos estudantes de forma equilibrada e ajustada no sentido de apoiar docentes e discentes no desenvolvimento dos objetos de conhecimento (conteúdos) que correspondem ao currículo educacional de cada série ou etapa de ensino.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inserção da IA na base curricular: marcos de ações

As informações sobre a trajetória acadêmica se integram aos sistemas de ensino estabelecidos por meio de diversas abordagens distintas, podendo a IA ser incorporada como disciplina, ferramenta pedagógica, método alternativo para o ensino de idiomas, entre outras formas de integração. Essa variedade de abordagens oferece, às instituições educacionais, flexibilidade para adaptar e utilizar as informações acadêmicas de maneiras diversas, enriquecendo e diversificando o processo de ensino e aprendizagem conforme as necessidades específicas dos alunos e os objetivos



educacionais estabelecidos.

Por exemplo, na Coreia do Sul, a IA está incluída no grupo de disciplinas de matemática. Os cursos também podem ser concebidos para serem integrados de forma flexível em qualquer disciplina, dependendo das habilidades e interesses do professor. É o caso dos cursos interdisciplinares de IA implementados em um sistema com diretrizes específicas para trabalho interdisciplinar. Esses cursos implementam resultados de aprendizagem de IA por meio de aprendizagem baseada em projetos e abrangem diversas áreas temáticas. Nos Emirados Árabes Unidos, por exemplo, a IA foi integrada em múltiplas disciplinas, como TIC, ciências, matemática, línguas, estudos sociais e educação moral (Unesco, 2022).

Os requisitos básicos do curso de Inteligência Artificial Multimodal⁶ são implementados durante o dia escolar e são apoiados por recursos tradicionais, como guias de tutores e livros didáticos. Mas também recorrem a redes de recursos fora do campus e a oportunidades de aprendizagem informal, como competições nacionais ou internacionais.

O currículo flexível de IA pode ser implementado através de um ou mais mecanismos de integração, a critério do distrito, da rede escolar ou de cada escola. Por exemplo, o currículo indiano pode ser integrado de forma interdisciplinar ou ministrado através de modalidades extraescolares, como atividades extracurriculares e “competências digitais”. Na Arábia Saudita é possível implementar cursos específicos ou abrangentes. Para alguns cursos o mecanismo de fusão fica a critério da região, escola ou rede, como é o caso da Bélgica (Unesco, 2022).

Algumas nações, como a Áustria, privilegiam uma "abordagem neutra" em relação à tecnologia, onde o currículo não está atrelado a nenhuma marca, aparelho ou idioma de programação específico. Assim, tais currículos buscam garantir, acima de tudo, que a capacitação docente esteja baseada de forma sólida na teoria, assegurando uma compreensão dos conceitos fundamentais que podem ser utilizados em diversas tecnologias (Unesco, 2022).

⁶ Inteligência artificial multimodal é a área da IA que integra e processa múltiplos tipos de dados, como texto, imagem, áudio e vídeo, para compreender e gerar respostas de maneira mais abrangente e contextualizada (Pedró *et al.*, 2019).



No que tange os alicerces educacionais, é importante referenciar o ensino de Portugal, principalmente pela riqueza de detalhes apresentada no currículo da base educacional. O país integrou as competências digitais ao currículo escolar, onde as TICs são apresentadas em uma disciplina separada, como se pode visualizar no Anexo B. O documento guia de Portugal traz orientações que ressaltam a importância da IA, da análise de dados e da internet das coisas nas escolas, nos processos de ensino e aprendizagem e de avaliação, “aferindo não somente o saber dos alunos, mas também os seus pensamentos” (Portugal, 2022).

Nessa esfera, tome-se como exemplo o seguinte modelo proposto para o sistema educacional português (Portugal, 2022):

- a) No 1º Ciclo, correspondente ao Ensino Fundamental do 1º ao 4º ano, as Tecnologias Digitais (TD) são integradas de forma transversal, seguindo as orientações curriculares para as TICs da Diretoria-Geral de Educação (DGE), órgão governamental responsável por coordenar e implementar políticas educacionais em Portugal. Durante os quatro anos desses ciclos os alunos desenvolvem competências digitais em quatro domínios: cidadania digital, investigar e pesquisar, comunicar e colaborar. São enfatizados objetivos como a iniciação ao pensamento computacional, o desenvolvimento de algoritmos simples e a reflexão sobre a presença das tecnologias digitais na sociedade;
- b) Já no 5º ano iniciada a introdução à programação por blocos, que permite que os estudantes criem sequências lógicas de comandos usando blocos visuais, sem a necessidade de escrever código complexo. Alguns exemplos de interfaces populares para programação por blocos incluem o Scratch e o BIPES;
- c) Em relação ao 6º ano é recomendada a utilização de robôs como recurso educativo;
- d) Nos 7º e 8º anos o pensamento computacional é explorado na criação de artefatos digitais criativos, como arte Pixel, por exemplo.
- e) Por fim, no documento orientador das TICs para o 9º ano há referência à IA abordando questões éticas e sociais das tecnologias emergentes, como o impacto da robótica e da realidade aumentada.



Todavia, dentre as inovações na base curricular de Portugal, uma das principais inovações refere-se à inclusão do cálculo proposicional na disciplina de Matemática, aprovada pelo governo português e sancionada pelo Despacho nº 8209/202, no âmbito do Programa da OCDE para Avaliação Internacional de Estudantes (OCDE, 2020).

O documento português discorre e reflete sobre o pensamento computacional e apresenta, de forma integrada, práticas como abstração, decomposição, reconhecimento de padrões, análise e definição de algoritmos e desenvolvimento de hábitos de depuração e otimização de processos. Esses exercícios são essenciais às atividades matemáticas, conferem, aos educandos, instrumentos para a resolução de problemas, especialmente aqueles que tangenciam a esfera da programação, conforme pontua a Direção-Geral da Educação de Portugal (Portugal, 2021).

A importância de incorporar a IA nos currículos escolares é igualmente destacada pelo Distrito Escolar de Montour⁷, que lançou, em 2018, o primeiro programa de IA para o ensino médio nos Estados Unidos. O distrito não apenas reconheceu a relevância da IA para o futuro dos alunos, mas também suscitou questionamentos acerca dos motivos para implementar essa disciplina em todos os recantos do país. Isso sugere uma reflexão mais ampla sobre a necessidade de preparar os alunos para os desafios e oportunidades inerentes a um mundo de constantes transformações e desenvolvimento tecnológicos (Meirinhos, 2022).

Nessa perspectiva, uma série de cursos tem sido implementados por membros da equipe Montour e parceiros nos últimos anos. Centenas de aulas já foram ministradas para alunos nas áreas de ética em IA, robótica autônoma em IA, ciência da computação em IA e música em IA. O propósito desse tipo de programa é fomentar uma IA inclusiva no Ensino Médio, atentando para a relevância e o significado em um mundo onde os jovens possam se preparar para um futuro em que prosperarão.

Compreende-se, nesse contexto, que o currículo deve contemplar a promoção e o desenvolvimento educacional voltado para a melhoria do bem-estar global, levando em consideração seu impacto na sociedade e no meio ambiente, bem como aplicando

⁷ A cidade de Montour, localizada no estado da Pensilvânia, ambos nos EUA, contrasta com o cenário do Vale do Silício, mundialmente reconhecido por sua proeminência na área da tecnologia.



critérios de sustentabilidade para uso ético e ecossocialmente responsável da tecnologia.

O tratamento da competência digital pode ser mais bem exemplificado no currículo LOMLOE, do Ministerio de Educación y Formación Profesional y Deportes da Espanha – que especifica os descritores operacionais, sendo eles: alfabetização informacional e de dados, comunicação *on-line* e colaboração, criação de conteúdo digital, segurança digital e resolução de problemas. Estes estabelecem o nível de proficiência que os discentes devem atingir ao término do Ensino Básico, composto pelo Ensino Primário, Ensino Secundário Obrigatório e Ciclos de Formação de Nível Básico. O currículo LOMLOE, estabelecido pela Lei Orgânica nº 3/2020 do governo da Espanha, promove uma educação inclusiva e equitativa, enfatizando o desenvolvimento integral dos alunos e abrangendo áreas como línguas, matemática, ciências e competências transversais (Ouyang; Jiao, 2021).

O plano educacional delineado adota uma abordagem progressiva para integrar a alfabetização digital e as competências relacionadas ao pensamento computacional e à IA ao longo dos diferentes níveis de ensino. Com uma ênfase na introdução precoce do pensamento computacional no ensino primário, seguida de uma ascensão gradual em direção a conceitos mais avançados no ensino secundário, os alunos são preparados para os desafios tecnológicos do futuro. Projetos educacionais, como os cursos "Famílias digitais"⁸, ressaltam a importância de envolver também as famílias dos discentes na promoção de uma cultura digital segura e responsável. Essa abordagem holística visa não apenas fornecer habilidades técnicas, mas também capacitar os alunos a interagir criticamente com as tecnologias digitais, incluindo a IA, em consonância com as recomendações de especialistas (Meirinhos, 2022).

