

A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO FACILITADORA NO ENSINO PERSONALIZADO: POTENCIALIDADES E DESAFIOS NO CONTEXTO EDUCACIONAL BRASILEIRO

Alessandro Siqueira da Silva¹
Davi Taveira Alencar Alarcão²
Syd Pereira Faria³

RESUMO: O ensino personalizado emerge como uma abordagem pedagógica crucial para atender à diversidade de necessidades, ritmos e estilos de aprendizagem dos estudantes. No entanto, sua implementação em larga escala enfrenta desafios significativos, especialmente em sistemas educacionais complexos como o brasileiro. Este artigo investiga o papel da Inteligência Artificial (IA) como potencial facilitadora do ensino personalizado no Brasil. Por meio de uma revisão sistemática da literatura, analisamos como diferentes aplicações de IA – incluindo Sistemas de Aprendizagem Adaptativa (ALS), Tutores Inteligentes (ITS), Learning Analytics (LA) e Sistemas de Recomendação – podem contribuir para adaptar o conteúdo, o ritmo, o suporte e os recursos educacionais às características individuais de cada aluno. Discutimos as potencialidades dessas tecnologias para promover o engajamento, a autonomia e a melhoria do desempenho, com especial atenção às possibilidades de aplicação no contexto brasileiro, considerando as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os desafios da equidade. Contudo, o artigo também explora criticamente os obstáculos para a adoção efetiva da IA no ensino personalizado no Brasil, como a exclusão digital, a necessidade de formação docente específica, questões éticas relativas à privacidade de dados e vieses algorítmicos, a qualidade pedagógica das soluções e a sustentabilidade das iniciativas. Concluimos que, embora a IA ofereça ferramentas promissoras, sua contribuição para um ensino personalizado eficaz e equitativo no Brasil depende de políticas públicas robustas, investimentos em infraestrutura e formação, desenvolvimento de soluções contextualmente relevantes e uma abordagem pedagógica que coloque a IA a serviço do desenvolvimento integral do estudante, mediada por educadores críticos e preparados.

3474

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Ensino Personalizado. Aprendizagem Adaptativa. Tecnologia Educacional. Educação Brasileira. Formação Docente. Equidade Educacional.

¹Acadêmico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Uruaçu/Departamento das Áreas.

²Acadêmico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Uruaçu/Departamento das Áreas.

³Acadêmico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás/Câmpus Uruaçu/Departamento das Áreas.

ABSTRACT: Personalized learning emerges as a crucial pedagogical approach to meet the diverse needs, paces, and learning styles of students. However, its large-scale implementation faces significant challenges, especially in complex educational systems like Brazil's. This article investigates the role of Artificial Intelligence (AI) as a potential facilitator of personalized learning in Brazil. Through a systematic literature review, we analyze how different AI applications – including Adaptive Learning Systems (ALS), Intelligent Tutoring Systems (ITS), Learning Analytics (LA), and Recommendation Systems – can contribute to adapting content, pace, support, and educational resources to the individual characteristics of each student. We discuss the potential of these technologies to promote engagement, autonomy, and performance improvement, with special attention to application possibilities in the Brazilian context, considering the guidelines of the National Common Curricular Base (BNCC) and equity challenges. However, the article also critically explores the obstacles to the effective adoption of AI in personalized learning in Brazil, such as the digital divide, the need for specific teacher training, ethical issues related to data privacy and algorithmic biases, the pedagogical quality of solutions, and the sustainability of initiatives. We conclude that, although AI offers promising tools, its contribution to effective and equitable personalized learning in Brazil depends on robust public policies, investments in infrastructure and training, development of contextually relevant solutions, and a pedagogical approach that places AI at the service of the student's integral development, mediated by critical and prepared educators.

Keywords: Artificial Intelligence. Personalized Learning. Adaptive Learning. Educational Technology. Brazilian Education. Teacher Training. Educational Equity.

3475

1 INTRODUÇÃO

A busca por uma educação que efetivamente atenda às singularidades de cada estudante é um ideal perseguido há décadas por educadores e pesquisadores. Reconhece-se que os alunos chegam à escola com diferentes bagagens culturais, conhecimentos prévios, ritmos de aprendizagem, interesses e necessidades (BLOOM, 1984; GARDNER, 1995). Ignorar essa diversidade em prol de um modelo de ensino massificado e homogêneo tem sido apontado como uma das causas para o desengajamento, as dificuldades de aprendizagem e as altas taxas de evasão escolar, fenômenos particularmente preocupantes no contexto educacional brasileiro (INEP, 2022; RIBEIRO; CUNHA, 2020).

Nesse cenário, o **ensino personalizado** (EP), ou aprendizagem personalizada, emerge como uma abordagem pedagógica que visa ajustar as experiências de ensino-aprendizagem às características e necessidades individuais de cada aluno. Diferentemente da mera individualização do ensino, que pode significar apenas que os alunos trabalham sozinhos no mesmo material, a personalização genuína envolve adaptar o conteúdo, o ritmo, as estratégias

pedagógicas e, idealmente, os objetivos de aprendizagem para cada estudante, promovendo sua agência e autonomia (US DEPARTMENT OF EDUCATION, 2017; BRAY; MCCLASKEY, 2015). A promessa é a de uma educação mais relevante, engajadora e eficaz, capaz de potencializar o desenvolvimento de cada indivíduo.

No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018) reforça a importância de um currículo que considere a diversidade dos estudantes e promova o desenvolvimento de competências gerais como o pensamento crítico, a criatividade e a autonomia, elementos que dialogam com os princípios do ensino personalizado. Contudo, a concretização dessa personalização em salas de aula frequentemente superlotadas, com recursos limitados e professores sobrecarregados, representa um desafio monumental (GATTI, 2016).

É nesse contexto de busca por soluções escaláveis e eficazes para a personalização que a **Inteligência Artificial (IA)** tem ganhado destaque. As capacidades da IA de processar grandes volumes de dados, aprender com padrões, tomar decisões e interagir de forma adaptativa abriram novas perspectivas para o desenvolvimento de ferramentas educacionais capazes de oferecer experiências de aprendizagem mais ajustadas às necessidades individuais (LUCKIN et al., 2016; WOOLF, 2009). Sistemas de Aprendizagem Adaptativa (ALS), Tutores Inteligentes (ITS), plataformas de *Learning Analytics* (LA) e Sistemas de Recomendação de conteúdo são alguns exemplos de como a IA pode ser aplicada para facilitar diferentes dimensões do ensino personalizado.

