

Transformação Educacional com Inteligência Artificial: Explorando Ferramentas Transformadoras para uma Experiência de Aprendizado Aprimorada e para Melhoria do Processo de Ensino-Aprendizagem

Cleice Rafaela Pinheiro Farias¹, Tássio Costa de Carvalho²

Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Castanhal¹²

Av. dos Universitários s/n, Castanhal, Pará, Brasil. CEP 68746-630

cleicerafaele@gmail.com¹, tassio@ufpa.br²

Resumo: Este artigo explora o fascinante mundo da Inteligência Artificial (IA) com foco em seu mapeamento e aplicação transformadora no cenário educacional. À medida que a IA evolui, torna-se cada vez mais evidente seu potencial revolucionário na forma como aprendemos e ensinamos. A pesquisa concentra-se em ferramentas específicas destinadas a aprimorar a experiência educacional, promovendo um ambiente de aprendizagem mais personalizado, eficiente e engajador. Ao examinar o impacto da IA na transformação educacional, o estudo visa contribuir para a compreensão das oportunidades e desafios associados ao uso dessas tecnologias inovadoras no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Transformação Educacional, Inteligência Artificial, Experiência de Aprendizado, Ferramentas Transformadoras e Processo de Ensino-Aprendizagem.

1. Introdução e Contextualização

Desde seu surgimento na década de 50, a inteligência artificial (IA) percorreu um extenso caminho evolutivo. Inicialmente, era apenas uma teoria que fascinava cientistas da computação e acadêmicos, incluindo o britânico Alan Turing, que propôs em um artigo a construção e teste de máquinas inteligentes (Schunk, 2023). Atualmente, a inteligência artificial (IA) engloba uma grande variedade de campos de estudos na sociedade, como jogos, robótica, reconhecimento facial, assistentes de voz, veículos autônomos, *chatbots*, tradução automática, algoritmos em mídias sociais, aprendizado de máquina e dentre outras, e a educação não está imune aos efeitos destas tecnologias (Martins e Viana, 2022).

O termo Inteligência Artificial foi criado por John McCarthy, um dos fundadores da área. Do ponto de vista simbólico, pode ser definida como a arte de se construir programas que se adaptem e aprendam, com a finalidade de prolongar o seu ciclo de vida. A Inteligência Artificial aplicada à Educação é uma área de pesquisa multidisciplinar e interdisciplinar, pois contempla o uso de tecnologias da IA em sistemas cujo objetivo é o ensino e a aprendizagem. Dessa forma, sistemas educacionais são um campo de aplicação e testes para as tecnologias da IA (Vicari, 2018).

Para Lamattina (2023), a Inteligência Artificial (IA) tem o potencial de revolucionar o campo da educação, oferecendo uma série de benefícios significativos que podem transformar o ensino-aprendizagem. Plataformas e aplicativos alimentados por IA têm potencial para disponibilizar materiais de ensino interativos, tutoriais personalizados e aulas virtuais, independentemente da localização geográfica dos estudantes (Figueiredo et al., 2023).

No estudo conduzido por Vigari (2018), foram observadas as tendências globais em tecnologias educacionais fundamentadas em Inteligência Artificial que devem chegar às escolas até 2030. Como resultados, a expansão do uso de sistemas tutores inteligentes (STI) para ensino personalizado é uma das apostas reveladas pela pesquisa. Através dessa ferramenta, é possível identificar se o aluno aprendeu o conteúdo ensinado e reconhecer qual a melhor estratégia pedagógica para ser utilizada em cada momento. Esse formato de ensino individualizado ajuda a desenvolver as habilidades e as competências do estudante (Hoff, 2020).

É importante enfatizar que, a mera adoção da IA não garante o desenvolvimento de um protagonismo por parte do estudante, ou uma ação deste, no sentido de construir seu próprio aprendizado e ser sujeito de uma reflexão crítica, seja com a IA ou mesmo com um professor. Ele precisa ser estimulado e orientado nesse sentido. No entanto, essa é uma das possibilidades que a inteligência artificial pode proporcionar na educação (Cardoso, 2023).

Dessa forma, a IA deve ser vista como uma ferramenta complementar, na qual o papel do professor é fundamental. A combinação da expertise do professor com as potencialidades da IA pode levar a uma educação mais eficaz e inclusiva (Hora, 2023). Portanto, é crucial ponderar sobre a integração fluida da Inteligência Artificial com o ensino convencional, otimizando os pontos fortes de ambas as abordagens.

1.1 Motivação do Artigo

Estudar o uso da Inteligência Artificial na educação é uma forma de buscar soluções que possam agregar valor para o processo de ensino-aprendizagem, para apoiar professores e alunos, porém, sem negligenciar o aspecto humano. Diversos casos de aplicação de IA na educação envolvem: aprendizagem adaptativa, tutores inteligentes, ferramentas de diagnóstico, sistemas de recomendação, classificação de estilos de aprendizagem, mundos virtuais, gamificação e mineração de dados aplicada à educação (Tavares, Meira & Amaral, 2020).

O avanço constante da Inteligência Artificial (IA) tem gerado uma revolução em diversos setores da sociedade, e a educação não é exceção. A aplicação da IA no cenário educacional promete transformações significativas na forma como aprendemos e ensinamos. Diante desse contexto dinâmico e promissor, surge a necessidade de explorar a fundo as ferramentas transformadoras da IA compreendendo seu potencial de aprimorar a experiência educacional. Este artigo busca, assim, desbravar as possibilidades oferecidas pela IA na educação, destacando as ferramentas específicas destinadas a promover um ambiente de aprendizagem mais personalizado, eficiente e engajador.

1.2 Objetivo Principal

O principal objetivo deste artigo é analisar e compreender o impacto da Inteligência Artificial na transformação educacional, destacando as ferramentas que têm o potencial de otimizar o processo de ensino-aprendizagem.

1.3 Objetivos Específicos

1. Investigar as tendências globais em tecnologias educacionais fundamentadas em IA, com foco na adoção de sistemas tutores inteligentes para personalização do ensino até 2030.
2. Analisar casos de aplicação de IA na educação, incluindo aprendizagem adaptativa, tutores inteligentes, ferramentas de diagnóstico, sistemas de recomendação, classificação de estilos de aprendizagem, mundos virtuais, gamificação e mineração de dados aplicada à educação.
3. Avaliar o papel do professor na integração da IA no processo de ensino, destacando a importância da combinação da expertise do professor com as potencialidades da IA para uma educação mais eficaz e inclusiva.
4. Refletir sobre os desafios e oportunidades associados ao uso da IA na educação, considerando a necessidade de estimular e orientar os estudantes para um protagonismo ativo em seu próprio processo de aprendizado.

1.4 Justificativa do Trabalho

Este trabalho se justifica pela urgência em compreender e explorar as implicações da Inteligência Artificial na educação, uma vez que sua adoção pode representar uma revolução no processo de ensino-aprendizagem. Ao analisar tendências, casos de aplicação e o papel do professor, espera-se contribuir para a construção de uma visão mais abrangente sobre as potencialidades e desafios da integração da IA na educação, promovendo uma reflexão crítica sobre o papel das tecnologias no contexto educacional contemporâneo.

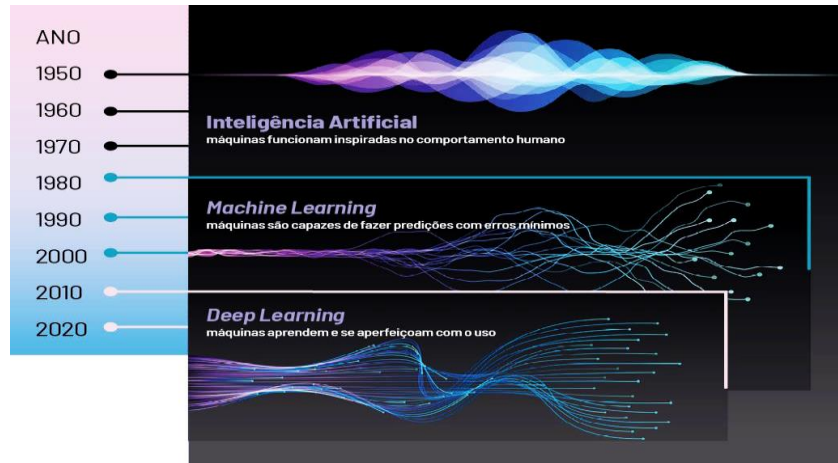
2. Estado da Arte e Fundamentação

2.1 Conceitos Fundamentais de Inteligência Artificial

A inteligência artificial (IA) é um campo da ciência da computação que se dedica a criar sistemas capazes de realizar tarefas que, normalmente, exigiriam inteligência humana. Os conceitos fundamentais da IA incluem o aprendizado de máquina, que permite aos sistemas melhorarem seu desempenho automaticamente com a experiência, e a lógica simbólica, que se baseia na representação e manipulação simbólica do conhecimento. O aprendizado de máquina é crucial para a IA contemporânea, proporcionando a capacidade de reconhecer padrões e adaptar-se a novas informações. Já a lógica simbólica é essencial para a representação formal do conhecimento e a tomada de decisões lógicas (Russell & Norvig, 2010).