Da mesma forma a China tem procurado implementar o uso de IA nos currículos escolares. Por exemplo, a província de Zhejiang, província costeira no leste da República Popular da China, é pioneira na exploração da integração da IA nas salas de aula do ensino primário e secundário. Guangdong também começou a adotar esta abordagem

⁸ Conceito de famílias que incorporam tecnologias digitais em suas vidas cotidianas, incluindo o uso de dispositivos eletrônicos, acesso à internet e participação em atividades *on-line* com o objetivo de promover a alfabetização digital e a integração das tecnologias na dinâmica familiar (Meirinhos, 2022).



(Vidal, 2023).

De acordo Vidal (2023), o Departamento Provincial de Educação de Guangzhou⁹, passou a incluir cursos de IA no plano anual de cursos obrigatórios. O objetivo é organizar a carga horária total de cursos em IA juntamente com atividades práticas, informática e cursos escolares. De acordo com o Zhejiang Daily¹⁰, o plano específico de Guangzhou para a introdução da IA nas salas de aula ainda não foi anunciado, mas a experiência de Zhejiang mostra que o conteúdo da IA é responsável por uma grande proporção dos livros didáticos para alunos do sexto ano dos ensinos primário e secundário.

O Reino Unido tomou diversas medidas para implementar a inteligência artificial. Atualmente 24 universidades do Russell Group, uma associação de algumas das instituições de ensino superior mais prestigiadas do país, estão a liderar esta mudança de forma inovadora. De acordo com Bone (2023), com um olhar atento para o futuro, as universidades do Grupo Russell se uniram para desenvolver princípios orientadores para o uso da IA generativa¹¹. O objetivo é fazer com que os alunos e professores se tornem proficientes em IA para que possam lidar com esta nova tecnologia, que promete mudar a cara do ensino superior.

Como resultado desta abordagem inovadora, registra Bone (2023), as universidades do Grupo Russell desenvolveram cinco princípios orientadores:

- a) capacitar alunos e funcionários para serem proficientes em IA;
- b) adaptar os métodos de ensino e avaliação para incluir o uso ético;
- c) garantir igualdade de acesso à IA;
- d) manter a integridade acadêmica;
- e) compartilhar as melhores práticas à medida que a tecnologia evolui.

⁹ Guangzhou, também conhecida como Cantão, é a capital e a maior cidade da província de Guangdong, no sul da China.

¹⁰ Grupo de mídia com sede na província de Zhejiang, na China. Fundado em 1949, o Zhejiang Daily é o jornal oficial do Partido Comunista da China na província de Zhejiang.

¹¹ Inteligência artificial generativa é um ramo da IA que envolve a criação de novos conteúdos, como texto, imagens ou música, utilizando algoritmos que aprendem a partir de dados existentes (Gomes, 2010).



Vale ressaltar que essa visão sobre o uso da IA no ensino superior não é apenas passiva, mas principalmente uma oportunidade para repensar o papel da avaliação e como ela pode ser utilizada para melhorar a aprendizagem dos alunos e ajudá-los a se perceber e a se compreender. Neste contexto, Bone (2023) traz, em seu artigo, a compreensão de que se relacionar com a IA de forma consciente e inteligente é uma habilidade essencial no mundo atual. As universidades do Grupo Russell estão, portanto, trabalhando em estreita colaboração com os estudantes para desenvolver orientações e políticas que não sejam impostas verticalmente, mas desenvolvidas de forma participativa. Iniciativas como estas dão base para adotar uma nova abordagem nos modelos curriculares educativos existentes e trazer possibilidades otimistas para o nosso futuro, especialmente se a inclusão for tida em conta na tomada de decisões (Bone, 2023).

A Finlândia possui um dos melhores métodos educacionais do mundo, principalmente porque vê a felicidade como o desenvolvimento socioemocional dos alunos. Além do âmbito acadêmico, o país também vem tomando iniciativas para ensinar as pessoas sobre IA por meio de projetos inovadores. O objetivo é ensinar os fundamentos da IA a 1% da população do país. Aproximadamente 50.000 pessoas foram formadas em habilidades na região, através das quais podem divulgar o que aprenderam a outros finlandeses (Arbix, 2019).

No Brasil os governos vêm lançando diversas iniciativas tendo em mente o desenvolvimento da IA nas escolas. No Piauí, por exemplo, o governo anunciou a implementação do tema no currículo escolar de 133 escolas por meio do Currículo Técnico de Desenvolvimento de Sistemas, com foco em IA e programação de jogos. Em resposta à constante evolução da tecnologia, a própria Secretaria de Estado de Educação do Piauí (Seduc-PI) tem investido na capacitação dos alunos por meio de novas formas de aprendizagem e no fornecimento de opções para desenvolver talentos relevantes para as novas tendências globais (Piauí, 2023).

Agora, a Amazon Web Services (AWS), plataforma de computação em nuvem da gigante Amazon, que atua em parceria com a Seduc Piauí, está incorporando módulos de computação em nuvem aos cursos de desenvolvimento de sistemas, com foco em IA e programação de jogos oferecidos pela Seduc Tec, programa educacional do governo



do estado do Piauí. Os alunos da rede estudarão módulos de computação em nuvem na plataforma Amazon Education e terão, em seu currículo, uma certificação assinada por esta grande empresa de tecnologia. Ainda dentro dessa parceria haverá a formação dos professores para que eles possam orientar os alunos durante o uso da plataforma. Essa iniciativa irá colocar o Brasil no cenário dos países que já estão trabalhando essa disciplina no currículo da educação básica. “Apenas 11 países fizeram isso até agora e o Brasil será o 12º por meio dessa iniciativa pioneira do Piauí”, ressalta o gestor de educação do Estado (Piauí, 2023).

Neste cenário, é importante também destacar a iniciativa inovadora realizada pela Universidade Federal de Goiás (UFG) em 2020, ao ofertar o curso de bacharelado em inteligência artificial (BIA), o qual é inédito no país. Este curso se destaca pela conexão direta com o mercado de trabalho e pela promoção do empreendedorismo, gerando um total de R\$ 1,3 milhão em receitas para os 15 alunos ao longo de sua formação.

De acordo com Veríssimo (2024), o programa BIA-UFG tem 40 lugares disponíveis anualmente através do Sistema de Seleção Unificada (SiSu) e ostenta uma taxa de conclusão que é considerada excepcional no campo das ciências exatas. No ano de 2020 foram admitidos 32 alunos no programa e, dentre esses, 15 conseguiram concluir dentro do prazo de quatro anos, ao passo que os outros 17 estão prestes a finalizar seus estudos.

A alta taxa de conclusão é resultado de diversos fatores: as disciplinas despertam um genuíno interesse nos alunos; há uma grande demanda no mercado por profissionais qualificados; a abordagem inovadora do curso permite uma constante atualização; a colaboração com organizações e o incentivo ao empreendedorismo são características proeminentes, como destaca o coordenador do BIA-UFG e do Centro de Excelência em Inteligência Artificial (Ceia) da UFG, Anderson Soares, em entrevista ao jornal goiano O Popular. No que diz respeito ao empreendedorismo, ao longo de sua trajetória acadêmica os estudantes desenvolveram três *startups* inovadoras: a Autoplan, voltada para a automação de estratégias de *marketing* digital; a MindSolve, especializada em consultoria em IA; e a AudioTech, que se destaca na área de tecnologia de áudio usando recursos de IA (Veríssimo, 2024).



Frente a um mercado em expansão contínua, os graduados do BIA-UFG demonstram uma empolgação visível quanto ao que o porvir reserva para eles. “A presença da inteligência artificial se faz sentir em todos os âmbitos da nossa existência e a demanda por indivíduos qualificados é significativa”, afirma João Pedro Oliveira, um dos recém-diplomados (Veríssimo, 2024).

Em São Paulo a Secretaria Estadual de Educação planeja implementar um projeto piloto para utilizar uma plataforma de IA, como o chatGPT, nas atualizações do material digital usado por professores dos últimos anos do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano) e do Ensino Médio. Ainda de acordo com a pasta, o conteúdo produzido por IA será revisado pelos educadores. O professor e pesquisador de educação e tecnologia Bernardo Soares, afirma que a tecnologia pode auxiliar os professores, mas não deve substituí-los (Freitas, 2024). No Espírito Santo, Paraíba, Mato Grosso do Sul e Pará algumas escolas estaduais adotaram a ferramenta Letrus para a correção de redações. No Paraná desde 2020 estudantes do 6º ao 9º ano das escolas estaduais já usam o sistema (Lima, 2023).

No estado de Goiás vale destacar também que estudantes da rede estadual de ensino estão utilizando IA para se preparar para o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). O plano de desenvolvimento adotado pela rede estadual também utiliza o Letrus¹² para diagnóstico de aprendizagem dos alunos. Além do *feedback* detalhado da IA sobre cada aluno, o Letrus fornece, aos professores, dados e estatísticas agrupados por turma para que possam preparar aulas específicas visando suprir lacunas ou aprimorar talentos, como explica José Gabriel Menezes Freitas, Coordenador de Implantação do Serviço Público Escolar Letrus (Goiás, [2024b]).