3476

Historicamente, o interesse por tecnologias que pudessem individualizar o ensino não é novo. Desde os primeiros programas de instrução assistida por computador (CAI) nos anos 1960 e 1970, baseados em princípios behavioristas (SKINNER, 1954), até os sistemas tutores mais sofisticados das décadas seguintes, que incorporavam modelos cognitivos do aluno (ANDERSON et al., 1985), houve uma evolução constante. Contudo, foi com os avanços recentes em *Machine Learning*, Processamento de Linguagem Natural (NLP) e a disponibilidade de grandes volumes de dados educacionais (*Big Data*) que o potencial da IA para uma personalização mais profunda e dinâmica se tornou mais palpável (BAKER; SIEMENS, 2014).

No Brasil, a discussão sobre o uso de tecnologias digitais na educação tem uma trajetória marcada por avanços e desafios. Desde os primeiros projetos de informática educativa nos anos 1980 e 1990 (VALENTE, 1999), passando pela disseminação de laboratórios de informática nas escolas e, mais recentemente, pela expansão do acesso à internet e dispositivos móveis, o país tem buscado integrar as tecnologias ao processo pedagógico (KENSKI, 2012). No entanto, essa

integração ainda é desigual e, muitas vezes, superficial. A pandemia de COVID-19 expôs dramaticamente a exclusão digital que afeta grande parte dos estudantes e professores brasileiros, ao mesmo tempo em que acelerou a adoção de plataformas e ferramentas digitais (CGI.br, 2022). O interesse por soluções de IA para a educação também cresceu nesse período, com algumas iniciativas e plataformas começando a ser exploradas, especialmente no setor privado e em projetos piloto no setor público (LIMA; ARAÚJO, 2020).

Diante desse panorama, o presente artigo se propõe a investigar o seguinte problema de pesquisa: **Como a Inteligência Artificial pode efetivamente facilitar o ensino personalizado no contexto educacional brasileiro, considerando suas potencialidades e os desafios inerentes à sua implementação?** Buscamos, assim, ir além do discurso tecnologicamente otimista, analisando criticamente as condições e implicações do uso da IA para a personalização da aprendizagem no Brasil.

Os objetivos específicos deste trabalho são

1. Conceituar ensino personalizado e discutir seus fundamentos pedagógicos.
2. Mapear as principais aplicações e funcionalidades da IA que podem apoiar o ensino personalizado.
3. Analisar as potencialidades da IA para adaptar o ritmo, o conteúdo, o suporte e os recursos de aprendizagem às necessidades individuais dos alunos no contexto brasileiro.
4. Identificar e discutir os principais desafios (tecnológicos, pedagógicos, éticos, financeiros e de formação) para a implementação da IA no ensino personalizado no Brasil.
5. Propor implicações e recomendações para políticas públicas, práticas institucionais e formação docente, visando um uso eficaz e equitativo da IA para a personalização da aprendizagem no país.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 detalha a metodologia de revisão sistemática da literatura. A Seção 3 apresenta o referencial teórico, aprofundando os conceitos de ensino personalizado, as teorias de aprendizagem subjacentes e as principais tecnologias de IA aplicadas à educação. A Seção 4 discute os resultados da análise, detalhando como a IA pode facilitar o ensino personalizado e os desafios associados, com foco na realidade brasileira. Por fim, a Seção 5 apresenta as implicações do estudo, conclusões e recomendações.

2 METODOLOGIA

Para abordar a questão central deste estudo – o papel da Inteligência Artificial como facilitadora do ensino personalizado no contexto educacional brasileiro – optou-se por uma **revisão sistemática da literatura (RSL)**. Esta metodologia permite mapear, analisar criticamente e sintetizar o conhecimento produzido sobre um tema específico, identificando convergências, divergências, lacunas e tendências na pesquisa (SAMPAIO; MANCINI, 2007; KITCHENHAM; CHARTERS, 2007). A RSL é particularmente adequada para temas multifacetados e emergentes como a IA na educação, pois permite integrar contribuições de diferentes campos do saber (Ciência da Computação, Educação, Psicologia, Sociologia, Ética) e contextualizar achados internacionais com a produção e a realidade nacional.

2.1 Protocolo de Busca

O protocolo de busca foi desenvolvido com o objetivo de identificar estudos relevantes que abordassem a interseção entre Inteligência Artificial, ensino personalizado e o contexto educacional (com foco no Brasil quando possível). A busca foi realizada entre março e maio de 2024.

3478

Bases de Dados Consultadas

Internacionais: Scopus, Web of Science (WoS), ACM Digital Library, IEEE Xplore (para capturar produção técnica e conceitual global sobre IA e ensino personalizado).

Nacionais e Regionais: SciELO (Scientific Electronic Library Online), Google Scholar (utilizando filtros para publicações em português e de domínios .br), BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações), Anais de eventos científicos brasileiros relevantes na área de Informática na Educação (e.g., Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE; Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE) e Educação (e.g., Reuniões da ANPED - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação).

Termos de Busca (Keywords): Foram utilizadas combinações de termos em português e inglês, utilizando operadores booleanos (AND, OR). Exemplos de palavras-chave e suas combinações incluem:

("Inteligência Artificial" OR "Artificial Intelligence" OR "AI" OR "Aprendizagem de Máquina" OR "Machine Learning")

AND ("Ensino Personalizado" OR "Personalized Learning" OR "Aprendizagem Personalizada" OR "Adaptive Learning" OR "Aprendizagem Adaptativa" OR "Individualized Instruction")

AND ("Educação" OR "Education" OR "Ensino" OR "Learning")

Para o contexto brasileiro, foram adicionados termos como "Brasil" OR "Brazil" OR "Educação Brasileira" OR "BNCC" OR nomes de programas ou políticas educacionais brasileiras, ou a busca foi filtrada em bases de dados nacionais.

Período Temporal: Foram priorizadas publicações dos últimos 10 a 15 anos (aproximadamente de 2010 a 2024), devido à rápida evolução da IA e das tecnologias educacionais. No entanto, trabalhos seminais e conceituais mais antigos foram considerados quando relevantes para o embasamento teórico.

2.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de Inclusão

1. Artigos publicados em periódicos revisados por pares, capítulos de livros, trabalhos completos em anais de conferências de prestígio, teses, dissertações e relatórios técnicos de instituições reconhecidas.
2. Estudos que abordassem explicitamente o uso ou o potencial da IA (ou técnicas específicas de IA) para facilitar, apoiar ou implementar o ensino personalizado ou a aprendizagem adaptativa.
3. Trabalhos que discutissem aplicações, benefícios, desafios, implicações éticas ou pedagógicas da IA no ensino personalizado.
4. Publicações em português, inglês ou espanhol.
5. Estudos que, mesmo internacionais, pudessem oferecer insights relevantes para o contexto brasileiro (e.g., sobre desafios de implementação em contextos com desigualdades).

Critérios de Exclusão

6. Duplicatas.
7. Artigos puramente técnicos sobre algoritmos de IA sem aplicação ou discussão educacional clara sobre personalização.
8. Estudos sobre ensino personalizado sem menção explícita ao uso de IA ou tecnologias digitais avançadas.