Com o passar do tempo, observou-se o surgimento de subáreas adicionais no âmbito da inteligência artificial, *machine learning* e *deep learning* (Figura 1). *Machine Learning* é a capacidade de uma máquina de aprender, a partir de uma grande quantidade de dados imputada. Com toda essa informação recebida, são construídos modelos capazes, por exemplo, de fazer previsões, com erros mínimos em alguns casos. *Deep Learning* é um subconjunto do *machine learning* e também a tecnologia que o torna aplicável. Baseado em redes neurais inspiradas na capacidade cognitiva do cérebro humano, o *deep learning* dispensa uma etapa de pré-processamento de dados – que é obrigatória no *machine learning* – e é capaz de interpretar dados recebidos de forma primária. Os sistemas ou máquinas baseadas em *deep learning* são capazes de aprender e se aperfeiçoar quanto mais são expostas ao uso (Prado, 2019).

Figura 1. Evolução da Inteligência Artificial

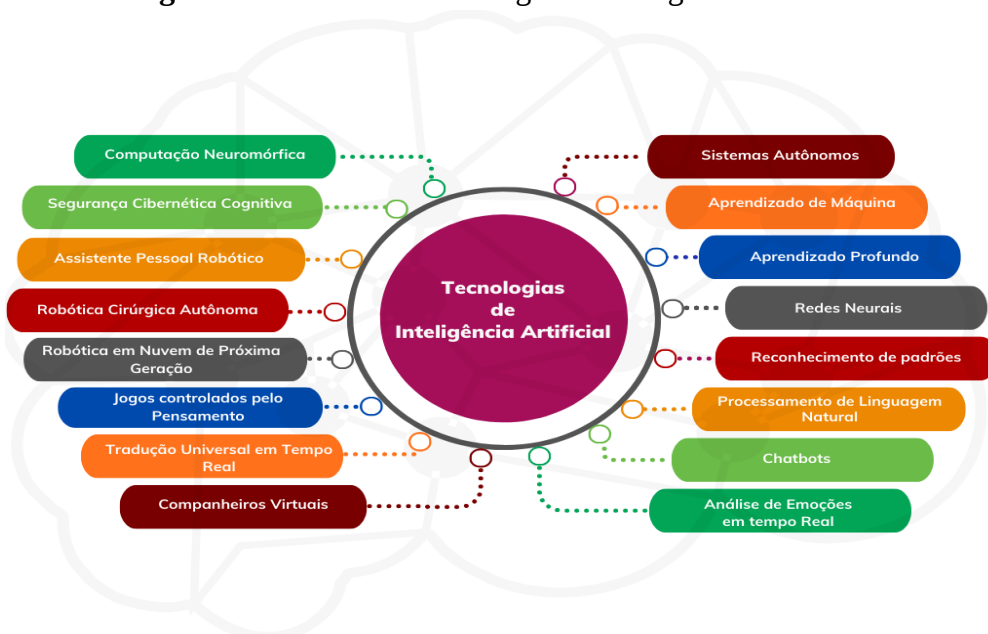


Fonte: Prado (2019)

Outro conceito fundamental é o processamento de linguagem natural (PLN), que capacita os sistemas de IA a entenderem, interpretar e gerarem linguagem humana. Isso envolve a compreensão de nuances, contexto e ambiguidades da linguagem. O PLN é essencial para a interação efetiva entre humanos e sistemas de Inteligência Artificial, permitindo que estes compreendam e respondam à linguagem natural de maneira significativa. Algoritmos avançados de PLN são aplicados em diversas áreas, desde assistentes virtuais até tradução automática de idiomas (Jurafsky & Martin, 2019).

Segundo Maurício (2023), existem diferentes abordagens e subcampos dentro da inteligência artificial, incluindo aprendizado de máquina, redes neurais, processamento de linguagem natural, visão computacional, robótica e sistemas especialistas. Cada um desses subcampos tem suas próprias técnicas e aplicações específicas, mas todos têm em comum o objetivo de criar sistemas inteligentes que possam resolver problemas de forma eficiente e autônoma (Figura 2).

Figura 2. Cenário de Tecnologia da Inteligência Artificial



Fonte: Adaptado de Aldoseri, AI-Khalifa & Hamouda (2023)

Além disso, a IA é frequentemente categorizada em dois tipos principais: IA fraca e IA forte. A IA fraca é especializada em tarefas específicas, enquanto a IA forte busca replicar a inteligência humana em sua totalidade. Essa distinção reflete a variedade de aplicações da IA, desde sistemas especializados, como reconhecimento de voz, até desafios mais amplos, como o desenvolvimento de agentes inteligentes capazes de raciocínio generalizado (Nilsson, 2009). Com esses conceitos fundamentais, a IA continua a avançar e a moldar inovações em diversos setores.

2.2 Evolução da IA na Educação

A trajetória da inteligência artificial (IA) na educação representa uma notável evolução, transformando radicalmente os métodos de ensino e aprendizagem. Inicialmente, a presença da IA estava predominantemente ligada à automação de tarefas administrativas. Contudo, seu papel crescente passou a centrar-se na personalização da experiência educacional (Oliva, 2023).

Um marco crucial nesse desenvolvimento foi a capacidade da IA em analisar extensos conjuntos de dados relativos ao desempenho dos alunos. Hoje, sistemas de IA são capazes de avaliar individualmente o progresso de cada estudante, identificando áreas de destaque e oportunidades de melhoria. Isso culminou na criação de itinerários educacionais personalizados, adaptados às necessidades específicas de cada aluno. Além disso, os tutores virtuais baseados em IA desempenham um papel ativo, oferecendo suporte em tempo real, fornecendo explicações suplementares e ajustando o ritmo de aprendizagem conforme necessário (Júnior et al., 2023).

O desenvolvimento de plataformas de aprendizado online impulsionadas por IA é outro marco notável. Essas plataformas não apenas proporcionam cursos personalizados, mas também utilizam algoritmos para analisar o desempenho do aluno e oferecer recomendações direcionadas para aprimoramento. A avaliação também se beneficiou com a automação, graças a algoritmos que corrigem testes e fornecem feedback imediato, permitindo que os professores dediquem mais tempo a atividades interativas e de suporte (FIA, 2023).

A acessibilidade à educação foi amplamente favorecida pela IA, com ferramentas de tradução automática e transcrição de voz contribuindo para garantir o acesso pleno ao conteúdo educacional por parte de estudantes com necessidades especiais (Andrade, 2021).

Apesar dos inegáveis benefícios, desafios éticos, como a proteção da privacidade dos dados dos alunos e a promoção da equidade no acesso às tecnologias, demandam uma abordagem cautelosa. Entretanto, à medida que a tecnologia continua avançando, a inteligência artificial na educação promete criar ambientes de aprendizagem mais inclusivos, personalizados e eficientes. A busca pela integração ética e responsável da IA na educação é fundamental para otimizar os benefícios desse avanço tecnológico.

2.3 Aplicações Práticas na Educação

A aplicação prática da inteligência artificial (IA) na educação é vasta e abrange diversos aspectos do processo de ensino e aprendizagem. Uma das áreas-chave é a personalização da educação, onde sistemas de IA adaptam o conteúdo de ensino com base nas necessidades individuais dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais eficaz (VanLehn, 2011). Além disso, a IA é empregada em sistemas de tutoria inteligente, fornecendo suporte personalizado, feedback imediato e avaliações adaptativas (Woolf, 2010).

Outra aplicação relevante é a análise preditiva, onde algoritmos de IA são utilizados para prever o desempenho dos alunos e identificar possíveis dificuldades antes que se tornem problemas mais significativos (Baker & Inventado, 2014). A IA também desempenha um papel crucial na automação de tarefas administrativas, permitindo que educadores dediquem mais tempo ao ensino e à interação com os alunos (Siemens & Long, 2011).

Ademais, a IA é aplicada em ambientes de aprendizagem online, oferecendo recursos como recomendações de conteúdo personalizado, interação por meio de assistentes virtuais e análise de sentimentos para compreender o envolvimento emocional dos alunos (D'Mello et al., 2014; Lane et al., 2014). Essas aplicações práticas destacam a contribuição significativa da IA para a melhoria da qualidade e eficiência do processo educacional.