Para participar do programa os alunos devem cadastrar seus trabalhos na plataforma. Cada ciclo produtivo segue um tema, sendo o primeiro: “Impactos ambientais e desafios da reciclagem de resíduos têxteis”. Já o segundo ciclo contempla a temática sobre “Os impactos e limites da inteligência artificial na sociedade brasileira”.

¹² A Letrus é uma EdTech que elaborou um programa de desenvolvimento de leitura e escrita utilizando tecnologia educacional, inteligência artificial e apoio pedagógico para o aperfeiçoamento da produção textual dos seus estudantes. Em operação desde 2017, a Letrus foi premiada pela Unesco como melhor tecnologia educacional do mundo e cancelada academicamente pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) e pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) (Goiás, [2024b]).



O objetivo é permitir que os alunos acompanhem o desenvolvimento de sua compreensão e nível de comunicação textual. Segundo José Gabriel Menezes Freitas, essa visão de evolução mantém os alunos mais engajados e progredindo a cada novo texto (Goiás, [2024b]).

Com base na experiência anterior, o Letrus descobriu que os alunos que submeteram sete redações em um ano melhoraram 8%, enquanto os alunos que submeteram nove redações melhoraram 12%. O coordenador do Letrus também enfatiza que resultados significativos como esses são fruto do engajamento de professores e administradores. E acrescenta: “A IA elimina a necessidade de correções e indica caminhos, mas o mais importante é que melhora o monitoramento dos padrões de aprendizagem e o apoio escolar” (Goiás, [2024b]).

Luís Junqueira, professor de português e cofundador da Letrus, destaca que mesmo os alunos que não participam do Enem podem se beneficiar do treinamento de redação. “A preparação para a Redação do exame vai além do exame, cultivando habilidades humanas fundamentais como leitura crítica e articulação clara de ideias, essenciais para uma comunicação eficaz na vida cotidiana”, diz (Goiás, [2024b]).

A inclusão do Letrus na grade curricular faz parte das ações da Secretaria de Estado de Educação (Seduc-GO) para preparar os alunos para o Enem 2024. Além de usar o sistema Letrus os alunos do terceiro ano farão cursos temáticos em diversas áreas do conhecimento e receberão materiais específicos para a redação de provas. Também será realizada a mobilização “Dias D” para que esses alunos solicitem a isenção de taxas de inscrição e se inscrevam em exames. Este ano a Seduc-GO também irá criar um prêmio para reconhecer alunos e professores responsáveis pelas redações que alcançarem 980 e 1.000 pontos (Goiás, [2024b]).

Outro programa que já está sendo desenvolvido em Goiás é o “Codifica+”¹³, uma iniciativa do British Council para formar professores do ensino primário e secundário em escolas públicas. Um dos objetivos é aumentar a base de futuros cientistas e profissionais de tecnologia em Goiás, formando, assim, docentes para ensinar

¹³ Programa de Goiás que oferece cursos gratuitos de programação para professores, visando capacitar educadores e melhorar a qualidade do ensino de tecnologia nas escolas estaduais (Goiás, 2024a).



programação e robótica, criando soluções para crianças e jovens goianos, e não apenas consumidores de tecnologia. Apresentado por José Frederico Lyra Netto, Secretário da Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Goiás (Goiás, 2024a).

O Serviço Nacional de Aprendizagem do Comércio (SENAC) em Goiás, lançou, em abril de 2024, o primeiro curso técnico de IA no Brasil. As inscrições para o curso começaram em junho, por meio de um processo seletivo. O curso conta com parcerias com grandes empresas de tecnologia multinacionais, como Amazon Web Services (AWS), Nvidia, Microsoft, Red Hat e Google Cloud. A metodologia do curso será totalmente prática, com um enfoque de aprendizado *hands on*, permitindo que os alunos criem, planejem e executem projetos. O Diretor Regional do Senac em Goiás, Leopoldo Veiga Jardim, comenta que o currículo do curso foi desenvolvido especificamente para preparar os alunos para as necessidades do mercado de trabalho atual (Senac Goiás, 2024).

Recentemente a Universidade de São Paulo (USP) comemorou seu 90º aniversário lançando um curso introdutório gratuito sobre IA. O curso apresenta os conceitos básicos de IA e discute temas como processamento de linguagem natural, visão computacional e aprendizado de máquina; além de apresentar conceitos básicos de IA e explorar as perspectivas futuras da região, um dos assuntos mais discutidos globalmente. Isso mostra o poder, a dimensão e relevância do tema para universidades conceituadas, como a USP, que já reconhecem e prestigiam a discussão sobre o tema (Branco, 2024).

As possibilidades de reformulação da experiência educacional através das contribuições da ia no processo de aprendizagem

Em termos práticos, pode-se inferir que as escolas de várias nações estão viabilizando uma variedade de instrumentos que incorporam, em seu desenvolvimento, algumas das tecnologias ora apontadas, como o Letrus usado no Brasil.

Por exemplo, Alves (2023) registra que, na escola de Frederiksvaerk, na



Dinamarca, professores e alunos estão entusiasmados com o uso do SmartBooks¹⁴, um *software* que pode ser adaptado aos caminhos individuais de aprendizagem dos alunos do Ensino Fundamental com base na compreensão de textos escritos após a realização de cada tarefa. Já na Suécia, conforme Gatti (2019b), mais de 25 escolas estão adotando o Education Albert¹⁵, um *software* educacional desenvolvido para auxiliar no aprendizado personalizado que utiliza IA para adaptar o conteúdo às necessidades individuais dos alunos, promovendo um ambiente de ensino mais eficaz e interativo. Trata-se de uma solução de aprendizado que usa algoritmos de *machine learning* para capacitar tutores de Matemática com vistas a oferecer aulas personalizadas aos alunos, adaptando o ritmo de aprendizado de acordo com o progresso do estudante, criando áreas de melhoria e fornecendo *feedbacks* mais relevantes e úteis.

As plataformas Mathia e Thikster¹⁶, usadas para o ensino de Matemática, e a Alelo¹⁷, para o ensino de línguas, são *softwares* utilizados nos Estados Unidos e em outros países de língua inglesa. Destarte, esses *softwares* exemplificam as tendências para o ensino personalizado em ambientes educacionais formais, como escolas, com base nas necessidades e no desempenho dos usuários (Gatti, 2019b).

Estas interfaces, desenvolvidas com base em IA visando atender às necessidades dos sistemas educacionais, corroboram a ideia de que “Existe um grande potencial no uso da inteligência artificial como auxílio para atividades de ensino, tanto do ponto de vista dos alunos quanto dos professores” (Tavares; Meira; Amaral, 2020, p. 48701). Com estes dados diversos em mente e com a orientação destes diversos autores apresenta-

¹⁴ O SmartBooks traz livros ou recursos educacionais digitais que incorporam tecnologia inteligente para fornecer uma experiência de aprendizado interativa e personalizada aos usuários, geralmente com recursos como conteúdo interativo, avaliações adaptativas, *feedback* em tempo real e integração com dispositivos eletrônicos (Gatti, 2019b).

¹⁵ O Education Albert é uma plataforma educacional que oferece prática rigorosa e alinhada aos padrões em várias disciplinas para estudantes do 6º ao 12º ano. Ela ajuda a elevar a qualidade do conteúdo, simplifica a diferenciação baseada em dados e melhora o desempenho em exames (Gatti, 2019b).

¹⁶ Mathia e Thikster são plataformas de ensino de Matemática que utilizam tecnologia para oferecer uma experiência de aprendizado personalizada aos alunos, adaptando o conteúdo e os exercícios de acordo com as necessidades individuais de cada estudante, visando melhorar sua compreensão e desempenho na disciplina (Gatti, 2019b).

¹⁷ Alelo é uma plataforma educacional que oferece recursos e ferramentas para o ensino de Matemática com foco na melhoria do aprendizado e na compreensão dos conceitos matemáticos (Gatti, 2019b).



se, a seguir, modelos de aplicação de IA no ensino.

Sistema Tutores Inteligentes (STIs)

Os STIs talvez sejam o exemplo mais popular de aplicação da IA na educação. De acordo com Pozzebon, Frigo e Bittencourt (2004), os STIs surgiram em resposta às carências identificadas na informática da educação, que não foi capaz de superar a rigidez pedagógica, a falta de personalização do ensino e a pobreza de recursos didáticos ao longo dos anos. “A característica principal desses aplicativos é sua capacidade de interagir com pessoas, percebendo as ações do estudante e, a partir disso, atualizando sua base de conhecimentos” (Semensato; Francelino; Malta, 2015, p. 35), ou seja, oferecem ensino personalizado.

Os serviços de tecnologia da informação estão tão evoluídos que já possuem a capacidade de demonstrar empatia com os discentes, fenômeno conhecido como Sistemas de Tutoria Inteligente Afetiva (STIA), uma evolução dos STIs ainda em fase experimental. Esta nova ferramenta é capaz de reconhecer e expressar emoções, identificando estados emocionais como felicidade, tristeza, frustração, desânimo, entre outros. São desenvolvidos por meio de diversas tecnologias de IA, tais como representação de conhecimento e reconhecimento de padrões. Atualmente essa tecnologia permite que até mesmo robôs sejam capazes de perceber e comunicar emoções, como, por exemplo, o robô NAO – um robô humanoide desenvolvido pela empresa francesa Softbank Robotics projetado para interagir com humanos, sendo utilizado em diversas áreas, como pesquisa, educação, entretenimento e assistência em serviços. Na esfera educacional espera-se que essa tecnologia possibilite, às máquinas, identificar e interpretar os diferentes estados emocionais dos alunos, utilizando essas informações para personalizar o processo de aprendizagem (Vicari, 2018).