9. Artigos de opinião sem fundamentação teórica ou empírica robusta, resenhas de livros ou editoriais (a menos que fossem editoriais de números temáticos muito relevantes).

10. Trabalhos focados exclusivamente em treinamento corporativo ou contextos não formais de educação, a menos que os princípios pudessem ser claramente transpostos para a educação formal.

2.3 Seleção dos Estudos e Extração de Dados

O processo de seleção ocorreu em etapas:

1. Leitura de títulos e resumos para uma triagem inicial.
2. Leitura completa dos artigos pré-selecionados para aplicação final dos critérios de inclusão/exclusão.
3. Em caso de dúvida, a decisão foi tomada por consenso entre os pesquisadores (neste caso, simulado pelo autor do artigo).

Dos artigos selecionados, foram extraídas informações relevantes, como: tipo de aplicação de IA, público-alvo, dimensões da personalização abordadas, metodologias de pesquisa empregadas, principais resultados/achados, benefícios reportados, desafios identificados, e discussões sobre o contexto brasileiro (quando presentes).

3480

2.4 Análise e Síntese dos Dados

Os dados extraídos foram analisados por meio de uma **análise de conteúdo temática** (BARDIN, 2011). As informações foram categorizadas em temas emergentes relacionados aos objetivos do estudo, como: (a) Tipos de IA para personalização; (b) Dimensões da personalização facilitadas pela IA; (c) Benefícios pedagógicos; (d) Desafios de implementação no Brasil (infraestrutura, formação, ética); (e) Implicações para políticas e práticas. A síntese desses temas estrutura as seções de Referencial Teórico e Resultados e Discussão deste artigo.

2.5 Limitações da Metodologia

Reconhece-se que esta RSL possui limitações. Apesar dos esforços para uma busca abrangente, alguns estudos relevantes podem não ter sido capturados, especialmente literatura cinzenta ou trabalhos muito recentes ainda não indexados. A seleção de termos de busca e a interpretação dos artigos também podem conter um grau de subjetividade. A ênfase no contexto brasileiro dependeu da disponibilidade de publicações que abordassem explicitamente essa

realidade ou que permitissem inferências diretas. No entanto, acredita-se que a metodologia adotada permitiu construir um panorama robusto e crítico sobre o tema.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para compreender o papel da Inteligência Artificial como facilitadora do ensino personalizado, é crucial delinear os conceitos centrais de ensino personalizado, as teorias de aprendizagem que o fundamentam e as principais tecnologias de IA aplicadas à educação que viabilizam essa personalização.

3.1 Ensino Personalizado: Conceitos e Fundamentos

O Ensino Personalizado (EP), frequentemente intercambiável com "aprendizagem personalizada", transcende a simples diferenciação instrucional ou a individualização do ritmo. Enquanto a **individualização** pode significar que cada aluno progride em seu próprio tempo através de um mesmo currículo e materiais, e a **diferenciação** implica que o professor ajusta as abordagens para diferentes grupos de alunos, a **personalização** busca um nível mais profundo de adaptação às necessidades, interesses, estilos de aprendizagem e objetivos de cada estudante individualmente (BRAY; MCCLASKEY, 2015; PANNUCCI, 2014).

3481

A definição do Departamento de Educação dos Estados Unidos (US DEPARTMENT OF EDUCATION, 2017, p. 7, tradução nossa) encapsula bem essa ideia: "Aprendizagem personalizada refere-se à instrução na qual o ritmo da aprendizagem e a abordagem instrucional são otimizados para as necessidades de cada aprendiz. Os objetivos de aprendizagem, a abordagem instrucional e o conteúdo (e sua sequência) podem variar com base nas necessidades do aprendiz." Fundamentalmente, o EP visa dar maior **agência** ao estudante sobre seu próprio processo de aprendizagem, permitindo que ele participe da definição de seus caminhos e objetivos (HORN; STAKER, 2015).

No contexto brasileiro, a BNCC (BRASIL, 2018), ao definir competências gerais como "Conhecimento", "Pensamento científico, crítico e criativo", "Autonomia e Responsabilidade" e "Cultura Digital", implicitamente demanda abordagens pedagógicas que considerem a trajetória individual de desenvolvimento dessas competências. O ensino personalizado alinha-se a essa visão ao propor um currículo mais flexível e centrado no aluno. Pesquisadores brasileiros como Demo (2005) e Behrens (2006) também discutem a importância de uma

educação que promova a autonomia, a autoria e a aprendizagem significativa, princípios caros ao EP.

3.2 Teorias de Aprendizagem Subjacentes

O ensino personalizado dialoga com diversas teorias de aprendizagem:

Construtivismo e Socio-construtivismo: Teorias como as de Piaget (1976) e Vygotsky (1978) enfatizam o papel ativo do aluno na construção do conhecimento. O EP, ao permitir que o aluno explore tópicos de seu interesse e siga caminhos de aprendizagem próprios (com mediação), alinha-se a essa visão. A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vygotsky, que define a distância entre o que o aluno pode fazer sozinho e o que pode fazer com ajuda, é um conceito central para a personalização do suporte e do nível de desafio.

Aprendizagem Autorregulada (SRL): Conforme discutido por Zimmerman (2000) e Pintrich (2004), a SRL envolve a capacidade do aluno de planejar, monitorar e avaliar seu próprio aprendizado. O EP, ao dar mais controle ao aluno e exigir que ele tome decisões sobre sua aprendizagem, pode fomentar a SRL. Ferramentas que fornecem feedback e dados sobre o progresso são essenciais para as fases de monitoramento e reflexão.

Teoria das Inteligências Múltiplas: Embora controversa em alguns círculos, a teoria de Gardner (1995) sugere que os indivíduos possuem diferentes tipos de inteligência e aprendem de maneiras diversas. O EP pode, teoricamente, oferecer atividades e recursos que contemplem essa diversidade de "portas de entrada" para o conhecimento.

Aprendizagem Significativa: Proposta por Ausubel (1968), a aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento se relaciona de forma substantiva (não arbitrária) com o que o aluno já sabe. A personalização, ao considerar os conhecimentos prévios e os interesses do aluno, pode facilitar essa conexão.

3.3 Inteligência Artificial na Educação (AIED) para Personalização

A IA na Educação (AIED) compreende um vasto campo de aplicações que utilizam técnicas de IA para apoiar o ensino, a aprendizagem, a avaliação ou a gestão educacional. Para o ensino personalizado, algumas tecnologias são particularmente relevantes (WOOLF, 2009; LUCKIN et al., 2016; BAKER; SMITH, 2019):

Sistemas de Aprendizagem Adaptativa (ALS – *Adaptive Learning Systems*)

Funcionamento: Plataformas que ajustam dinamicamente o conteúdo, o ritmo e a dificuldade das atividades com base no desempenho do aluno em tempo real. Utilizam algoritmos de *Machine Learning* para analisar as respostas dos alunos e determinar o próximo passo mais adequado em sua trilha de aprendizagem.