3. Metodologia de Pesquisa

Para atingir os objetivos propostos neste artigo científico, será adotada uma abordagem metodológica baseada em revisão sistemática da literatura, utilizando um engenho de busca abrangente para identificar estudos relevantes na interseção entre Inteligência Artificial e Educação. Inicialmente, serão empregadas palavras-chave específicas, como “Inteligência Artificial na Educação”, “Tecnologias Educacionais com IA”, e “Impacto da IA no Processo de Ensino-Aprendizagem”. Essas palavras-chave serão combinadas de maneira apropriada, utilizando operadores booleanos, para refinar os resultados e garantir a inclusão de estudos que abordem a transformação educacional.

O engenho de busca será aplicado em bases de dados científicas renomadas, como IEEE Xplore, ScienceDirect e Google Scholar. A seleção dos artigos seguirá critérios de inclusão e exclusão claramente definidos, considerando a relevância do conteúdo para os temas propostos. Serão priorizados estudos recentes, revisões sistemáticas, meta-análises e trabalhos que apresentem casos práticos de aplicação da IA na educação. A análise e síntese dos artigos selecionados serão realizadas de forma crítica, destacando os principais achados, metodologias utilizadas e contribuições para o campo da transformação educacional com a utilização da Inteligência Artificial. Esta abordagem metodológica visa assegurar um embasamento sólido e abrangente para a construção do argumento científico proposto no artigo.

4. Trabalhos Relacionados

O cenário educacional atual destaca a convergência crescente entre a tecnologia e os métodos tradicionais de ensino. Nesse contexto, a revisão bibliográfica conduz a fundamentação teórica do uso de inteligência artificial na educação. Teóricos como Paulo Freire e Lev Vygotsky ressaltam a importância da interação e do engajamento ativo dos alunos no processo de aprendizagem (Jones, 2021).

A tecnologia, quando integrada de maneira pedagogicamente sólida, emerge como facilitadora para alcançar esses objetivos, promovendo a construção colaborativa e contextualizada do conhecimento. A IA pode ser utilizada para adaptar o conteúdo de ensino às necessidades e preferências individuais de cada aluno, tornando o processo de aprendizagem mais eficiente e satisfatório (Figueiredo et al., 2023).

Silveira e Vieira (2019) apresentam uma abordagem construtiva sobre plataformas de instituições internacionais pioneiras na utilização da Inteligência Artificial como ferramenta de

ensino em larga escala. No estudo, foram exploradas as seguintes plataformas: Khan Academy (Estados Unidos), Altschool (Califórnia), Mindspark (Índia) e a Third place Learning (Reino Unido). Essas plataformas educacionais, baseadas em Inteligência Artificial, permitem que as instituições de ensino gradativamente possibilitem a construção de uma rede de tecnologia para capacitar e conectar famílias, alunos individuais, professores e outras escolas.

No estudo conduzido por Giraffa e Khols-Santos (2023), foi realizado um mapeamento de aplicações educativas que fazem uso da inteligência artificial. Doze ferramentas foram minuciosamente examinadas, abrangendo cinco subdivisões da IA. No domínio dos Sistemas Tutores Inteligentes (STI) foram destacadas as seguintes aplicações: AVATUTOR, CARNEGIE LEARNING (COGNITIVE TUTOR), DUOLINGO e MATHWA. No contexto do Aprendizado Adaptativo, apresentaram as ferramentas DREAMBOX, KNEWTON e SMART SPARROW. Na subárea de Reconhecimento de Fala e Linguagem Natural foi introduzido o IBM WATSON TEACHER ADVISOR. Quanto à gamificação, os jogos FIFA e POKÉMON GO foram mencionados. No modelo de Predição e Recomendação, às plataformas COURSERA e KHAN ACADEMY foram destacados.

Já os trabalhos realizados por Figueiredo et al. (2023), adotaram a abordagem de analisar plataformas web para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. A plataforma Coginii foi destacada, sendo utilizada para personalização e monitoramento diretamente no ambiente escolar. Além desta, foram mencionadas outras plataformas, como a Khan Academy e a Geekie.

Uma proposta extremamente interessante foi ressaltada no estudo de Cardoso et al. (2023). Esta proposta envolveu o desenvolvimento de um tutor virtual (*Chatbot*) baseado em IA utilizando as capacidades do Chat GPT-3 para apoiar professores e alunos em assuntos específicos no IFSP Capivari (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Capivari). O *Chatbot* foi elaborado por meio da ferramenta *Dialogflow* do Google, que é uma plataforma para o desenvolvimento de assistentes virtuais (*Chatbot*) usando inteligência artificial para compreender a linguagem natural e interagir de maneira natural com os usuários.

4.1 Crítica Resumida

Os trabalhos relacionados fornecem uma ampla visão das aplicações da inteligência artificial na educação, abrangendo desde plataformas internacionais consolidadas até propostas inovadoras, como o desenvolvimento de um tutor virtual baseado em *Chatbot*. A revisão bibliográfica inicial destaca a relevância teórica da IA na promoção da interação e do engajamento ativo dos alunos. Os estudos de casos apresentados demonstram a diversidade de abordagens, desde a personalização do ensino até a construção de redes tecnológicas em larga escala. No entanto, uma análise mais aprofundada da eficácia prática dessas ferramentas e plataformas, assim como o impacto específico na qualidade da aprendizagem, poderia enriquecer ainda mais o entendimento do campo.

4.2 Análise e Comparação dos Correlatos

Os trabalhos analisados oferecem perspectivas diversas e complementares sobre a integração da Inteligência Artificial (IA) na educação (Tabela 1).

Tabela1. Comparativos dos Trabalhos Correlatos

Título do Artigo	Ano	Autores	Ferramentas Exploradas	Abordagem
O uso da Inteligência Artificial na Educação e seus benefícios: uma revisão exploratória e bibliográfica.	2023	CARDOSO, F. S.; PEREIRA, N. da S.; BRAGGION, R. C.; CHAVES, P.; ANDRIOLI, M.	Dialogflow do Google para o desenvolvimento do Chatbot.	Propõe um tutor virtual baseado em IA (Chatbot) usando o GPT-3 para apoiar professores e alunos.
Desafios e impactos do uso da Inteligência Artificial na educação.	2023	FIGUEIREDO, L.O; LOPES, A.M.Z; VALIDORIO, V.C.; MUSSIO, S.C.	Coginii (personalização e monitoramento no ambiente escolar), Khan Academy, Geekie.	Analisa plataformas para auxiliar no ensino-aprendizagem
Inteligência Artificial e Educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente.	2023	GIRAFFA, L.; KHOLS-SANTOS, P.	Avatutor, Carnegie Learning, Duolingo, Mathwa, Dreambox, Knewton, Smart Sparrow, Ibm Watson Teacher Advisor, Fifa, Pokémon Go, Coursera e Khan Academy	Mapeamento de aplicações educativas que fazem uso da inteligência artificial.
A inteligência artificial na educação: utilizações e possibilidades.	2019	SILVEIRA, ACJ da; VIEIRA, N. J.	Khan Academy, Altschool, Mindspark, Third place Learning.	Enfoca plataformas de instituições internacionais que utilizam IA para ensino em larga escala.

Fonte: Autora (2023)

Silveira e Vieira (2019) proporcionam uma visão construtiva ao explorar plataformas de instituições internacionais, ressaltando o impacto da IA na construção de redes tecnológicas para conectar famílias, alunos, professores e escolas em larga escala. Giraffa e Santos (2023) expandem essa perspectiva, realizando um mapeamento abrangente de aplicações educativas baseadas em IA. Ao examinar minuciosamente 12 ferramentas distribuídas em cinco subdivisões da IA, o estudo oferece uma análise detalhada que abrange desde Sistemas Tutores Inteligentes até gamificação e predição/recomendação. Essa abordagem ampla contribui

significativamente para uma compreensão mais profunda das aplicações práticas da IA na educação.

Por sua vez, Figueiredo et al. (2023) concentram-se na análise de plataformas web, destacando a importância da personalização e monitoramento no ambiente escolar. Além da plataforma Coginii, eles mencionam a Khan Academy e Geekie, evidenciando diferentes ferramentas com potencial educativo. Uma proposta inovadora é apresentada por Cardoso et al. (2023), que desenvolvem um tutor virtual baseado em IA (Chatbot) utilizando o Chat GPT-3. Essa aplicação prática ocorre no contexto específico do IFSP Capivari, proporcionando suporte personalizado a professores e alunos por meio da compreensão da linguagem natural e interação intuitiva.