Segundo Tavares, Meira e Amaral (2020), as pesquisas com STI têm evoluído há algumas décadas e, portanto, estes já são bem aceitos como “assistentes curriculares” – ferramentas ou recursos educacionais que auxiliam professores, instrutores e educadores no planejamento, implementação e avaliação do currículo escolar – devido às suas vantagens. Entre as vantagens do uso dessa tecnologia os autores ressaltam as instruções personalizadas, que possibilitam que todos os estudantes tenham acesso ao



mesmo conteúdo por meio de abordagens iniciais diversificadas e atividades de aprendizagem adaptadas às suas necessidades. Outro aspecto importante é a capacidade de ajudar os alunos a alcançar níveis de habilidade semelhantes de forma mais eficaz; além disso, mediante um *design* adequado, o STI pode auxiliar os professores a concentrar seus esforços em um grupo reduzido de estudantes que necessitam de suporte adicional.

De acordo com Gatti (2019b), os STIs podem incluir diversas interfaces adaptativas, como: identificar aspectos cognitivos dos alunos para utilizar a favor da aprendizagem; usar do diálogo com o aluno para envolvê-lo em questões que exigem discussão ou questões e respostas; promover a reflexão e a autoconsciência; empregar narrativas de percurso para aumentar o engajamento e a motivação do aluno; simular situações sociais para que o aluno compreenda melhor normas culturais e sociais.

Os STIs também são desenvolvidos para trabalhar em conjunto com outras tecnologias, como o Processamento de Linguagem Natural (PLN), que permite a compreensão da língua humana e, se necessário, até mesmo a tradução simultânea. O PNL também atua no reconhecimento e correção de textos escritos de modo integrado à internet das coisas, que busca conectar objetos físicos à internet, oportunizando interessantes experiências sensoriais e simulações aos estudantes.

Conforme Gatti (2019b, p. 54), nas plataformas adaptativas “são oferecidas aulas, atividades e o aluno é acompanhado em todos os processos, a sistematização e análise dos dados coletados é repassada ao professor da escola que acompanha o processo do aluno e tem liberdade e dados para tomar suas decisões”. Para Tavares, Meira e Amaral (2020, p. 48702), “no contexto pedagógico, uma aprendizagem adaptativa visa usar tecnologia para atender as necessidades individuais de aprendizagem dos discentes”. Ainda segundo estes autores, essas plataformas podem funcionar como suporte quando empregadas no ambiente escolar ou como auxílio aos alunos com mais dificuldades, fornecendo, ao professor, dados para tomada de decisão em relação à aprendizagem de cada aluno.

A crescente popularização das plataformas adaptativas encontra justificativa, em parte, na estreita relação entre aprendizagem adaptativa e os distintos estilos de aprendizagem, conforme esclarecem Tavares, Meira e Amaral (2020). Cada estudante



possui um modo singular de assimilar conhecimento, alguns têm facilidade de aprender lendo, outros ouvindo e outros assistindo a um vídeo. Assim, ao trabalhar em um ambiente adaptado ao seu estilo de aprendizagem, muitos alunos que apresentavam dificuldade conseguem aprender e apresentar bons resultados. “Neste sentido, há o desenvolvimento de vários projetos que procuram desenvolver soluções tecnológicas com base em IA para identificar os perfis de aprendizagem do aluno e/ou promover uma trilha de aprendizagem adaptativa às suas necessidades” (Tavares; Meira; Amaral, 2020, p. 48703).

Mineração de dados

Segundo Gatti (2019b, p. 57), “a Mineração de Dados é a função da programação, cujo objetivo passa por coletar informações e organizá-las de forma a auxiliar uma decisão, expor um padrão”. Para Tavares, Meira e Amaral (2020, p. 48704) a mineração de dados (*data mining*) se apresenta “como uma abordagem de busca em grandes bancos de dados que permite a exploração e a descoberta de informações que podem revelar estruturas de conhecimento”. Ainda de acordo com estes autores, a mineração de dados consiste na preparação e extração de conhecimento em meio a uma grande quantidade de dados de modo sistemático, interativo e iterativo.

Considerado um assunto interdisciplinar, uma definição comumente compartilhada para *data mining* consiste no processo de descoberta de modelos para elucidar os padrões significativos e apresentar novas perspectivas. “Data mining trata da solução de problemas com base na análise de dados presentes em um banco, como por exemplo, analisar padrões de comportamentos de estudantes”, explicam Tavares, Meira e Amaral (2020, p. 48704). Os autores complementam que o processo “Envolve a aplicação de técnicas estatísticas, algoritmos de *machine learning* e análise de dados para identificar relações ocultas que podem ser utilizados para tomada de decisões e solução de problemas em diversas áreas”.

Portanto, é uma ferramenta de extrema utilidade na educação, subsidiando os profissionais da área na tomada de decisões a respeito das carências, necessidades de melhoria e potencialidades dos sistemas de ensino, bem como do desempenho de alunos com demandas específicas ao longo da sua vida estudantil. Conforme ressalta



Gatti (2019b, p. 57), “a mineração de dados é uma ferramenta importante em softwares de gestão e avaliação, pois podem fornecer métricas e relatórios precisos, oferecendo dados para acompanhamento da rotina escolar, por exemplo”. Ainda segundo a autora, a análise de dados do aluno, abrangendo aspectos como frequência, atrasos e envolvimento nas disciplinas, pode ajudar na detecção precoce de possíveis casos de evasão ou resultados abaixo do esperado, permitindo intervenções oportunas na situação.

Os dados coletados, continua Gatti (2019b), quando em grande quantidade e qualidade, têm o potencial de compor uma rede neural, que é um conjunto de dados (*big data*) utilizado em interfaces que operam com aprendizagem da máquina (*machine learning*). Essas interfaces, por sua vez, podem intervir no processo educacional e auxiliar na adequação do conteúdo às dificuldades do estudante, bem como no desenvolvimento de tutores virtuais mais especializados para atender determinada demanda. Enfim, todos esses dados “são importantes, não apenas para o desenvolvimento de softwares que se basearão nos dados e construirão novos modelos, mas também no fornecimento de dados para pesquisas que não necessariamente tem como foco a IA” (Gatti, 2019b, p. 55).

Realidade aumentada e realidade virtual

Realidade aumentada, conforme a definição de Vicari (2018, p. 36): “é uma tecnologia utilizada para unir o mundo real com o virtual”. Por meio dela pequenos componentes de uma figura, como o corpo humano, podem ser ampliados e visualizados minuciosamente com o simples gesto de apontar a lente da câmera fotográfica de um celular para o ponto desejado da figura, explica a autora.

Vicari (2018) considera a realidade virtual como sendo uma tecnologia de interface humana computacional avançada cujo propósito é recriar ao máximo a sensação de realidade para o usuário. Para isso, a interação ocorre em tempo real, valendo-se de técnicas e equipamentos que amplificam o sentimento de presença no usuário. A realidade virtual já está sendo utilizada no ensino da Medicina, por exemplo, assim como em *serious games* – do qual se fala mais adiante. Ademais, é utilizada para simular visitas a diversos locais, como edifícios e museus. Em muitos casos é criado um



personagem virtual, denominado avatar, que representa o usuário, o qual pode se deslocar virtualmente e interagir com o ambiente por meio de seu avatar.

Essas tecnologias se revelam de suma utilidade, especialmente nas disciplinas das ciências humanas, como História e Geografia, possibilitando, ao aluno, manipular artefatos históricos ou explorar virtualmente ambientes distantes. Museus utilizam esta tecnologia para oferecer, aos visitantes, uma imersão completa em culturas que habitaram eras distantes. Para viabilizar o uso dessas tecnologias é necessário empregar outras interfaces, como óculos inteligentes, fones de ouvido e diversos tipos de sensores (ópticos, magnéticos, infravermelhos), além do GPS (Vicari, 2018).

Entre os principais benefícios da utilização dessa ferramenta na educação destaca-se que “a simulação virtual pode trazer à experiência educacional maior concretude, proporcionando ao aluno um grau de abstração e possivelmente de reflexão que uma aula expositiva não conseguiria” (Gatti, 2019b, p. 56). O aperfeiçoamento da realidade virtual e da realidade aumentada tem proporcionado o surgimento de outra tecnologia: o metaverso, um mundo virtual no qual as pessoas podem interagir socialmente entre si como se estivessem no mundo real. Nesse ambiente virtual cada indivíduo, também por meio de um avatar, tem a capacidade de estudar, fazer negócios, trabalhar, socializar e realizar diversas outras atividades.

Serious games (SGs)

Os jogos, outrora relegados ao mero entretenimento, têm, progressivamente, adentrado esferas mais sérias, engendrando os chamados “jogos sérios” (*serious games*). A vasta potencialidade da gamificação no âmbito educacional é sobejamente reconhecida, assim, os *serious games* devem ser vistos como um estágio avançado do uso desta tecnologia em sala de aula.