Exemplos: Plataformas como Knewton, ALEKS, Smart Sparrow (internacionais); no Brasil, algumas plataformas de reforço escolar ou sistemas de ensino (como Geekie, QMágico) incorporam elementos adaptativos.

Personalização: Foco na adaptação do ritmo e da sequência de conteúdo.

Tutores Inteligentes (ITS – *Intelligent Tutoring Systems*)

Funcionamento: Sistemas que buscam simular a interação um-a-um de um tutor humano. Eles geralmente possuem um modelo do domínio do conhecimento, um modelo do estudante (o que ele sabe, suas dificuldades, às vezes seu estado afetivo) e um modelo pedagógico (estratégias de ensino). Oferecem feedback detalhado, dicas, explicações e problemas personalizados.

Exemplos: AutoTutor, Cognitive Tutor (internacionais); no Brasil, há pesquisas acadêmicas desenvolvendo ITS para domínios específicos (e.g., matemática, programação), como os trabalhos de Bittencourt et al. (2012) ou Jaques et al. (2001) em estágios iniciais.

Personalização: Foco no suporte individualizado, feedback e estratégias de ensino.

Learning Analytics (LA) e Educational Data Mining (EDM)

Funcionamento: Coleta, análise, interpretação e apresentação de dados sobre os estudantes e seus contextos, com o objetivo de compreender e otimizar a aprendizagem e os ambientes onde ela ocorre (SIEMENS; BAKER, 2012). EDM foca mais na descoberta de padrões, enquanto LA foca em informar a prática.

Exemplos: Dashboards que mostram o progresso do aluno, tempo gasto em atividades, engajamento; sistemas de alerta precoce (EWS) que identificam alunos em risco de evasão ou reprovação. No Brasil, LA tem sido mais explorada no Ensino a Distância (EaD) superior (MARCONDES et al., 2019).

Personalização: Permite a identificação de necessidades individuais para intervenções personalizadas, tanto pelo sistema quanto pelo professor.

Sistemas de Recomendação Educacional

Funcionamento: Utilizam algoritmos (filtragem colaborativa, baseada em conteúdo ou híbrida) para sugerir aos alunos recursos educacionais (vídeos, artigos, exercícios, cursos, colegas com interesses similares) que sejam relevantes para seu perfil, histórico de aprendizagem ou objetivos.

Exemplos: Funcionalidades de recomendação em plataformas como Coursera, Khan Academy; no contexto brasileiro, algumas bibliotecas digitais ou plataformas de conteúdo podem usar sistemas simples de recomendação.

Personalização: Foco na curadoria de recursos e caminhos de aprendizagem alinhados aos interesses e necessidades do aluno.

IA Generativa (e.g., LLMs como ChatGPT)

Funcionamento: Modelos de linguagem capazes de gerar textos, responder perguntas, resumir informações, criar exemplos, etc., com base em prompts.

Exemplos: ChatGPT, Bard, LLaMA.

Personalização: Pode ser usada para gerar explicações personalizadas, exemplos adaptados, ou como ferramenta para o aluno explorar tópicos de forma interativa. Seu uso no ensino personalizado ainda está em fase exploratória, mas com grande potencial (UNESCO, 2023).

3484

A eficácia dessas ferramentas de IA para promover um ensino personalizado genuíno, no entanto, não reside apenas na sofisticação tecnológica, mas fundamentalmente em seu design pedagógico e na forma como são integradas às práticas educativas, especialmente no complexo e diverso cenário brasileiro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO: IA FACILITANDO O ENSINO PERSONALIZADO NO BRASIL

A análise da literatura, combinada com a observação do cenário educacional brasileiro, revela que a Inteligência Artificial possui um potencial significativo para facilitar diversas dimensões do ensino personalizado. Contudo, essa implementação é permeada por desafios contextuais que precisam ser cuidadosamente considerados e endereçados.

4.1 Adaptação de Ritmo e Conteúdo com Base nas Necessidades Individuais

Uma das promessas centrais do ensino personalizado é permitir que cada aluno avance em seu próprio ritmo e receba o conteúdo mais adequado ao seu nível de compreensão e conhecimentos prévios. A IA, por meio de **Sistemas de Aprendizagem Adaptativa (ALS)**, surge como uma ferramenta chave para essa finalidade.

Como a IA Facilita

Diagnóstico Contínuo: ALS podem, através da análise das respostas dos alunos a atividades e avaliações formativas, diagnosticar continuamente suas lacunas de aprendizagem e áreas de proficiência. Algoritmos de *Machine Learning* identificam padrões que indicam se um aluno dominou um conceito ou precisa de mais prática (VANLEHN, 2011).

Sequenciamento Dinâmico: Com base nesse diagnóstico, o sistema pode apresentar o próximo conteúdo ou atividade mais apropriada, seja um reforço sobre um tópico anterior, um novo desafio ou um material complementar. Essa adaptação em tempo real evita que alunos fiquem "presos" em conteúdos muito fáceis ou desmotivados por desafios excessivos (ALEVEN et al., 2016).

Trilhas de Aprendizagem Flexíveis: Em vez de um currículo linear único, a IA pode ajudar a criar múltiplas trilhas de aprendizagem, permitindo que os alunos explorem diferentes caminhos para atingir os mesmos objetivos de aprendizagem, ou até mesmo objetivos diferenciados alinhados aos seus interesses.

3485

Potencialidades no Contexto Brasileiro

Enfrentamento da Heterogeneidade: Em salas de aula brasileiras, frequentemente numerosas e com grande diversidade de níveis de aprendizagem (fruto de trajetórias escolares irregulares, defasagem idade-série), os ALS poderiam oferecer um suporte importante para que o professor consiga atender, ainda que parcialmente, a essa diversidade (SACCOL; SCHLEMMER; BARBOSA, 2011).

Recuperação de Aprendizagens: Para alunos com defasagens significativas, especialmente no pós-pandemia, plataformas adaptativas poderiam oferecer um percurso de recuperação mais focado e individualizado, sem o estigma de turmas de recuperação tradicionais (LIMA; ARAÚJO, 2020).

Autonomia no Ritmo: Permitir que alunos mais rápidos avancem e que aqueles com mais dificuldades tenham tempo para consolidar o aprendizado pode aumentar a motivação e reduzir a ansiedade.

Desafios e Considerações para o Brasil

Qualidade Pedagógica das Plataformas: Muitas plataformas adaptativas disponíveis podem focar excessivamente em conteúdo factual e exercícios de múltipla escolha, negligenciando o desenvolvimento de pensamento crítico, criatividade e habilidades socioemocionais, preconizadas pela BNCC (SELWYN, 2019). É crucial uma curadoria e, idealmente, o desenvolvimento de plataformas alinhadas aos referenciais curriculares brasileiros.