Ao comparar esses trabalhos, emergem tendências e sinergias notáveis. A Khan Academy destaca-se como uma plataforma comum, reconhecida por sua relevância global. Todos os estudos reconhecem a importância crucial da IA na transformação da educação, seja por meio de plataformas internacionais, análises abrangentes de ferramentas ou implementações práticas em contextos locais. Cada trabalho contribui com uma perspectiva única, desde a construção de redes educacionais até a análise detalhada de ferramentas e a implementação prática de tecnologias baseadas em IA. Em conjunto, esses estudos oferecem uma visão abrangente e multifacetada do estado atual e futuro da integração da IA na educação, destacando seu potencial para impulsionar inovações significativas e melhorar a experiência de aprendizado.

5. Inovações Tecnológicas e Experiências Imersivas

A inteligência artificial (IA) desempenha um papel cada vez mais significativo na transformação do setor educacional. Ela oferece diversas oportunidades e benefícios, mas também apresenta desafios e considerações éticas. A seguir, são destacadas algumas formas pelas quais a inteligência artificial está sendo empregada na área educacional.

5.1 Sistemas Tutores Inteligentes

Os sistemas Tutores Inteligentes (STIs) são ambientes de aprendizagem computacionais que incorporam técnicas de inteligência artificial para fornecer suporte personalizado e adaptativo na aprendizagem de indivíduos. Esses sistemas são projetados para oferecer orientação, feedback e interação personalizada, simulando a presença de um tutor humano (Melo, Sousa & Lima, 2021).

5.2 Sistemas de Ensino Adaptativo ou Aprendizagem Adaptativa

Os Sistemas de Ensino Adaptativo (SEAs) referem-se a plataformas ou ambientes educacionais que utilizam tecnologia para ajustar automaticamente o conteúdo, a metodologia de ensino e a avaliação de acordo com as habilidades e o progresso do aluno. Os SEAs buscam adaptar o conteúdo, a dificuldade e o ritmo de aprendizagem com base nas necessidades individuais do aluno. Não possuem ênfase explícita na simulação de um tutor humano, mas estão mais centrados na adaptação do ambiente de aprendizagem (Souza, 2021).

5.3 Reconhecimento de Fala e Linguagem Natural

Essa subárea envolve o uso de técnicas de processamento de linguagem natural e reconhecimento de fala para criar sistemas que possam interagir e compreender a linguagem falada e escrita. Isso pode ser usado em Chatbots educacionais, que são assistentes virtuais de aprendizado e avaliação automatizada de textos. (Giraffa & Kohls-Santos, 2023)

5.4 - Ferramentas

Um conjunto crescente de softwares e plataformas baseadas em IA tem revolucionado a forma como alunos e educadores abordam o processo educacional.

1) **Gradescope:** A plataforma emerge como uma solução inovadora na esfera da avaliação educacional, oferecendo auxílio aos professores para lidar com tarefas de correção, feedback e análise de desempenho de alunos. O principal objetivo é otimizar a correção de avaliações, trabalhos e projetos. Baseada em uma combinação de aprendizado de máquina (ML) e Inteligência Artificial, a plataforma fornece ferramentas que tornam o processo mais rápido, transparente e preciso (Figura 3).

A Gradescope oferece duas versões de planos, gratuitas e pagas. A versão gratuita oferece funcionalidades essenciais para educadores, incluindo correção online, digitalização de papel, e feedback detalhado. No entanto, para acessar recursos mais avançados, como a análise estatística aprofundada, é possível optar por planos pagos que variam de acordo com o tamanho da turma e as funcionalidades desejadas.

Figura 3. Página web oficial da Gradescope

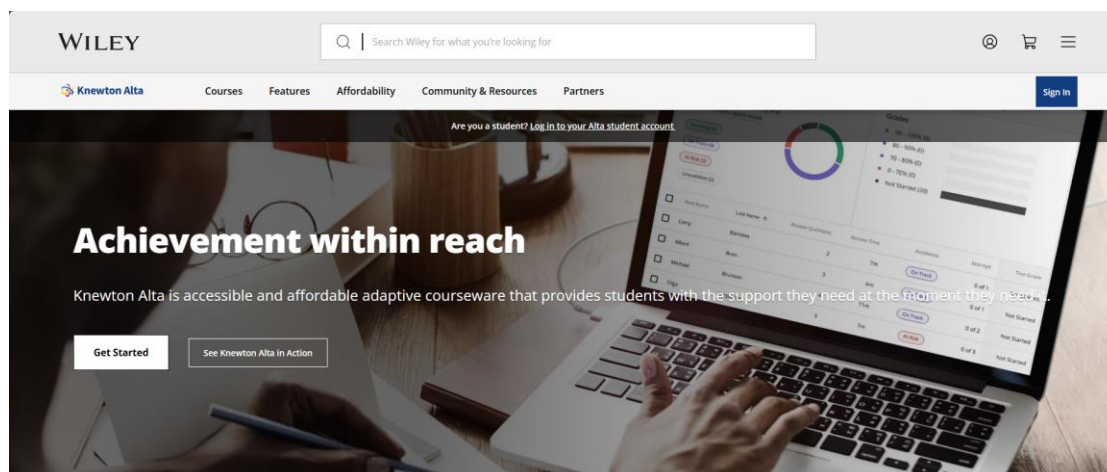


Fonte: Gradescope (2023)

2) **Knewton:** é uma plataforma de aprendizado que se adapta às necessidades de cada aluno e usa a IA para personalizar o aprendizado. Essa ferramenta de IA analisa dados para determinar o que os alunos já sabem e o que precisam aprender em seguida. Isso permite criar um ambiente de aprendizado personalizado com base nas habilidades e limitações individuais de cada aluno. Sua tecnologia de aprendizado adaptativo oferece feedback individualizado e suporte de aprendizado (Figura 4).

A Knewton utiliza algoritmos de aprendizado de máquina avançados para analisar o desempenho dos alunos em tempo real. Com base nessa análise contínua, a plataforma ajusta dinamicamente o conteúdo do curso para corresponder ao nível de habilidade e às preferências de aprendizado de cada estudante.

Figura 4. Página web oficial da Knewton



Fonte: Knewton (2023)

3) **Querium:** A Querium oferece uma plataforma de IA que ajuda os alunos a dominar habilidades STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) enquanto os prepara para a faculdade e carreiras. A plataforma conta com aulas personalizadas e assistência de tutoria passo a passo. Foi demonstrado que o tutor virtual de IA melhora a velocidade, a qualidade e a análise do aprendizado do aluno, ao mesmo tempo em que melhora os resultados dos alunos (Figura 5). A IA da Querium também é útil para professores. Ele analisa as respostas e o tempo necessário para concluir as aulas de tutoria, o que ajuda os instrutores a obter informações sobre os hábitos de aprendizado dos alunos e as áreas de melhoria.

Figura 5. Página web oficial da Querium



Fonte: Querium (2023)

4) **Duolingo:** Trata-se de uma plataforma que utiliza a abordagem de gamificação para o ensino de idiomas (Figura 7). Essa ferramenta une Inteligência Artificial e a gamificação para tornar o processo de aprendizado divertido. Isso é realizado usando algoritmos de *Machine Learning*. O Duolingo adapta o ritmo de aprendizado com base no desempenho do aluno. Se um usuário enfrenta dificuldades em um tópico específico, o sistema oferece exercícios extras nessa área, personalizando o currículo de acordo com as necessidades individuais. O Duolingo

está disponível em várias plataformas, incluindo navegadores da web, aplicativos para dispositivos móveis (iOS e Android) e tablets, permitindo que os usuários estudem quando e aonde for mais conveniente para eles.