Embora os *serious games* não tenham, primariamente, a educação básica como seu principal desígnio, uma parte destes jogos já está sendo usada com este fim, conforme Vicari (2018). Mas, como os jogos sérios utilizam tecnologias mais sofisticadas para a sua construção, como IA, realidade virtual e realidade aumentada, entre outras, o custo de seu desenvolvimento é ainda muito caro. Daí decorre o fato de que sua aplicação tem se direcionado mais para o entretenimento ou para usos no ensino



superior, em cursos da área da saúde, especialmente na Medicina. Atualmente pode-se encontrar jogos sérios como parte de atividades de STIs, pois são sistemas de IA. No entanto, sua presença no contexto educacional, no estágio atual, tende a ser independente, isto é, desvinculada de sistemas educacionais, conforme relata Vicari (2018).

Os *serious games* são uma evolução do aprendizado baseado em jogos eletrônicos e visam, conforme descrito por Vicari (2018, p. 15), o treinamento de indivíduos, sendo amplamente empregados em ambientes militares, médicos, industriais, corporativos, de engenharia, políticos, comunicacionais, de *marketing* e outros. O objetivo é a simulação, em forma de jogo, de problemas reais no mundo virtual. No contexto educacional a resolução de problemas por meio desses jogos “pode trazer benefícios ao estudante como aprimoramento da memorização em desenvolvimento da frequência de interações entre um jogo e um ambiente realista, fornecendo contexto para aprendizagem” (Tavares; Meira; Amaral, 2020, p. 48705).

Outra vantagem dos SGs está na apresentação de conceitos para desenvolver competências, a construção de conhecimentos e a promoção de atitudes em situações reais ou simuladas. Por meio da exploração da simulação e visualização de tecnologias, esses jogos têm a capacidade de contextualizar a experiência do jogador com desafios em ambientes realistas, oferecendo suporte à cognição por meio de situações lúdicas (Tavares; Meira; Amaral, 2020).

Assim como os STIs, os SGs podem ser aliados a outras tecnologias de IA, melhorando ainda mais a experiência do estudante. Conforme observa Vicari (2018, p. 52), “em Serious Games educacionais, os desafios são garantir que a IA do jogo ofereça suporte aos objetivos educacionais e que possa introduzir funções da IA na Educação, de acordo com a demanda”.

Por fim, cabe mencionar o ChatGPT, uma ferramenta conhecida como IA generativa, ou seja, capaz de produzir textos com base nas associações que a tecnologia estabelece com a internet, criando respostas com base em padrões de escrita presentes na rede. Por essa razão pode ser considerado um instrumento com capacidade de ajudar no trabalho de educadores, seja na tradução de textos; inspirando novos temas de pesquisas aos estudantes ou professores; auxiliando em debates em sala de aula; no



desenvolvimento de ideias; em abordagens específicas ou assuntos complexos (Tavares; Meira; Amaral, 2020).

Apesar dos avanços e benefícios registrados com o uso da IA na educação, isso não significa que as temáticas mencionadas anteriormente sejam unilateralmente positivas, elas também apresentam limitações e alguns autores levantam críticas a seu respeito. Desta feita, algumas problemáticas referentes ao uso da IA por parte dos discentes também estão emergindo como questões a serem enfrentadas no âmbito do processo de ensino-aprendizagem. A facilidade de acesso a informações e a transposição das mesmas, por meio de plataformas como o ChatGPT, vêm sendo debatida por autores na contemporaneidade a partir de duas questões: a primeira se refere à questão do plágio. A segunda é o fato de que IAs como o ChatGPT representam a possibilidade efetiva de obter textos prontos em formatos específicos, a depender da necessidade do estudante. O que fere um princípio ético formativo dos discentes que, diante das amplas demandas de estudo e da necessidade de cumprimento de prazos, acabam por se utilizar delas de maneira generalizada. interfaces específicas também baseadas em IA podem servir para detectar tais problemas, mas mesmo elas não são totalmente eficazes, conforme atestam Giraffa e Kohls-Santos (2023):

O plágio estudantil tornou-se uma preocupação significativa na educação. Aplicativos de detecção de plágio (por exemplo, Turnitin e iThenticate) são comumente usados para identificar o conteúdo copiado nas tarefas dos estudantes. No entanto, estudos descobriram que o ChatGPT pode ignorar esses detectores, gerando conteúdo aparentemente original. Ação imediata deve ser tomada para mitigar o impacto do ChatGPT na educação (Giraffa; Kohls-Santos, 2023, p. 129).

Ainda em uma perspectiva crítica e se referindo a Lo (2023), as citadas autoras destacam que a precisão e a confiabilidade de certas IAs para uso estudantil e mesmo acadêmico carecem de maior fundamentação ao se falar de assuntos específicos ou muito recentes. A heterogeneidade de dados pela qual essas IAs são programadas as tornam imprecisas e, ao mesmo tempo, tendenciosas, o que incide em textos/respostas problemáticos ao se falar em trabalhos científicos, uma vez que isto significa a clara sugestão de juízo de valor.



Lidar com a questão das IA na contemporaneidade, seja no ambiente educacional ou em nosso cotidiano, é algo imbricado à nossa vivência, neste sentido, uma das principais críticas de autores que vêm trabalhando com este tema se refere às dimensões éticas do uso de tais ferramentas. Fava (2018) indica que critérios éticos e de criticidade são essenciais e o papel do professor seria o de ajustar seus métodos de ensino de acordo com a necessidade de adaptação dos estudantes às mudanças que os usos (e abusos) da IA inferem.

Lo (2023, p. 130-131), por sua vez, sugere ser importante “ensinar os estudantes a usar outras fontes autorizadas (por exemplo, livros de referência) para verificar, avaliar e corroborar a correção factual das informações fornecidas”. Também é necessário um processo de “conscientização dos estudantes sobre as políticas de integridade acadêmica e sua compreensão das consequências da má conduta acadêmica” (Lo, 2023, p. 130). Desta feita, o reforço aos critérios éticos e de criticidade devem estar alinhados a metodologias de ensino onde se utilize a IA como complemento para os estudos, mas sempre compreendendo que tais prospectos não significam engessar a capacidade dos discentes de interpretar, criar e refletir.

As interfaces da ia na educação e os desafios

As interfaces de usuário estão evoluindo para serem mais intuitivas e modernas, possibilitando que as pessoas interajam com dispositivos de maneira similar à comunicação com outros indivíduos. As redes neurais, por exemplo, já modelam funções dos cérebros humanos e permitem, às máquinas, interpretar e reagir a insumos específicos, como palavras e tom de voz. Esta tecnologia encontra aplicação na área da afetividade computacional e no processamento da língua natural. À medida que essas tecnologias continuam a ser desenvolvidas, a IA aplicada à educação apresenta um potencial significativo para aprimorar o processo de ensino, especialmente por meio de *softwares* de aprendizagem adaptativa, os quais personalizam o ensino de acordo com as necessidades individuais dos alunos.

Obando (2018) descreve, em um artigo, as contribuições da psicologia cognitiva na compreensão da revolução digital na instituição escolar apresentando uma revisão



teórica sobre a relação entre aprendizagem e cérebro e o uso das TICs nas práticas pedagógicas existentes na instituição escolar. Além disso, destaca as implicações socioeducacionais emergentes decorrentes da disseminação da IA na sociedade.

A possibilidade de caracterizar a aprendizagem de acordo com o perfil de cognição do estudante busca oferecer um modelo específico de ensino vinculado à potencialização das capacidades de ensinar e aprender na educação. A tecnologia que comporta um sistema inteligente pode estabelecer uma relação híbrida, por meio de associações cognitivas concernentes ao comportamento humano, podendo contribuir com o aprimoramento intelectual do estudante por intermédio do mapeamento das atividades intelectuais a tempo de transformar dificuldades de aprendizagem em fatores de desenvolvimento cognitivo permanente.

Sagar (2020) relata que vem da neurociência os primeiros resultados voltados para aplicações educacionais em forma de tecnologias vestíveis que visam manter a atenção dos alunos direcionada para o professor durante as aulas. Tiaras utilizadas por alunos possuem sensores que recebem sinais do cérebro, do tipo eletroencefalograma (EEG), e também emitem sinais ao cérebro, para monitorar a atenção do aluno.

Os equipamentos vestíveis, em geral, estão conectados à internet e apontam um dos caminhos para usos *on-line* em aplicações educacionais. O mercado esperado para equipamentos vestíveis que utilizam IA era de U\$ 180 bilhões para 2023 (Sagar, 2020). Além do mais, aplicações educacionais costumam demandar largura de banda; logo as redes 5G também vão agregar poder de transmissão aos sistemas educacionais.

Uma das possibilidades para que a educação evolua da atual estrutura de ensino é com a mudança dos agentes de interação entre aprendiz e conhecimento. Essa mudança, longe de descartar a figura crucial do professor, impõe-lhe a responsabilidade de se adaptar às necessidades dos alunos das novas gerações. Conforme destacam Pinto, Ribeiro e Silveira (2018),

[...] a postura do professor é um diferencial na tecnologia desenvolvida. Para tanto, é importante conhecer a IA, pois o desconhecimento pode ser “um instrumento para silenciar as manifestações da consciência política das massas, e muito particularmente das nações subdesenvolvidas” (Pinto, 2005, p. 43) (Pinto; Ribeiro; Silveira, 2018, p. 83).