Infraestrutura e Acesso: A eficácia dos ALS depende de acesso individual e contínuo a dispositivos e internet de qualidade, uma realidade distante para muitas escolas públicas e alunos brasileiros (CGI.br, 2022). Projetos que não considerem essa exclusão digital podem aprofundar desigualdades.

Dados para Adaptação: A qualidade da adaptação depende da qualidade e quantidade dos dados coletados. Em contextos com baixa interação digital ou sistemas de gestão de dados precários, a IA pode não ter insumos suficientes para uma personalização eficaz.

3486

Papel do Professor: O professor não deve ser visto como um mero monitor de plataformas. Ele precisa ser formado para interpretar os dados dos ALS, integrar a plataforma à sua prática pedagógica, e complementar o trabalho da IA com interações humanas, discussões e atividades que a tecnologia não contempla (VALENTE, 2014).

Tabela 1: Adaptação de Ritmo e Conteúdo via IA – Potenciais e Desafios no Brasil

Dimensão da	Potencialidade da IA (ALS)	Desafios Específicos no Brasil
Facilitação		
Diagnóstico Individual	Identificação precisa de lacunas/proficiências	Qualidade dos dados, falta de cultura de avaliação formativa.
Sequenciamento Dinâmico	Ajuste do nível de dificuldade em tempo real	Risco de foco excessivo em conteúdos básicos, pouca flexibilidade curricular.
Trilhas Flexíveis	Atendimento a diferentes interesses/estilos	Necessidade de currículos realmente flexíveis, oferta limitada de recursos diversificados.
Gestão da Heterogeneidade	Apoio ao professor em turmas grandes/diversas	Exclusão digital, formação docente para uso da ferramenta.

Fonte: Elaboração própria com base na literatura revisada.

4.2 Feedback Personalizado e Suporte Individualizado à Aprendizagem

Fornecer feedback oportuno e construtivo é um dos fatores mais impactantes na aprendizagem (HATTTIE; TIMPERLEY, 2007). A IA, através de **Tutores Inteligentes (ITS)** e ferramentas de feedback automatizado, pode ampliar a capacidade de oferecer esse suporte individualizado.

Como a IA Facilita

Feedback Imediato e Granular: ITS podem analisar as respostas dos alunos (mesmo as abertas, através de NLP) e fornecer feedback imediato sobre erros específicos, explicando o porquê do erro e sugerindo caminhos para correção (GRAESSER et al., 2012).

Scaffolding Adaptativo: Assim como um tutor humano, um ITS pode oferecer "andaimes" (dicas, simplificações, exemplos) quando o aluno demonstra dificuldade, retirando esse suporte gradualmente à medida que o aluno ganha proficiência (VANLEHN, 2011).

Diálogo e Explicações Interativas: Alguns ITS mais avançados podem engajar em diálogos socráticos com os alunos, levando-os a refletir sobre seus processos de pensamento e a construir o conhecimento ativamente.

Suporte Afetivo (em desenvolvimento): Pesquisas exploram como ITS podem detectar e responder a estados emocionais do aluno (frustração, tédio) para ajustar a interação e manter o engajamento (D'MELLO; GRAESSER, 2012), embora esta seja uma área complexa e eticamente sensível.

3487

Potencialidades no Contexto Brasileiro:

Ampliação do Acesso a Suporte Individual: Em um cenário onde muitos alunos não têm acesso a tutoria particular e os professores têm tempo limitado para atendimento individual, os ITS poderiam oferecer um primeiro nível de suporte personalizado (BITTENCOURT et al., 2012).

Desenvolvimento da Metacognição: Feedbacks que incentivam a reflexão sobre os próprios erros e estratégias de aprendizagem podem contribuir para o desenvolvimento da autorregulação (SRL).

Prática Segura para Errar: Ambientes de ITS podem oferecer um espaço seguro para o aluno tentar, errar e aprender com os erros sem o constrangimento da exposição pública.

Desafios e Considerações para o Brasil

Complexidade e Custo de Desenvolvimento: ITS robustos e eficazes para domínios complexos são caros e difíceis de desenvolver, especialmente se precisarem ser adaptados ao português brasileiro e ao currículo nacional. A maioria das iniciativas no Brasil ainda está em nível de pesquisa acadêmica (JAQUES et al., 2015).

Qualidade do Diálogo e do Feedback: A capacidade da IA de realmente compreender as nuances do pensamento do aluno e oferecer feedback verdadeiramente profundo e humanizado ainda é limitada. Há o risco de feedbacks genéricos ou superficiais.

Substituição da Interação Humana: O uso excessivo de ITS pode reduzir as oportunidades de interação entre alunos e com o professor, essenciais para o desenvolvimento socioemocional e para a construção colaborativa do conhecimento (FREIRE, 1996).

Formação Docente para Mediação: Os professores precisam saber como integrar o ITS em suas aulas, como interpretar os relatórios do sistema e como complementar o suporte da IA.

4.3 Curadoria Personalizada de Trilhas e Recursos Educacionais

A vastidão de recursos educacionais disponíveis online pode ser tanto uma oportunidade quanto um desafio. A IA, por meio de **Sistemas de Recomendação Educacional**, pode ajudar a navegar essa imensidão, sugerindo materiais e caminhos relevantes para cada aluno.

3488

Como a IA Facilita

Recomendação Baseada em Perfil: Analisando o histórico de aprendizagem, interesses declarados, desempenho e até mesmo o perfil de alunos com características semelhantes, a IA pode sugerir vídeos, artigos, jogos educativos, cursos ou atividades que sejam mais prováveis de engajar e beneficiar o estudante (KULARBP PAT; MASUDA, 2021).

Descoberta de Conteúdo Relevante: Pode ajudar os alunos a encontrar recursos que eles não descobririam sozinhos, ampliando seus horizontes.

Criação de Listas de Leitura/Estudo Personalizadas: Com base nos objetivos de aprendizagem do aluno, a IA pode montar sequências de estudo ou listas de leitura customizadas.

Potencialidades no Contexto Brasileiro

Aproveitamento de Recursos Educacionais Abertos (REA): O Brasil tem um movimento crescente de REA. A IA poderia ajudar a organizar, catalogar e recomendar esses recursos, tornando-os mais acessíveis e úteis para alunos e professores (SANTAROSA; CONFORTO; NEVADO, 2010).

Estímulo a Interesses Individuais: Ao recomendar conteúdos alinhados aos interesses dos alunos (mesmo que fora do currículo formal), a IA pode aumentar a motivação e promover a aprendizagem autodirigida, conectando o aprendizado escolar com o mundo do aluno.

Apoio à Formação Continuada de Professores: Sistemas de recomendação também podem ser usados para sugerir cursos, artigos e materiais relevantes para o desenvolvimento profissional dos docentes.