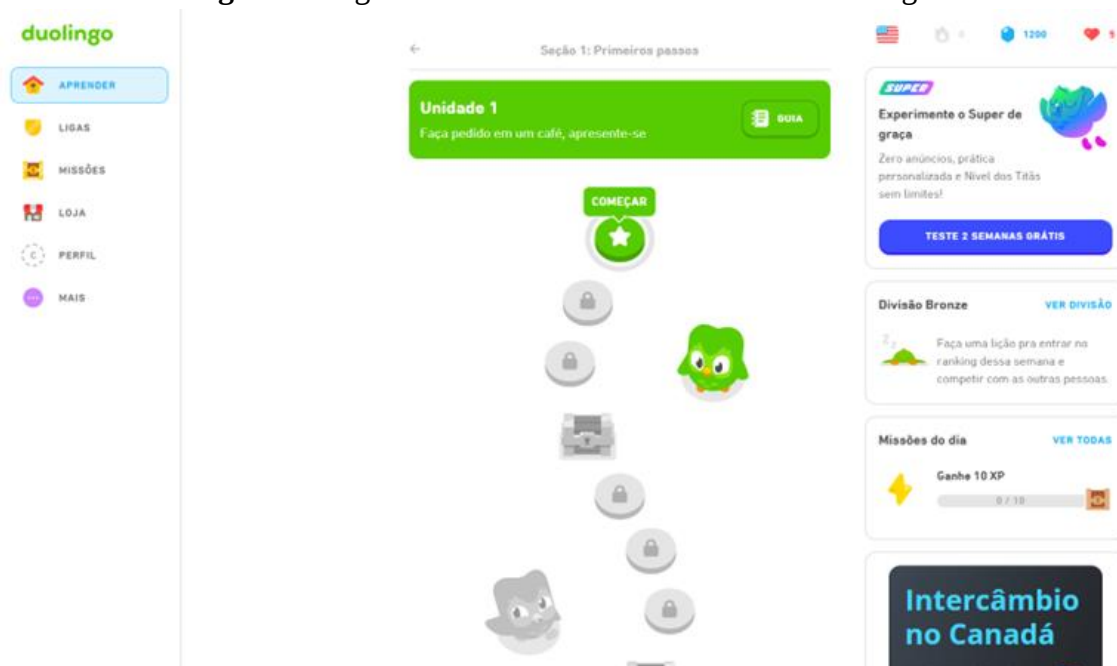
Figura 7. Página Inicial do Duolingo



Fonte: Duolingo (2023)

Ao se cadastrar no Duolingo, o estudante é automaticamente redirecionado para a página do curso, onde encontrará uma interface intuitiva que oferece uma ampla variedade de lições, divididas em unidades e seções (Figura 8). As aulas são baseadas em experiências do dia a dia, com lições rápidas e curtas para aprender novas palavras ou frases. Consistem em exercícios de leitura, escrita, escuta e conversação.

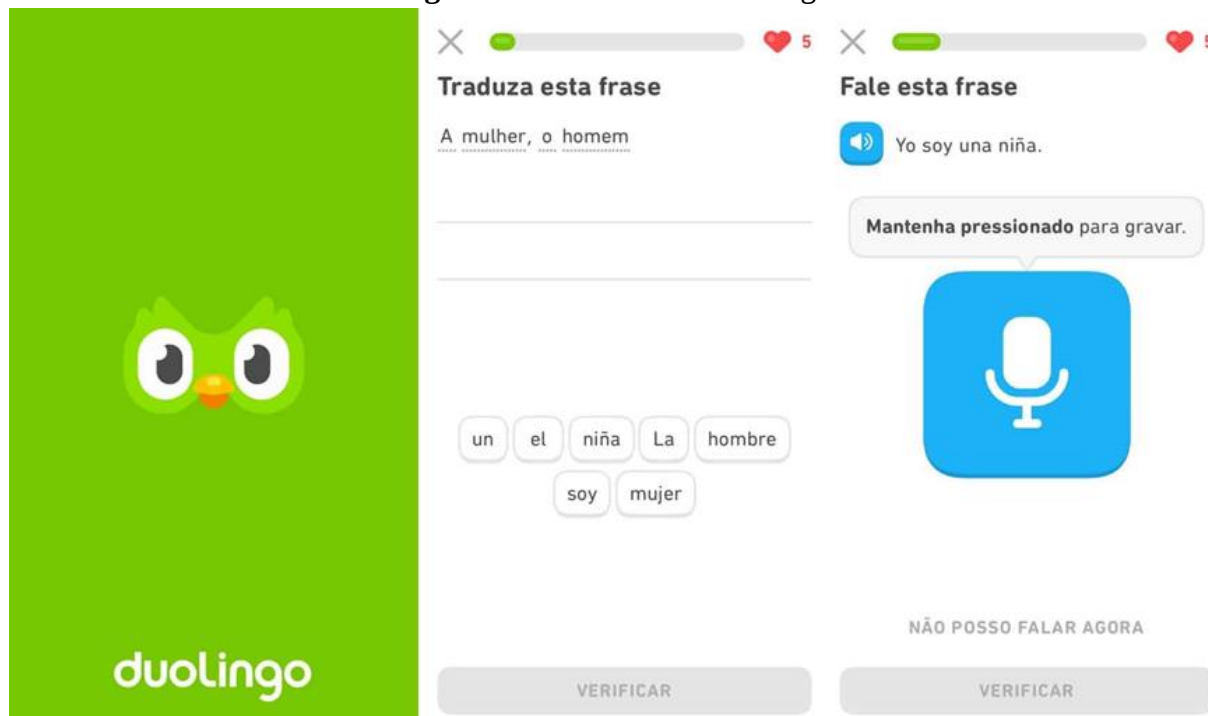
Figura 8. Página inicial de trilhas de estudos do Duolingo



Fonte: Duolingo (2023)

A Inteligência Artificial no Duolingo adapta o conteúdo de cada lição com base no desempenho individual do usuário. Se um usuário está progredindo rapidamente em um tópico, a IA pode acelerar a introdução de novos desafios. Se um usuário está tendo dificuldades, a IA pode revisar conceitos anteriores para fortalecer o entendimento. Vale ressaltar, que o Duolingo utiliza tecnologia de reconhecimento de voz alimentada por IA para avaliar a pronúncia dos usuários. Isso permite que a plataforma forneça feedback imediato sobre a precisão da pronúncia, ajudando os usuários a aprimorar suas habilidades auditivas e de fala (Figura 9).

Figura 9. Exercícios do Duolingo



Fonte: Duolingo (2023)

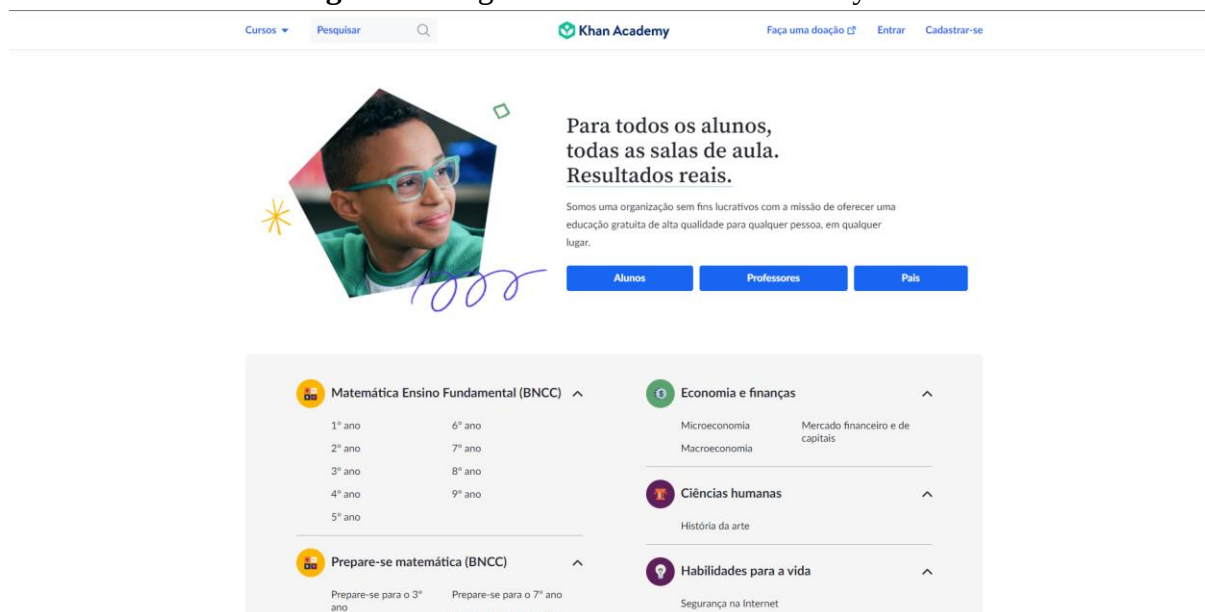
O Duolingo oferece uma ampla gama de recursos gratuitos para todos os usuários. O acesso básico à maioria dos cursos e exercícios é gratuito, permitindo que qualquer pessoa, em qualquer lugar do mundo, tenha a oportunidade de aprender um novo idioma sem custos.

A plataforma também oferece uma opção premium, chamada Duolingo Plus, que remove anúncios, fornece acesso offline ao conteúdo e oferece recursos adicionais. O Duolingo Plus é um serviço pago, proporcionando uma fonte adicional de receita para sustentar a oferta gratuita da plataforma. Atualmente, estão disponíveis versões mobile e web da ferramenta.

5) **Khan Academy:** é uma plataforma educacional que utiliza inteligência artificial de forma inovadora para transformar a maneira como as pessoas aprendem. Fundada por Salman Khan em 2008, a plataforma oferece uma vasta gama de recursos educacionais gratuitos em forma de vídeo aulas, exercícios práticos e ferramentas interativas (Figura 10).