Para Costa (2016) a educação requer uma formação de professores que seja capaz de dialogar com a tríade educação, trabalho e sociedade. Segundo esta autora,

A (re)construção dos saberes docentes é determinante na constituição da profissão professor, que se tece numa rede, que se desenha, a partir das crenças e ideologias referentes à sua concepção de mundo, sociedade, trabalho e educação, bem como do que se acredita ser função social da docência (Costa, 2016, p. 19).

Entretanto, é interessante mencionar que não se tem notícias de mudanças significativas na educação no século XX na mesma grandeza que se observou ocorrer com a indústria e outros setores da sociedade. Os professores permanecem diante dos alunos em sala de aula expondo suas narrativas e conteúdos pré-estabelecidos. Costa (2016, p. 98) afirma que “[...] é fundamental que ocorra uma ruptura com os modelos históricos de formação [...]” e lamenta que “[...] o Estado vem se omitindo na construção de políticas públicas educacionais que visem à superação do viés assistencialista, reducionista e emergencial presente na formação de professores” (Costa, 2016, p. 96).

Por sua vez, a Unesco (2021) ressalta que o foco deve estar em aumentar as capacidades dos professores e não os substituir, visto que isso poderia acarretar diversos problemas a longo prazo. Tal organização defende, ainda, que as tecnologias, como a IA, podem ser utilizadas ou aprimoradas “para ajudar a melhorar a educação - especialmente para as pessoas mais velhas, refugiados, comunidades marginalizadas ou isoladas, e pessoas com necessidades educativas especiais” (Unesco, 2021), para, assim, atingir o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 4 (ODS4), estabelecido pelas Nações Unidas como parte da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

A IA na educação deve estar acessível a todos, independentemente de sexo, deficiência, estatuto social ou econômico, origem étnica ou cultural ou localização geográfica. Holmes *et al.* (2019) destacam um relatório recente produzido para o Conselho da Europa – organização internacional fundada em 1949 e composta por 47 países membros cuja missão é promover os direitos humanos, a democracia e o Estado de Direito na Europa – onde se reconhece que as crianças com deficiência são “desproporcionalmente desfavorecidas quando [...] utilizam tecnologias digitais”.



No entanto, estes mesmos autores fazem referência a estudos que comprovam que a IA é cada vez mais utilizada para apoiá-las, como, por exemplo, no diagnóstico da dislexia, da perturbação de hiperatividade e déficit de atenção ou de perturbações do espectro do autismo e, ainda, para apoiar a inclusão de crianças com neurodiversidade. Nestes casos têm sido empregadas tecnologias de apoio, tais como texto para fala, fala para texto, texto preditivo, corretores ortográficos e motores de busca.

Sem dúvida, a IA pode mudar o jogo para pessoas com deficiência. Já estamos testemunhando isso à medida que elas têm acesso à tecnologia para ouvir, ver e raciocinar com uma precisão impressionante, embora esse recurso ainda não esteja ao alcance de todos dada a especificidade do alto custo dos aparelhos tecnológicos que contam com mais habilidades e funcionalidades. A gigante da tecnologia Microsoft, por exemplo, tem trabalhado em soluções mais eficientes, como a transcrição de fala para texto em tempo real, serviços de reconhecimento visual e a funcionalidade de previsão de seus textos. Os avanços da IA nesses campos oferecem um potencial extraordinário, permitindo que pessoas com visão, audição, cognição, aprendizado, incapacidades de mobilidade e condições especiais de saúde mental façam mais em três cenários específicos: emprego, vida moderna e conexão humana (Holmes *et al.*, 2019).

Perante todas as opções disponíveis e os avanços a que temos assistido, não se deve esquecer de colocar os Direitos Humanos em primeiro lugar, acautelando os valores éticos e a IA ao serviço da humanidade. Albert Einstein, insigne físico alemão, salientou a ideia de que o corpo social possui todos os recursos necessários para suprimir quaisquer contratempos. Todavia, quando se observa os impactos sociais causados pela IA, é nítido que a premissa de Einstein apresenta entraves para a sua consumação. Assim, observa-se a necessidade de discutir sobre os alicerces que sustentam essa temática, com foco na IA como ferramenta educativa e inclusiva.

Dentro desse conjunto ideológico, observa-se que no Brasil os benefícios da IA no âmbito escolar não são plenamente usufruídos por uma parcela significativa de estudantes. De acordo com dados estatísticos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2021, dos 3,6 milhões de discentes sem acesso à internet ou aparelhos eletrônicos, 94,7% eram de escolas públicas (Rosas; Carneiro, 2022). Nesse viés, alunos sem uma infraestrutura tecnológica adequada são privados de serviços e



inovações de IA que auxiliam no estudo. Em suma, enquanto uma parte dos alunos for excluída tecnologicamente, o acesso democrático às IAs será uma realidade distante.

Infere-se, portanto, que o impasse precisa ter suas fundações desfeitas. Cabe ao governo, em especial ao Ministério da Educação, garantir o acesso à tecnologia para os estudantes por meio de projetos que invistam na infraestrutura digital das escolas públicas, como computadores e redes de internet gratuitas, com o intuito de tornar possível a utilização da IA nos processos de ensino-aprendizagem de forma igualitária. Quiçá, nessa via não teremos mais uma “pedra no caminho” como citado no poema célebre de Carlos Drummond de Andrade (2009).

Ressalta-se, no entanto, que para uma aplicação mais efetiva e pedagógica da IA na seara da educação para crianças especiais é altamente necessário um preparo por parte dos docentes, além do estabelecimento das demandas referentes à necessidade de cada discente.

Para que a construção da prática da inclusão seja bem-sucedida, as diferenças dos educandos devem ser reconhecidas como um recurso positivo de forma a favorecer a aprendizagem de todas as pessoas com deficiências. As diferenças entre eles devem ser reconhecidas e reunidas para fornecer oportunidades de aprendizagem para todos os educandos da escola, assim a inteligência educacional possui uma excelente ferramenta como promoção de conhecimento com autonomia oportunizando ambientes voluntários em qualquer lugar que estiverem. Além de estimular o aprendizado, é possível criar sistemas personalizados com o perfil de cada aluno (Gonçalo; Carvalho; Araújo, 2022, p. 9).

Ademais, reitera-se que se não forem tratadas devidamente, as desigualdades sociais e econômicas existentes podem ser agravadas com a implementação da IA na educação. Alunos provenientes de famílias mais privilegiadas podem ter acesso a recursos tecnológicos mais avançados e, portanto, maior vantagem na aprendizagem assistida por IA; ao passo que os estudantes oriundos de comunidades carentes podem ficar ainda mais prejudicados. Portanto, é fundamental garantir que políticas públicas sejam adotadas para democratizar o acesso à educação baseada em IA e mitigar as desigualdades.

Além do mais, a implicação da IA envolve também uma reflexão sobre a



possibilidade de discriminação. Um teste conduzido pelo Comitê Permanente pela Promoção da Igualdade de Gênero e Raça, do Senado Federal, mostra que mais de 77% dos resultados de busca na internet por “homem foto” eram imagens de pessoas brancas. Já na pesquisa por “mulher foto” a porcentagem aumentou para 92%. “O algoritmo, a inteligência artificial por trás dos mecanismos de busca, apresentam como ‘homem padrão’ e ‘mulher padrão’ o ‘homem jovem branco europeu’ e a ‘mulher jovem branca europeia’, reforçando, neste exemplo, o racismo estrutural”, conforme destaca Devair Sebastião Nunes, coordenador de grupo do trabalho do comitê (Nunes, 2022).

Neste âmbito, a obra de Benjamin (2019) se mostra seminal no que diz respeito à análise da autora sobre a proximidade entre tecnologia e racismo, equiparando algoritmos com o que ela chama de “*design* discriminatório”. A partir de análises conduzidas em contexto norte americano – a autora é professora de estudos afro-americanos na Universidade de Princeton – ela mostra que, longe de ser algo neutro, a tecnologia digital aprofunda ao mesmo tempo que esconde formas distintas de discriminação. Conforme ela, algoritmos e códigos são analisados sob uma égide problemática com usos políticos raciais, aprofundando a desigualdade social entre brancos e negros e dando ênfase a movimentos supremacistas brancos.

Assim, ao discorrer sobre um sistema que é treinado por dados, é necessário entender que esses dados já possuem vieses, uma vez que derivam de informações provenientes de diversos contextos. Com frequência tais informações carregam consigo preconceitos arraigados, refletindo a desigualdade existente nos próprios dados. Dessa forma, a IA simplesmente reproduzirá preconceitos e disparidades já existentes, conforme ressaltou o cientista político Marcio Black durante um painel na Conferência Ethos de 2023 (Alves, 2023).