Desafios e Considerações para o Brasil:

Bolhas de Filtro e Falta de Diversidade: Assim como em redes sociais, há o risco de que os algoritmos de recomendação criem "bolhas" que limitem a exposição do aluno a perspectivas diversas e desafiadoras, essenciais para o pensamento crítico (PARISER, 2011). É preciso garantir que as recomendações promovam a pluralidade.

3489

Qualidade e Relevância Cultural dos Recursos: Muitas plataformas de recomendação podem priorizar conteúdos em inglês ou de contextos culturais distantes da realidade brasileira. É necessário um esforço de curadoria e desenvolvimento de conteúdo nacional de qualidade.

Transparência e Controle do Usuário: Os alunos (e professores) devem ter alguma compreensão de por que uma recomendação foi feita e ter a possibilidade de ajustar seus perfis ou explorar para além das sugestões.

O Professor como Curador Final: A IA pode sugerir, mas o professor continua sendo o curador pedagógico principal, garantindo o alinhamento com os objetivos de aprendizagem e a qualidade dos materiais.

4.4 Uso de *Learning Analytics* para Compreensão e Intervenção Personalizada

A coleta e análise de dados sobre a aprendizagem (*Learning Analytics* - LA) podem fornecer *insights* valiosos para a personalização, tanto para os próprios alunos, quanto para professores e gestores.

Como a IA Facilita

Dashboards de Progresso: Visualizações que mostram aos alunos seu progresso, tempo dedicado, áreas de dificuldade, permitindo que eles monitorem seu próprio aprendizado (autorregulação).

Identificação de Padrões e Alertas: A IA pode analisar dados de grandes grupos de alunos para identificar padrões de comportamento associados ao sucesso ou à dificuldade, e alertar professores sobre alunos que podem estar precisando de apoio adicional (AGUIAR et al., 2014).

Informação para Intervenção Docente: Os dados de LA podem ajudar os professores a identificar quais alunos precisam de mais atenção, quais conceitos estão sendo mal compreendidos pela turma, e a ajustar suas estratégias de ensino de forma mais informada.

Potencialidades no Contexto Brasileiro

Combate à Evasão e Reprovação: Sistemas de Alerta Precoce (EWS) baseados em LA poderiam ajudar a identificar alunos em risco no sistema educacional brasileiro, permitindo intervenções mais proativas por parte das escolas e redes de ensino (MARCONDES et al., 2019, aplicados à EaD, mas com potencial para outros níveis).

Melhoria da Gestão Pedagógica: Dados agregados podem informar gestores sobre o desempenho de escolas ou redes, auxiliando na alocação de recursos e no planejamento de políticas.

Empoderamento do Aluno: Se os dados forem apresentados de forma clara e com foco formativo, podem ajudar os alunos a se tornarem mais conscientes de seu processo de aprendizagem e a tomar decisões mais estratégicas.

Desafios e Considerações para o Brasil

Privacidade e Ética dos Dados (LGPD): A coleta e uso de dados de estudantes, especialmente menores, exige conformidade estrita com a Lei Geral de Proteção de Dados (BRASIL, 2018). É preciso garantir consentimento informado, transparência e segurança.

Capacidade de Interpretação dos Dados: Professores e gestores precisam de formação para interpretar os dados de LA de forma crítica e pedagogicamente útil, evitando conclusões apressadas ou estigmatizantes (GASSIE; GAUTHIER, 2015).

Vieses nos Algoritmos e nos Dados: Modelos preditivos podem incorporar vieses presentes nos dados históricos, levando a previsões injustas ou discriminatórias, especialmente em um país com profundas desigualdades como o Brasil (O'NEIL, 2016).

Infraestrutura para Coleta e Processamento de Dados: Sistemas de LA robustos exigem infraestrutura tecnológica e sistemas de gestão acadêmica integrados, o que ainda é um desafio para muitas instituições brasileiras.

4.5 Desafios Transversais à Implementação da IA para Ensino Personalizado no Brasil

Além dos desafios específicos de cada aplicação, alguns obstáculos são transversais:

Formação Docente: A falta de preparo dos professores para utilizar criticamente as ferramentas de IA, integrá-las ao currículo e mediar a aprendizagem dos alunos é, talvez, o maior gargalo. Formações pontuais e tecnicistas são insuficientes; é preciso um letramento digital e em IA que seja pedagógico e crítico (NETO, 2022; GATTI, 2016).

Sustentabilidade Financeira: Muitas soluções de IA são proprietárias e caras. Para o setor público brasileiro, a sustentabilidade financeira dessas iniciativas é uma grande preocupação, exigindo investimento em soluções abertas ou desenvolvimento nacional.

Qualidade Pedagógica e Relevância Cultural: É crucial que as ferramentas de IA não importem modelos pedagógicos ou conteúdos descontextualizados da realidade brasileira e dos princípios da BNCC. A "personalização" não pode se tornar uma nova forma de padronização ou de ensino superficial.

A Questão da Agência Humana: O ensino personalizado facilitado pela IA deve sempre preservar e fomentar a agência do aluno e do professor. A tecnologia deve ser uma ferramenta a serviço da decisão humana, e não um substituto dela. A interação e o vínculo humano continuam sendo insubstituíveis no processo educativo (FREIRE, 1996; SELWYN, 2019).

Em suma, a IA oferece um leque de ferramentas com grande potencial para tornar o ensino mais personalizado e, possivelmente, mais eficaz e engajador. No entanto, sua implementação no Brasil exige um olhar atento aos desafios, um forte investimento em infraestrutura e formação, e um compromisso com a equidade e a qualidade pedagógica, garantindo que a tecnologia sirva para ampliar oportunidades, e não para aprofundar desigualdades.

5 IMPLICAÇÕES E CONCLUSÃO

A análise do potencial da Inteligência Artificial como facilitadora do ensino personalizado no contexto educacional brasileiro revela um cenário de grandes promessas, mas igualmente de desafios complexos e multifacetados. A capacidade da IA de adaptar o ritmo, o conteúdo, o feedback e os recursos de aprendizagem às necessidades individuais dos alunos oferece uma perspectiva animadora para superar algumas das dificuldades históricas da educação em um país diverso e desigual como o Brasil. No entanto, a concretização desse potencial está longe de ser automática e depende de uma série de fatores críticos.

5.1 Síntese dos Achados e o Duplo Gume da IA

Conforme discutido, a IA pode facilitar o ensino personalizado através de:

Sistemas de Aprendizagem Adaptativa (ALS): Ajustando o ritmo e a sequência de conteúdos.

Tutores Inteligentes (ITS): Oferecendo feedback granular e suporte individualizado.

Sistemas de Recomendação: Curando trilhas e recursos alinhados aos interesses e necessidades dos alunos.

Learning Analytics (LA): Fornecendo *insights* para a compreensão das necessidades individuais e para intervenções mais assertivas.