A plataforma está inteiramente isenta de custos e pode ser acessada tanto via web quanto por meio de dispositivos móveis, sendo este último acessível para download nas lojas App Store e Google Play.

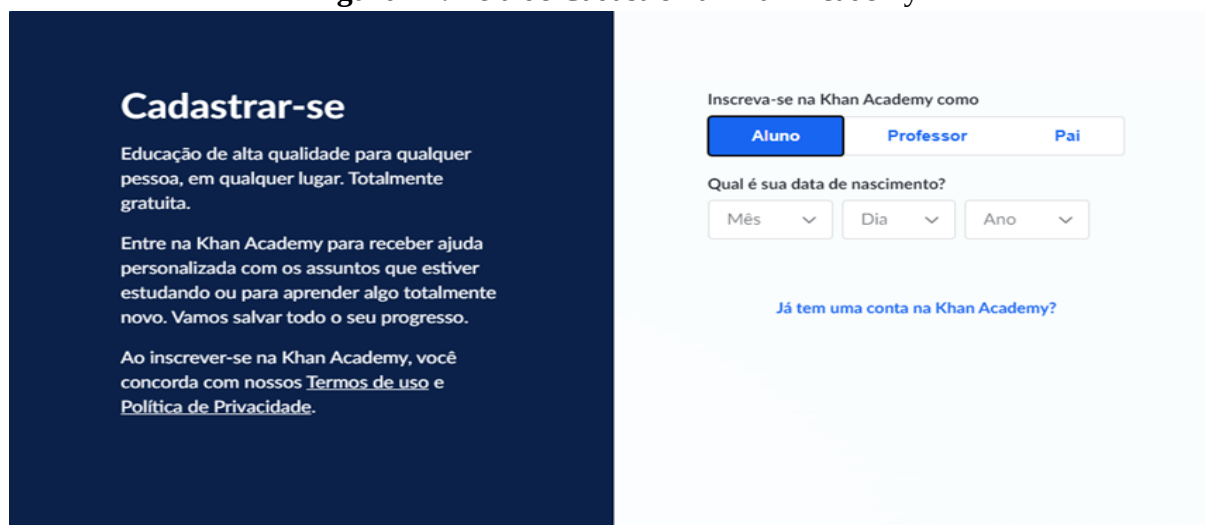
Figura 10. Página Inicial da Khan Academy



Fonte: Khan Academy (2022)

A Khan Academy oferece a possibilidade de criar três tipos de perfis de usuários: Aluno, Professor e Pais. No perfil do aluno, a plataforma proporciona assistência personalizada em relação aos tópicos em estudo, bem como suporte para a aquisição de novos conhecimentos. Para o perfil de professor, a plataforma disponibiliza recursos avançados para monitorar o progresso dos alunos, elaborar planos de aula personalizados e facilitar a gestão da sala de aula virtual. Além disso, no perfil dos pais, a aplicação fornece informações detalhadas sobre o desempenho acadêmico de seus filhos, permitindo um acompanhamento mais ativo e colaborativo no processo educacional. Essa abordagem multifacetada da plataforma contribui para uma experiência educacional mais completa e interativa (Figura 11).

Figura 11. Tela de Cadastro na Khan Academy



Fonte: Khan Academy (2022).

Ao realizar o cadastro como aluno, a Khan Academy solicita ao usuário que indique seu nível educacional. Essa abordagem visa personalizar a experiência de aprendizado, permitindo que a plataforma adapte o conteúdo conforme o nível de conhecimento do usuário. Essa

informação é fundamental para garantir que o material apresentado esteja alinhado com as necessidades específicas do estudante, oferecendo um ambiente educacional mais eficaz e individualizado (Figura 12).

Figura 12. Telas de Personalizações de Níveis Educacionais

Fonte: Khan Academy (2022).

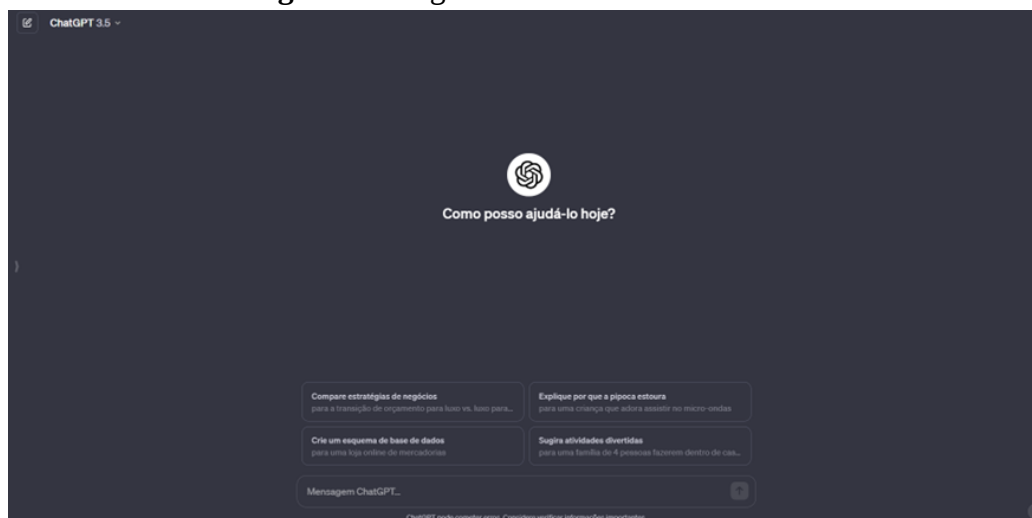
Ao se cadastrar, o aluno tem a flexibilidade de selecionar até cinco cursos para estudo inicial, podendo optar por novos cursos ao concluir os anteriores. A Khan Academy, levando em consideração o desempenho do estudante em atividades prévias, oferece recomendações personalizadas para orientar seu progresso individual. Essa abordagem permite uma experiência de aprendizado adaptável, direcionando o aluno a áreas de interesse e fortalecendo pontos específicos com base em seu histórico de desempenho (Figura 13).

Figura 13. Tela de Cursos do Usuário

Fonte: Khan Academy (2022).

6) **ChatGPT**: é um *chatbot* online que pode responder a diversas questões e realizar várias tarefas de modo humanizado. A plataforma utiliza Inteligência Artificial para interagir com usuários e gerar textos de forma inteligente. Desenvolvida pela OpenAI, o ChatGPT (Figura 14) destaca-se pelo seu objetivo de fornecer conversas coesas, relevantes e naturalmente interativas, impulsionadas por poderosos modelos de linguagem baseados em inteligência artificial.

Figura 14. Página web oficial do ChatGPT



Fonte: OpenAI (2022)

O ChatGPT (Figura 14) oferece um plano gratuito, mas também possui planos pagos que oferecem mais recursos. O plano gratuito dá acesso ao modelo GPT-3.5 e atualizações regulares do modelo. O plano Plus, que custa \$20 por mês, oferece acesso ao modelo GPT-4 com mais recursos, como chat com imagens, voz e criação de imagens.

5.5 – Avaliação das Ferramentas

Este estudo explorou seis ferramentas educativas que empregam Inteligência Artificial para aprimorar o campo da educação. Dentre essas, foram selecionadas e submetidas a testes de avaliação três ferramentas específicas: Duolingo, Khan Academy e ChatGPT.

A experiência de aprendizado proporcionada pelo Duolingo é interativa, integrando jogos e desafios para tornar o processo educacional mais envolvente. A gamificação não apenas adiciona uma dimensão divertida, mas também cria um ambiente competitivo saudável que motiva a prática regular. A principal vantagem da ferramenta reside na adaptação dos exercícios de acordo com o desempenho do usuário, proporcionando uma abordagem personalizada para diversos níveis de proficiência. A maioria das funcionalidades estão disponíveis na versão gratuita, garantindo acessibilidade a um público abrangente.

Em contrapartida, a prática da conversação ainda é limitada em comparação com métodos que incluem interação com falantes nativos. Além disso, a correção automática de pronúncia no Duolingo pode ser limitada em sua capacidade de fornecer feedback refinado. A compreensão sutil na pronúncia e entonação muitas vezes não é plenamente capturada pelos algoritmos automatizados, resultando em uma avaliação que pode não refletir completamente a precisão do usuário.

Gomes, Monteiro e Porto (2023) também reconhecem que o aplicativo tem limitações no desenvolvimento da comunicação oral e na exposição às variações informais da língua. Dessa forma, faz-se necessário complementar o ensino com outras atividades que visem a prática da comunicação oral.