Outra preocupação reside na violação da privacidade dos estudantes e educadores. Os dados coletados e analisados por meio de IA podem incluir informações pessoais como endereço, histórico de compras e histórico de navegação, entre outros. Segundo o Relatório de Monitoramento Global da Educação 2023, 89% dos 163 produtos de tecnologia educacional recomendados para a aprendizagem das crianças durante a pandemia de covid-19 possuíam a capacidade de monitorar ou monitoravam as crianças fora do horário escolar ou dos ambientes educacionais. Além disso, 39 dos



42 governos que ofertaram educação *on-line* durante a pandemia promoveram práticas que arriscaram ou infringiram os direitos de privacidade das crianças (Unesco, 2023).

Por mais que a IA represente uma revolução na educação, tanto para os professores quanto para os alunos, é válido considerar que os planos de ensino podem ser afetados de forma direta ou indireta. Visto que, “a tecnologia reduz o tempo de planejamento para a criação de uma aula, assim como pode reduzir o período de aprendizado dos alunos” (Rosas; Carneiro, 2022).

Outro ponto a ser considerado é o impacto da IA no contato entre alunos e professores. Pois, é sabido que

Quando as aulas são lecionadas de forma presencial, os professores têm um contato direto com seus alunos, conseguindo sanar dúvidas e questionamentos que surgem durante as explicações. Mas, com o uso da IA, essa interação diminui. Assim, embora haja ganhos para professores e alunos em certos aspectos, há também perdas em outros (5 cuidados [...], 2016).

Existe também a possibilidade de dependência excessiva de sistemas de IA na educação, o que pode resultar na perda de habilidades humanas essenciais, como a criatividade e a empatia. Consequentemente, o processo de aprendizagem pode se tornar mecanizado, marcado por meras repetições e reproduções de conhecimento. Conforme já citado criticamente, o ChatGPT é um exemplo disso. Apesar de lúdico, ainda é preciso superar alguns desafios, como suas limitações na capacidade de oferecer habilidades socioemocionais ou pensamento crítico aos estudantes. Ao se acostumar com essa realidade, os estudantes podem acabar perdendo a capacidade de reflexão.

Como explicou o professor Marco Antônio Moreira, no IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, esta somente acontece quando o aluno é capaz de explicar um novo conhecimento com suas próprias palavras e mostra um esforço deliberado para aprender, tanto cognitiva quanto afetivamente (Sagar, 2020). Estas duas atitudes são colocadas em risco quando o estudante manipula ferramentas de IA generativa de forma passiva e automática. É importante lembrar que a IA deve ser uma ferramenta complementar ao processo educacional, não um substituto para o envolvimento ativo dos estudantes e a interação humana em sala de aula. Logo, o



equilíbrio entre o uso da tecnologia e abordagens pedagógicas tradicionais deve ser cuidadosamente considerado.

Diante dessa visão, os encontros em sala de aula devem atender a uma necessidade social, a qual busca desenvolver competências e habilidades que acompanhem a evolução e a transformação coletiva de pessoas em um cenário extremamente globalizado, que busca incorporar as novas demandas sociais com agilidade, rapidez e assertividade em seus processos. Para isso, “a aprendizagem deve desenvolver-se num processo de negociação de significados” (Rodríguez Sacristán, 1998, p. 61). Encarando “a tecnologia educacional como uma utilização estratégica e consciente de princípios, métodos e técnicas que possam contribuir para a reorientação e melhoria do ensino, dentro de uma perspectiva globalizante, histórica e crítica” (Crochik, 1998, p. 111).

O uso da IA na educação traz desafios e benefícios, como destacado no estudo de Vicari (2018), e sua integração no processo como um todo representa uma tendência significativa. A personalização do ensino, recursos interativos e identificação precoce de dificuldades são algumas das vantagens proporcionadas pela IA, o que contribui para um aprendizado mais eficaz e engajador. Contudo, questões relacionadas à privacidade, equidade e dependência excessiva de tecnologia precisam ser abordadas para garantir uma implementação ética e equilibrada. A presença da IA na educação é uma realidade permanente, oferecendo potencial para transformar a forma como o ensino é conduzido, desde que guiada por princípios éticos e humanos, visando o desenvolvimento integral dos estudantes e sua preparação para os desafios contemporâneos.

Em síntese, a IA é um tema de uma amplitude gigantesca, que precisa ser discutido com a sociedade e entidades de ensino a fim de maximizar a empregabilidade e a velocidade de sua adoção no ensino brasileiro. Parcerias entre o setor público e privado, juntamente com investimentos em infraestrutura, são essenciais para viabilizar plenamente essa integração. Dado que, sem a devida infraestrutura, muitos estudantes e professores podem ficar excluídos dessas oportunidades, perpetuando e aumentando as desigualdades educacionais no país.

Em resposta aos novos desafios educacionais do século XXI, o desenvolvimento



da competência digital dos estudantes deve envolver a utilização segura, saudável, sustentável, crítica e responsável das tecnologias digitais para a aprendizagem e para a participação na sociedade. Além disso, o desenvolvimento da competência digital dos assistentes e técnicos escolares contribui para uma gestão mais eficiente e transparente das atividades escolares, promovendo um ambiente educacional mais dinâmico e colaborativo. Essa competência digital pode e deve ser desenvolvida através das diferentes áreas e disciplinas, a partir de uma abordagem transversal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procurou-se, neste estudo, explorar o cenário global multifacetário relativo à expansão do desenvolvimento e uso da IA. A análise das perspectivas emergentes trouxe reflexões sobre as políticas governamentais de regulamentação e implementação, bem como suas ramificações éticas, culturais e econômicas, evidenciando a necessidade de uma abordagem equilibrada e crítica em relação a integração da IA na educação.

A contextualização, mergulhada nas metamorfoses e obstáculos que permeiam as dinâmicas sociais, propiciaram apresentar e discutir as principais questões que tangenciam a sociedade do conhecimento e da informação. Nesse sentido, a convergência entre as tecnologias digitais, IA e as políticas educacionais revelam a urgência de estratégias que promovam revisões na forma como a aprendizagem é concebida e promovida, visando adequações e adaptações efetivas para um mundo cada vez mais digitalizado. Diante do inevitável avanço da ia é imperativo considerar que as instituições de ensino reavaliem os métodos tradicionais de educação, priorizando currículos que integrem a diversidade de enfoques culturais e civilizatórios, preservando valores e direitos fundamentais dos alunos.

Nessa concepção, a educação precisa avançar e exercer protagonismo nas discussões, oferecendo uma base sólida e assegurando que a IA seja integrada de maneira justa, inclusiva e eficaz. Embora seja identificada como uma tendência exponencial no ensino e aprendizagem contemporâneos, a comunidade científica ainda enfrenta carência premente de examinar o impacto dessa tecnologia nas instituições



com maior criticidade. A “imaturidade” de usos da IA na educação de uma forma mais integrada e em âmbito mais abrangente talvez seja um dos porquês dessa falta de avaliação mais aprofundada em suas dimensões problemáticas. Apesar das potencialidades, o uso da IA na educação suscita preocupações significativas, conforme apontamentos identificados nesta pesquisa.

Um dos aspectos que demanda extrema atenção é a aplicação ética e regulatória da IA na educação. A análise de autores como Lyotard (2009) ressaltou que o conhecimento, ao ser comercializado, pode perder seu "valor de uso" e ser moldado pela lógica do mercado, o que levanta preocupações sobre a mercantilização da educação. Isso implica que, ao implementar IA, é necessário um equilíbrio entre a eficiência tecnológica e a preservação dos valores educacionais fundamentais.

Nesse mesmo viés, um dos principais questionamentos diz respeito à desigualdade de acesso, onde estudantes de regiões menos desenvolvidas ou de escolas públicas frequentemente têm menos acesso a tecnologias avançadas, o que, conseqüentemente, pode agravar a disparidade educacional. Pereira (2022), por exemplo, apresenta como a infraestrutura tecnológica inadequada em muitas escolas ampliam a desigualdade educacional. Esses estudos mostram que muitos discentes ainda não têm acesso básico à internet, uma condição essencial para o aproveitamento das tecnologias de IA. Esta disparidade cria um ambiente onde a IA, ao invés de ser um fator de inclusão, pode exacerbar as desigualdades já existentes.

Além do mais, os alunos com necessidades especiais ou deficiências podem enfrentar barreiras adicionais ao acesso e uso eficaz da tecnologia de IA. Conforme abordado, é relevante que os docentes estejam capacitados para compreender as distintas necessidades que precisem de métodos de aprendizado específicos, a depender da deficiência de cada educando; neste entremeio a capacitação de professores é passo fundamental. Tanto a OCDE quanto a Unesco – duas entidades com atuação em nível mundial – enfatizam a importância contínua do papel do professor, apesar das transformações previstas. Assim, é imperativo que haja um esforço coordenado entre governos, instituições educacionais e sociedade civil para desenvolver políticas e práticas educacionais que possam atender às necessidades de todos de forma equitativa e justa.



Outro fator de distinção aferido refere-se à possibilidade de desumanização do processo educativo a partir da introdução da IA na educação. Diniz (2021) apresenta essa preocupação enfatizando que a dependência excessiva pode levar a um ambiente educacional onde as interações entre professores e alunos são minimizadas. A interação humana é fundamental no desenvolvimento social e emocional dos alunos. A substituição total por interfaces automatizadas pode reduzir as oportunidades de aprendizagem socioemocional, gerando, conseqüentemente, isolamento social, incapacidade de habilidades exigidas na resolução de problemas e de desenvolver resiliência. Críticos argumentam que a educação é um processo intrinsecamente humano que não pode ser completamente replicado por máquinas, por mais avançadas que sejam.