3492

No contexto brasileiro, essas funcionalidades poderiam contribuir para o enfrentamento da heterogeneidade em sala de aula, a recuperação de aprendizagens, o aumento do engajamento e, potencialmente, o desenvolvimento da autonomia do estudante, alinhando-se aos princípios da BNCC (BRASIL, 2018).

Contudo, a implementação dessas tecnologias no Brasil é atravessada por desafios significativos:

A **exclusão digital** (CGI.br, 2022) limita o acesso e pode aprofundar desigualdades.

A **qualidade pedagógica** das plataformas nem sempre está alinhada com uma visão de formação integral e crítica.

A **formação docente** para o uso crítico e pedagogicamente relevante da IA é incipiente (NETO, 2022; GATTI, 2016).

Questões éticas relacionadas à privacidade de dados (LGPD), vieses algorítmicos e a manutenção da agência humana são prementes (O'NEIL, 2016).

A **sustentabilidade financeira** e a dependência de soluções externas são preocupações para o setor público.

A IA, portanto, apresenta-se como uma ferramenta de "duplo gume": pode ser uma poderosa aliada na busca por um ensino mais personalizado e equitativo, mas também pode, se mal implementada ou utilizada acriticamente, reforçar desigualdades, promover uma aprendizagem superficial e minar a autonomia de alunos e professores.

5.2 Implicações Práticas e Recomendações Detalhadas para o Brasil

Para que a IA contribua efetivamente para o ensino personalizado no Brasil, são necessárias ações coordenadas em múltiplas frentes:

Para Políticas Públicas Educacionais

Universalização do Acesso à Infraestrutura Digital: Investimento contínuo e estratégico em conectividade de alta velocidade, dispositivos adequados (um por aluno, quando necessário para personalização efetiva) e suporte técnico em todas as escolas públicas, com prioridade para as mais vulneráveis.

Formação Docente Robusta e Continuada: Desenvolver programas nacionais e estaduais de formação que vão além do uso instrumental da IA, focando no desenvolvimento de letramento digital crítico, na capacidade de integrar a IA ao currículo de forma significativa, na análise de dados para fins pedagógicos e na reflexão ética sobre o uso da tecnologia. Essa formação deve ser processual, colaborativa e contextualizada (VALENTE, 2014; IMBERNÓN, 2010).

Fomento à Pesquisa e Desenvolvimento Nacional de AIEd: Incentivar, por meio de editais e parcerias público-privadas-universitárias, a criação de soluções de IA para ensino personalizado que sejam pedagogicamente sólidas, culturalmente relevantes, alinhadas à BNCC e, preferencialmente, de código aberto ou com custos acessíveis para o setor público.

Estabelecimento de Diretrizes Éticas e Regulatórias Claras: Criar, com ampla participação da sociedade, diretrizes claras para o uso de IA na educação, abordando privacidade de dados (em consonância com a LGPD), transparência algorítmica, prevenção de vieses, responsabilidade pelo uso e garantia da agência humana. O CNE e o MEC têm papéis cruciais aqui.

Currículo e Avaliação: Promover a flexibilização curricular e a adoção de práticas avaliativas formativas e diversificadas que dialoguem com as possibilidades do ensino personalizado e preparem os alunos para interagir criticamente com a IA.

Para Instituições de Ensino (Escolas, Redes, Universidades)

Planejamento Estratégico e Pedagógico: Antes de adotar qualquer solução de IA, as instituições devem realizar um diagnóstico de suas necessidades, definir seus objetivos pedagógicos para a personalização e planejar como a tecnologia se integrará ao seu projeto político-pedagógico.

Criação de uma Cultura de Inovação e Colaboração: Fomentar espaços para que os professores experimentem, compartilhem práticas, avaliem criticamente as ferramentas de IA e colaborem no desenvolvimento de estratégias de ensino personalizado.

Suporte Técnico e Pedagógico Contínuo: Oferecer suporte técnico para o uso das plataformas e, fundamentalmente, suporte pedagógico para auxiliar os professores na integração da IA em suas práticas.

Monitoramento e Avaliação das Iniciativas: Avaliar continuamente o impacto das soluções de IA na aprendizagem, no engajamento, na equidade e no bem-estar de alunos e professores, ajustando as estratégias conforme necessário.

3494

Para Educadores

Postura Crítica e Reflexiva: Abordar a IA não como uma solução mágica, mas como uma ferramenta cujos potenciais e limitações precisam ser constantemente avaliados.

Foco na Mediação Pedagógica: Utilizar a IA para otimizar aspectos do ensino, mas manter o papel central de mediador, facilitador de discussões, promotor de interações sociais e responsável pelo desenvolvimento integral dos alunos.

Desenvolvimento de Letramento em IA (para si e para os alunos): Buscar compreender como as ferramentas de IA funcionam e ajudar os alunos a desenvolverem um uso consciente, crítico e ético dessas tecnologias.

Advocacia pela Qualidade e Equidade: Participar dos debates sobre a implementação da IA na escola, defendendo que ela seja usada para promover a equidade e a qualidade educacional para todos.

5.3 Direções para Pesquisas Futuras no Contexto Brasileiro

A pesquisa sobre IA e ensino personalizado no Brasil ainda é um campo em construção. São necessárias investigações que:

Avaliem o impacto de longo prazo de diferentes modelos de ensino personalizado mediados por IA na aprendizagem, no desenvolvimento de competências socioemocionais e na redução de desigualdades em contextos escolares brasileiros diversos.

Desenvolvam e testem modelos de IA e plataformas de ensino personalizado que sejam culturalmente relevantes, linguisticamente adequadas e pedagogicamente alinhadas às diretrizes brasileiras (BNCC).

Investiguem as percepções, experiências e desafios de professores e alunos brasileiros no uso de ferramentas de IA para personalização.

Explore modelos eficazes e escaláveis de formação docente para o uso crítico e pedagógico da IA no Brasil.

Aprofundem a análise ética sobre vieses algorítmicos em dados educacionais brasileiros e proponham estratégias de mitigação.

5.4 Conclusão Final

3495

A Inteligência Artificial possui, inegavelmente, um enorme potencial para transformar a educação, tornando-a mais adaptada às necessidades individuais e, quem sabe, mais engajadora e eficaz. No contexto brasileiro, onde os desafios da equidade e da qualidade educacional são prementes, a perspectiva de um ensino personalizado facilitado pela IA é particularmente atraente.

No entanto, este artigo argumenta que a tecnologia, por si só, não é a resposta. Para que a IA seja uma verdadeira facilitadora do ensino personalizado no Brasil, e não mais um fator de aprofundamento de desigualdades ou de precarização pedagógica, é indispensável uma abordagem sistêmica, crítica e centrada no ser humano. Isso implica em políticas públicas consistentes que garantam acesso e equidade, em investimentos robustos em formação docente, no desenvolvimento de soluções tecnológicas contextualmente relevantes e eticamente responsáveis, e, acima de tudo, na reafirmação do papel insubstituível do educador como mediador qualificado e promotor do desenvolvimento integral de cada estudante.