Embora o Duolingo tenha suas limitações, especialmente no desenvolvimento de habilidades de conversação mais avançadas, considera-se uma ferramenta grandiosa para construir uma base sólida em um novo idioma. A combinação de sua abordagem inovadora, adaptabilidade e acessibilidade o torna uma escolha eficaz para quem busca uma experiência de aprendizado de idiomas mais dinâmica e envolvente.

A Khan Academy oferece uma abordagem única para o aprendizado, proporcionando uma experiência autodirigida que se adapta ao ritmo individual do aluno. Uma das características mais marcantes é a vasta variedade de disciplinas que a plataforma abrange, desde matemática até artes, a plataforma oferece uma gama diversificada de materiais educativos, permitindo explorar diferentes áreas de conhecimento com facilidade.

Alves et al. (2023) ressaltam que a plataforma é de uso livre e sem fins lucrativos que se propõe a colocar ao alcance de qualquer pessoa e em qualquer lugar conteúdos didáticos que vão desde videoaulas a artigos e exercícios por tema e que podem ser personalizados por nível e ritmo de cada um.

As instruções são apresentadas em videoaulas passo a passo, ministradas pelos instrutores de forma clara, concisa e altamente compreensível. Esses vídeos não apenas ajudam a consolidar conceitos difíceis, mas também tornam o aprendizado mais acessível, independentemente da complexidade do tópico. Contudo, a interação direta com instrutores e colegas é limitada, o que pode afetar a experiência de aprendizado social. Além disso, embora os exercícios sejam adaptativos, o feedback personalizado pode ser um pouco restrito em comparação com o que se obteria em um ambiente de aprendizado mais tradicional.

Apesar dessas limitações, a Khan Academy representa uma revolução na forma como abordamos a educação. A combinação de recursos abrangentes, tutoriais envolventes e prática adaptativa cria uma experiência única e valiosa. Embora haja desafios, os benefícios superam amplamente as limitações, tornando a Khan Academy uma ferramenta essencial na jornada de aprendizado contínuo.

A experiência ao utilizar o ChatGPT tem sido intrigante e, por vezes, surpreendente. Este modelo de linguagem baseado em inteligência artificial proporciona uma interação única, simulando uma conversa com um assistente virtual. A capacidade do ChatGPT em compreender e gerar respostas coesas em linguagem natural é notável, o que torna a experiência de interação bastante envolvente.

A habilidade do ChatGPT em lidar com uma ampla gama de temas se destaca. Desde esclarecimentos de conceitos acadêmicos até conversas mais informais, o modelo demonstra adaptabilidade em sua capacidade de resposta. Isso cria uma experiência de usuário que vai além do utilitário, proporcionando uma interação mais rica e diversificada.

Contudo, é importante observar que, em alguns casos, o ChatGPT pode gerar respostas que podem parecer um tanto fora de contexto ou que refletem inadequadamente a intenção original da pergunta. No estudo desenvolvido por Silva, Espíndola e Pereira (2023) destacaram algumas limitações da ferramenta como falta de fonte da informação, caso de plágios, a solução de cálculos, linguagens e códigos computacionais mais detalhados, resultados superficiais e

inconsistentes em assuntos de alta complexidade e informações desatualizadas. A falta ocasional de precisão em informações específicas também destaca a necessidade de cautela ao confiar totalmente nas respostas fornecidas. Dessa forma, torna-se necessário sempre consultar se as informações fornecidas são verídicas.

Em termos de aprendizado contínuo, é perceptível que o ChatGPT melhora ao longo do tempo, assimilando feedbacks e ajustando suas respostas. Embora apresente desafios em termos de precisão e contextualização, o ChatGPT representa uma ferramenta fascinante que certamente influenciará o modo como nos comunicamos e interagimos no mundo digital em constante evolução.

6. Análise e Discussão

No contexto da utilização da Inteligência Artificial (IA) na educação, questões éticas desempenham um papel crucial. A transparência nos algoritmos é imperativa, possibilitando a compreensão das decisões automatizadas por educadores e alunos (Floridi, 2019). A mitigação de vieses é central, exigindo a garantia de representatividade nos dados para prevenir discriminações (Diakopoulos, 2016). A participação ativa das comunidades educacionais no desenvolvimento e implementação de tecnologias é vital para considerar necessidades específicas e promover um ambiente ético (Selwyn, 2019). Além disso, é essencial um monitoramento ético constante para corrigir desafios emergentes e assegurar que a IA na educação promova equidade e inclusão (Jobin et al., 2019).

O emprego da inteligência artificial (IA) na educação traz consigo desafios significativos relacionados à privacidade e segurança dos dados. A coleta e análise extensiva de informações pessoais dos alunos suscitam preocupações sobre a proteção desses dados sensíveis (Dede et al., 2017). O equilíbrio entre personalização da aprendizagem e garantia de privacidade requer abordagens robustas de criptografia e políticas claras de gerenciamento de dados (Stevens, 2020). Além disso, a conscientização e a educação de educadores, alunos e responsáveis são essenciais para promover uma cultura de segurança e mitigar riscos associados à manipulação e armazenamento de dados no contexto da implementação da IA na educação (Williamson, 2017).

6.1 Discussão Crítica

A implementação de ferramentas educacionais baseadas em inteligência artificial (IA) oferece oportunidades transformadoras, permitindo ambientes de aprendizado dinâmicos e inclusivos. A IA, conforme evidenciada por estudos como Figueiredo et al. (2023), possibilita aprendizado personalizado e independente, adaptando-se ao ritmo e às dificuldades individuais dos alunos. Ao equilibrar essas oportunidades com considerações éticas e sociais, a comunidade educacional pode otimizar o potencial da IA para criar ambientes de aprendizado mais eficazes e adaptativos.

Os estudos correlatos de Silveira e Vieira (2019) e Giraffa e Santos (2023) destacam a construção de redes educacionais globais e a diversidade de ferramentas baseadas em IA. Inovações tecnológicas como Gradescope, Knewton, Querium, Duolingo e ChatGPT oferecem soluções distintas para desafios educacionais, ampliando a diversidade de abordagens no processo de ensino-aprendizagem.

A personalização crescente do processo educacional, exemplificada pelos Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) e Sistemas de Ensino Adaptativo (SEAs), destaca a capacidade de adaptação dinâmica do conteúdo com base no desempenho individual dos alunos. No entanto, desafios surgem, como a necessidade de garantir equidade no acesso às oportunidades educacionais e a consideração ética relacionada à privacidade dos dados dos alunos e à transparência dos algoritmos.

A eficiência operacional proporcionada por ferramentas como Gradescope destaca a capacidade da IA de acelerar processos, mas a implementação ética requer o equilíbrio entre eficiência e equidade. A capacitação contínua de professores, evidenciada pelo estudo de Cardoso et al. (2023), é crucial para maximizar o potencial dessas tecnologias.

Em resumo, a integração de ferramentas de IA na educação oferece inovações, promovendo personalização, interatividade e eficiência. No entanto, os desafios relacionados à equidade, privacidade, transparência e capacitação docente requerem atenção cuidadosa. Uma abordagem colaborativa entre educadores, pesquisadores e desenvolvedores é essencial para otimizar o potencial transformador da IA na educação, garantindo benefícios justos e eficazes para todos.

7. Considerações Finais

Na conclusão deste artigo, é evidente que a integração de ferramentas de Inteligência Artificial (IA) na educação representa uma revolução inegável no processo de ensino-aprendizagem. A diversidade de abordagens apresentadas nos estudos correlatos revela um panorama em constante evolução, onde plataformas como Gradescope, Knewton, Querium, Duolingo e ChatGPT desempenham papéis distintos na otimização do ambiente educacional. A eficácia dessas ferramentas é respaldada por dados como os apresentados por Figueiredo et al. (2023), evidenciando melhorias mensuráveis na personalização e monitoramento do aprendizado.

As inovações tecnológicas exploradas, como os Sistemas Tutores Inteligentes e Sistemas de Ensino Adaptativo, mostram resultados promissores na adaptação dinâmica do conteúdo educacional, refletindo-se em melhorias tangíveis no desempenho dos alunos. A exemplo, o sucesso do Duolingo, com sua abordagem de gamificação e aprendizado adaptativo, é destacado pelos números impressionantes de mais de 300 milhões de usuários em todo o mundo, evidenciando a escala global dessas transformações educacionais (DUOLINGO, 2023).

Entretanto, os desafios identificados ao longo desta pesquisa, como equidade, privacidade e capacitação docente, devem ser abordados de maneira proativa para garantir uma implementação ética e justa da IA na educação. A busca pela equidade é reforçada pelos números que apontam para disparidades no acesso à tecnologia educacional, exigindo estratégias inclusivas e políticas públicas abrangentes.