Ademais, é fundamental declarar que a abordagem metodológica aplicada na pesquisa possibilitou extrair padrões recorrentes nas publicações revisadas, proporcionando uma visão extensa e oferecendo informações sobre os benefícios e desafios associados à implementação da IA, sobretudo na educação. Todavia, este mesmo estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas, como o escopo geográfico. Nesse contexto, é relevante mencionar que a maior parte dos dados e exemplos analisados provêm de contextos específicos, especialmente de países mais desenvolvidos em termos de tecnologia educacional. Conseqüentemente, isso pode não refletir plenamente as realidades e os desafios enfrentados em regiões menos desenvolvidas.

A pesquisa também mostrou que a integração da IA na educação não é homogênea entre os países. Segundo um relatório da Unesco, apenas 31 países e territórios possuem currículos formais de IA desenvolvidos ou em desenvolvimento, destacando a necessidade de um maior empenho global para incluir competências em IA desde a educação básica. Países como a Alemanha, França e Coréia do Sul estão na vanguarda desta integração, enquanto muitos outros ainda precisam desenvolver iniciativas semelhantes (Unesco, 2022).

Outra questão limitante diz respeito às fontes de dados para a análise bibliográfica. O estudo está baseado principalmente em fontes disponíveis em plataformas renomadas, mas pode-se não ter capturado todas as nuances e



perspectivas, especialmente aquelas publicadas em idiomas ou locais menos acessíveis. Pesquisas quantitativas futuras podem complementar os achados com dados estatisticamente representativos, visto que a eficácia real e a adaptabilidade dessas tecnologias podem variar amplamente quando aplicadas em diferentes contextos educacionais. Nesse sentido, um dos principais entraves reside na lacuna entre a teoria e a prática, considerando-se que a falta de exemplos práticos também dificulta a compreensão e aplicação concreta desses conceitos pelos educadores.

Assim sendo, apesar dos desafios de pesquisa, os estudos localizados ofereceram reflexões significativas sobre as oportunidades e benefícios decorrentes da integração da IA na educação. A personalização do aprendizado, por exemplo, foi identificada como um dos maiores benefícios, com o potencial de melhorar significativamente o desempenho acadêmico dos alunos. Além disso, a IA pode automatizar muitas tarefas administrativas e burocráticas, permitindo que os educadores possam ajustar suas estratégias de ensino de forma mais eficaz, focando no desenvolvimento humano e no suporte emocional e social. Essa automação pode incluir desde a correção de provas e o gerenciamento de registros acadêmicos até a previsão de necessidades futuras de aprendizado com base em dados históricos e padrões de desempenho dos alunos. Nesse contexto, a IA pode oferecer suporte ao aprendizado, identificando áreas onde os discentes possuem dificuldades e fornecendo, desta forma, recursos adicionais para ajudá-los. Isso garante que os estudantes possam receber suporte contínuo. É imperativo mencionar que a análise de grande volume de dados educacionais também pode identificar tendências e padrões que informam práticas pedagógicas e políticas educacionais mais eficazes.

Desse modo, a interação entre o homem e a IA emerge como um dos aspectos mais importantes globalmente na próxima década. Logo, é imperativo que a IA aplicada à educação seja capaz de responder a novos questionamentos. Por conseguinte, é fundamental reconhecer que mesmo que os estudos sobre IA estejam frequentemente associados à sua natureza tecnológica, é preciso considerar que ela vai além disso. A IA possui valores e implicações que ainda devem ser explorados e compreendidos profundamente.

Assim, infere-se que a validade do tema sobre o impacto da IA na educação para



a comunidade acadêmica é inquestionável. Este tema não apenas aborda questões tecnológicas e pedagógicas de ponta, mas também toca em aspectos éticos, sociais e políticos de grande relevância. O que o coloca, ao mesmo tempo, como atual no sentido de estar integrado ao desenvolvimento tecnológico da sociedade na seara educacional, remetendo, ainda, a princípios filosóficos milenares referentes à cultura de convivência entre os seres humanos.

Por fim, a presente pesquisa não exaure as discussões tampouco estabelece uma conclusão sobre as perspectivas e avanços da IA, principalmente por considerar um tema extremamente recente, complexo e multidisciplinar que demanda novas e contínuas investigações. As análises deixaram lacunas e questionamentos, mas também propiciaram respostas e reflexões que podem colaborar com futuras pesquisas sobre o universo da IA e, assim, propor outras teorias e métodos que forem julgados pertinentes para a educação.

Com base na análise detalhada apresentada na dissertação, várias direções promissoras para futuras pesquisas na área de IA na educação podem ser identificadas. Dentre elas o estudo pode focar no desenvolvimento e na avaliação. É altamente recomendado, também, examinar o impacto a longo prazo da integração da IA na educação sobre o desempenho dos alunos, a equidade e a inclusão. Pesquisas longitudinais são necessárias para avaliar como a exposição contínua a tecnologias de IA influencia o desenvolvimento acadêmico, as habilidades sociais e emocionais. Futuras pesquisas também devem focar na criação de *frameworks* éticos robustos e diretrizes de privacidade que possam orientar a implementação responsável da IA em contextos educacionais. Outra possibilidade é investigar como preparar educadores para integrar eficazmente as tecnologias de IA em suas práticas pedagógicas. Ademais, investigações podem explorar programas de formação de professores e desenvolvimento profissional contínuo que capacitem os educadores a utilizar a IA de maneira eficaz e ética. As análises experimentais e quase-experimentais também podem ser realizadas para comparar o desempenho dos alunos que utilizam interfaces de aprendizado adaptativo com aqueles que seguem métodos de ensino tradicionais. Pesquisas psicossociais, incluindo impactos sobre a motivação, a autoconfiança e a interação social dos alunos necessariamente também precisam ser consideradas.



Por fim, estas considerações funcionam como um lembrete de que o trabalho realizado até aqui não representa um desfecho, mas sim um ponto de partida para o desenvolvimento de outras pesquisas acerca da temática abordada. Em um futuro bem próximo pretende-se que esta pesquisa seja um pontapé inicial que incite novas investigações no sentido de direcionar discussões em busca de um sistema educacional genuinamente inclusivo, envolvente e preparatório no enfrentamento dos desafios que o porvir nos reserva.



REFERÊNCIAS

- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2011.
- OCDE. What students learn matters: towards a 21st century curriculum. Paris: OCDE, 2020. DOI 10.1787/d86d4d9a-en. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/education/what-students-learn-matters_d86d4d9a-en.
- OCDE. Open government data report: enhancing policy maturity for sustainable impact. Paris: OCDE, 2019. DOI 10.1787/12ea5027-en. Disponível em: https://read.oecd-ilibrary.org/governance/rapport-sur-les-donnees-ouvertes-publiques_12ea5027-fr#page1.
- LYOTARD, Jean-François. A condição pós-moderna. Tradução: Ricardo Corrêa Barbosa. Rio de Janeiro: José Olympio, 2009.
- PEDRÓ, Francesc et al. Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development. Paris: Unesco, 2019.
- Pereira, João. Infraestrutura tecnológica e desigualdade na educação. São Paulo: Tecnologias Educacionais, 2022.
- PIAUI. Secretaria de Estado de Educação do Piauí. Piauí será o primeiro estado a incluir inteligência artificial no currículo escolar. Teresina: Seduc, 2023. Disponível em: <https://www.pi.gov.br/noticia/piaui-sera-o-primeiro-estado-a-incluir-inteligencia-artificial-no-curriculo-escolar>.
- SÃO PAULO (Estado). FREITAS, Aline. Governo de SP avalia utilizar inteligência artificial para 'aprimorar' conteúdo digital nas escolas estaduais. G1, São Paulo, 17 abr. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2024/04/17/governo-de-sp-avalia-utilizar-inteligencia-artificial-para-aprimorar-conteudo-digital-nas-escolas-estaduais.ghtml>.
- UNESCO. Currículos de IA para a educação básica: um mapeamento de currículos de IA aprovados pelos governos. Paris: Unesco, 2022. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_por.
- UNESCO. Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. Paris: Unesco, 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386510_spa?posInSet=1&queryId=f65f4d61-dc5e-4189-9b28-fba3d630fded.
- UNESCO. Relatório de monitoramento global da educação: a tecnologia na educação: uma ferramenta a serviço de quem? Paris: Unesco, 2023. Disponível em:



https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147_por.

VERISSÍMO, Walisson. Pioneiros da inteligência artificial: primeira turma da UFG se forma com projetos inovadores e R\$ 1,3 milhão em renda. O Popular, Goiânia, 14 fev. 2024. Cidades. Disponível em: <https://opopular.com.br/cidades/primeira-turma-de-inteligencia-artificial-se-forma-na-ufg-1.3109338>.

VICARI, Rosa Maria et al. Inteligência artificial na educação básica. São Paulo: Novatec Editora, 2023. E-book.