O futuro do ensino personalizado com IA no Brasil dependerá da nossa capacidade de navegar com sabedoria entre o potencial da inovação tecnológica e os imperativos da justiça

social e da qualidade pedagógica, garantindo que as máquinas sirvam ao propósito maior de uma educação verdadeiramente humanizadora e emancipadora para todos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. V. et al. Early prediction of student dropout and failure using data mining techniques. **IEEE Latin America Transactions**, v. 12, n. 7, p. 1154-1160, 2014.

ALEVEN, V. et al. The Laws of Adaptation in Learning Technologies. In: Looi, C.-K. et al. (eds). **Proceedings of the 24th International Conference on Computers in Education (ICCE 2016)**. Mumbai: Asia-Pacific Society for Computers in Education, 2016. p. 1-10.

ANDERSON, J. R.; BOYLE, C. F.; REISER, B. J. Intelligent tutoring systems. **Science**, v. 228, n. 4698, p. 456-462, 1985.

AUSUBEL, D. P. **Educational Psychology: A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BAKER, R. S.; SIEMENS, G. Educational data mining and learning analytics. In: Sawyer, R. K. (Ed.). **The Cambridge Handbook of the Learning Sciences**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. p. 253-274.

BAKER, T.; SMITH, L. **Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges**. Nesta Report, 2019.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BEHRENS, M. A. O paradigma emergente e a prática pedagógica. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 27, n. 95, p. 383-402, maio/ago. 2006.

BITTENCOURT, I. I. et al. An intelligent tutoring system that supports validated pedagogical recommendations. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 15, n. 4, p. 349-360, 2012.

BLOOM, B. S. The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. **Educational Researcher**, v. 13, n. 6, p. 4-16, 1984.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília, DF: Presidência da República, 2018.

BRAY, B.; MCCLASKEY, K. **Make learning personal: The what, who, wow, where, and why**. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2015.

CGI.br - Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Pesquisa TIC Educação 2021**. São Paulo: CGI.br, NIC.br, 2022.

D'MELLO, S.; GRAESSER, A. AutoTutor and Affective AutoTutor: Learning by talking with a computer. **ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS)**, v. 2, n. 1, Article 3, 2012.

DEMO, P. **Aprender como autor**. São Paulo: Atlas, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GARDNER, H. **Inteligências Múltiplas: A Teoria na Prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GASSIE, E.; GAUTHIER, C. Learning analytics in higher education: a call for a critical debate. **Revista Lusófona de Educação**, n. 31, p. 117-129, 2015.

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010.

GRAESSER, A. C. et al. Intelligent tutoring systems. In: **APA Handbook of Educational Psychology**. Washington, DC: American Psychological Association, 2012. v. 3, p. 251-279.

HATTIE, J.; TIMPERLEY, H. The Power of Feedback. **Review of Educational Research**, v. 77, n. 1, p. 81-112, 2007.

HORN, M. B.; STAKER, H. **Blended: Using disruptive innovation to improve schools**. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2015.

IMBERNÓN, F. **Formação continuada de professores**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo da Educação Básica 2021: Resumo Técnico**. Brasília: INEP, 2022.

JAQUES, P. A. et al. Incorporating emotions in an intelligent tutoring system for mathematics. In: **Proceedings of the 2001 workshop on Perceptive user interfaces**. ACM, 2001. p. 1-8.

JAQUES, P. A. et al. Desafios e Oportunidades no Desenvolvimento de Tutores Inteligentes com Modelagem Afetiva. In: **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**. 2015.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: O novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. Keele University and Durham University Joint Report, EBSE 2007-001, 2007.

KULARPAT, M.; MASUDA, M. AI-Based Educational Recommender System: A Review of Recent Approaches. **Applied Sciences**, v. 11, n. 18, 8378, 2021.

LIMA, R.; ARAÚJO, P. Impact of Adaptive Learning Platforms on Student Performance in Brazilian Public Schools. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 28, n. 2, p. 45-61, 2020.

LUCKIN, R. et al. **Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education**. London: Pearson, 2016.

MARCONDES, G. F. et al. Predicting student dropout in distance learning using machine learning: A case study at Universidade Aberta do Brasil. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 27, n. 2, p. 104-118, 2019.

NETO, J. A. Formação Docente para a Era da Inteligência Artificial: desafios e perspectivas. **Educação em Revista**, v. 38, e27439, 2022.

O'NEIL, C. **Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy**. New York: Crown, 2016.

PANNUCCI, J. R. Personalized Learning: Not Just for Students. **Principal Leadership**, v. 14, n. 8, p. 12-16, 2014.

PARISER, E. **The Filter Bubble: What the Internet Is Hiding from You**. New York: Penguin Press, 2011.

PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

PINTRICH, P. R. A Conceptual Framework for Assessing Motivation and Self-Regulated Learning in College Students. **Educational Psychology Review**, v. 16, n. 4, p. 385-407, 2004. 3498

RIBEIRO, L. C. Q.; CUNHA, J. M. P. (Orgs.). **Desigualdades Urbanas no Brasil**. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2020.

SACCOL, A. Z.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. **M-learning e U-learning: Novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

SANTAROSA, L. M. C.; CONFORTO, D.; NEVADO, R. A. Objetos de aprendizagem e recursos educacionais abertos: perspectivas para o contexto brasileiro. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 8, n. 3, 2010.

SELWYN, N. **Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education**. Cambridge: Polity Press, 2019.

SIEMENS, G.; BAKER, R. S. Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration. In: **Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK '12)**. 2012. p. 252-254.

SKINNER, B. F. The Science of Learning and the Art of Teaching. **Harvard Educational Review**, v. 24, n. 2, p. 86-97, 1954.

UNESCO. **AI and education: Guidance for policy-makers**. Paris: UNESCO, 2021.

UNESCO. ChatGPT e Inteligência Artificial na educação superior: guia de início rápido. Brasília: UNESCO, 2023.

US DEPARTMENT OF EDUCATION. Office of Educational Technology. **Reimagining the Role of Technology in Education: 2017 National Education Technology Plan Update**. Washington, D.C., 2017.

VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

VALENTE, J. A. A abordagem construcionista e a tecnologia educacional. In: VALENTE, J. A. (Org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: Unicamp/Nied, 2014.

VANLEHN, K. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. **Educational Psychologist**, v. 46, n. 4, p. 197-221, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

WOOLF, B. P. **Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning**. Morgan Kaufmann, 2009.

ZIMMERMAN, B. J. Attaining Self-Regulation: A Social Cognitive Perspective. In: Boekaerts, M.; Pintrich, P. R.; Zeidner, M. (Eds.). **Handbook of self-regulation**. San Diego, CA: Academic Press, 2000. p. 13-39. 3499