7.1 Perspectivas Futuras

A integração da inteligência artificial (IA) na educação está evoluindo com tendências promissoras. Assistência em tempo real aos educadores por meio de assistentes de IA e a aplicação crescente de realidade virtual e aumentada para experiências de aprendizado mais envolventes são destaque (Holstein et al., 2019; Dede, 2017). Essas tendências apontam para

um ambiente educacional mais dinâmico e personalizado, com a IA desempenhando um papel central.

Para futuras pesquisas, é essencial explorar os impactos sociais, éticos e psicológicos da IA na educação. Além disso, aprimorar a capacitação de professores, avaliar a eficácia a longo prazo das ferramentas de IA e desenvolver maneiras mais sofisticadas de personalizar o ensino são áreas críticas de estudo. Tópicos incluem melhorias na personalização educacional, avaliação contínua das ferramentas de IA, a interseção de IA com realidade virtual/aumentada para aprendizado imersivo, capacitação docente em tecnologias educacionais e análise dos impactos sociais e psicológicos da IA na educação.

Em resumo, este artigo aprofundou nosso entendimento sobre como a IA pode moldar a educação. A jornada para uma integração completa dessas tecnologias requer dedicação contínua ao aprimoramento, à equidade e à responsabilidade, buscando beneficiar toda a sociedade no futuro da educação.

Referências Bibliográficas

- ALDOSERI, A.; AL-KHALIFA, K.N.; HAMOUDA, A.M. Re-Thinking Data Strategy and Integration for Artificial Intelligence: Concepts, Opportunities, and Challenges. *Appl. Sci.* 2023, 13, 7082. <https://doi.org/10.3390/app13127082>.
- ALVES, R. C. C., DIETERICH, D., BATISTA, K., MEROTO, M. B. das N., & TRENTIN, T. Aplicabilidade Tecnológica: Como seu Aprimoramento Potencializa as Metodologias Educacionais. *Revista Amor Mundi*, v. 4, n. 3, p. 45-51, 2023.
- ANDRADE, S. O que é e como é aplicada a Inteligência Artificial na educação. *Revista IMAGINIE EDUCAÇÃO* 2021. Disponível em <https://educacao.imaginie.com.br/inteligencia-artificial-na-educacao/>. Acesso em 15 de dezembro de 2023.
- BAKER, R. S. J.; INVENTADO, P. S.. Chapter X: Educational Data Mining and Learning Analytics. *Comput. Sci*, v. 7, p. 1-16, 2014.
- CARDOSO, F. S.; PEREIRA, N. da S.; BRAGGION, R. C.; CHAVES, P.; ANDRIOLI, M. O uso da Inteligência Artificial na Educação e seus benefícios: uma revisão exploratória e bibliográfica. *Revista Ciência em Evidência*, [S. l.], v. 4, n. FC, p. e023002, 2023. DOI: 10.47734/rce.v4iFC.2332. Disponível em: <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/cienciaevidencia/article/view/2332>. Acesso em: 15 dez. 2023.
- DEDE, C. J.; JACOBSON, J.; RICHARDS, J. Introduction: Virtual, augmented, and mixed realities in education. Springer Singapore, 2017.
- DIAKOPOULOS, N. Accountability in algorithmic decision making. *Communications of the ACM*, v. 59, n. 2, p. 56-62, 2016.
- DUOLINGO. O jeito grátis, divertido e eficaz de aprender um idioma!. [S. l.]: Duolingo, [2023]. 1 software. Disponível em: <https://pt.duolingo.com/>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.
- FIA. Inteligência artificial na educação: exemplos, impactos e oportunidades. FIA Business School 2023. Disponível em <https://fia.com.br/blog/inteligencia-artificial-na-educacao/>
- FIGUEIREDO, L. O et al. Desafios e impactos do uso da Inteligência Artificial na educação. *Educação Online*, v. 18, n. 44, p. e18234408-e18234408, 2023.
- FLORIDI, L. What the near future of artificial intelligence could be. *Philosophy & technology*, v. 32, p. 1-15, 2019.

GIRAFFA, L.; KHOLS-SANTOS, P.. Inteligência Artificial e Educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente. *Educação em Análise*, v. 8, n. 1, p. 116-134, 2023.

GOMES, D. T. S.; MONTEIRO, V.; PORTO, M. J. S. Duolingo: Contribuições e Limitações da Plataforma para Alunos de LI como Língua Estrangeira. IX Congresso Nacional de Educação. ISSN:2358-8829, 2023.

GRADESCOPE. Entregue e avalie suas avaliações em qualquer lugar. [S. l.]: Gradescope, [2023]. Disponível em <https://www.gradescope.com/>. Acesso em 18 de dezembro de 2023.

HOFF, T. Inteligência artificial: Plataformas adaptativas trazem novas perspectivas para a educação. *Revista Enfoque Notre Dame*. Ed. nº 28 2020.

HOLSTEIN, Kenneth et al. Improving fairness in machine learning systems: What do industry practitioners need?. In: *Proceedings of the 2019 CHI conference on human factors in computing systems*. 2019. p. 1-16.

HORA, N. “Inteligência Artificial e Educação no Brasil: potencialidades e limitações”. MIT Technology Review, 15 de setembro de 2023. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/inteligencia-artificial-e-educacao-no-brasil-potencialidades-e-limitacoes/>. Acesso em: 16 de dezembro de 2023.

JONES, P.. Paulo Freire e Lev Vygotsky: alguns pensamentos e questões sobre essa relação. *Olhares: Revista Do Departamento De Educação Da Unifesp*, 9(3) (2021). <https://doi.org/10.34024/olhares.2021.v9.12255>.

JÚNIOR, J. F. C. et al. A inteligência artificial como ferramenta de apoio no ensino superior. *Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, v. 6, p. 246-269, 2023.

JURAFSKY, D.; MARTIN, J. H. *Speech and Language Processing* (3rd (draft) ed.). 2019.

KHAN ACADEMY. Para todos os alunos, todas as salas de aula: resultados reais. [S.l.]: Khan Academy, [2023]. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

KNEWTON. Alta's adaptive learning technology. [New Jersey]: John Wiley & Sons, 2023. Disponível em: <https://www.knewton.com/the-power-of-altas-adaptive-technology/>. Acesso em: 18 dezembro 2023.

LAMATTINA, A. de A. *Educação 4.0 [livro eletrônico] : transformando o ensino na era digital* / Alexandre de Araújo Lamattina.-- Formiga, MG : Editora Union, 2023.

MARTINS, R. H.; VIANA, H. B. Inteligência Artificial na Educação: Uma Revisão Integrativa da Literatura. *Internet Latent Corpus Journal*. DOI 10.34624/ilcj.v12i2.31227, ISSN 1647-7308, vol.12, Nº2, 2022.

MAURÍCIO, R. Inteligência Artificial – História e evolução da IA. 2023. Disponível em https://awari.com.br/inteligencia-artificial-historia-e-evolucao-da-ia/?utm_source=blog&utm_campaign=projeto+blog&utm_medium=Intelig%C3%A2ncia%20Artificial%20-%20Hist%C3%B3ria%20e%20evolu%C3%A7%C3%A3o%20da%20IA. Acessado em 14 de dezembro de 2023.

MELO, S. L. de .; SOUSA, R. M. dos S.; LIMA, L. V. Architecture of an intelligent tutor system for personalized recommendation of learning objects considering the theory of structured knowledge maps. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 10, n. 16, p. e518101623831, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i16.23831. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23831>. Acesso em: 18 dec. 2023.

NILSSON NJ. *The Quest for Artificial Intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press; 2009. doi:10.1017/CBO9780511819346.

OLIVA, A. Inteligência Artificial (IA) na educação: Impacto e Exemplos. *Revista QuestionPro*.2023. Disponível em <https://www.questionpro.com/blog/pt-br/inteligencia-artificial-na-educacao-2/>. Acesso em 13 de dezembro de 2023.

OPENAI. Introducing ChatGPT. [S. l.]: OpenAI, 2022. Disponível em: <https://openai.com/blog/chatgpt>. Acesso em: 18 de dezembro de 2023.

PRADO, C. A era da inteligência artificial. *Ciência Hoje*. 2019. Disponível em <https://cienciahoje.org.br/artigo/a-era-da-inteligencia-artificial/>. Acesso em 17 de dezembro de 2023.

QUERIUM. Master Critical STEM Skills. 2023. Disponível em: <https://www.querium.com/>. Acesso em 19 de dezembro de 2023.

RUSSELL, S. & NORVIG, P. (2010) *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 3rd Edition, Prentice-Hall, Upper Saddle River.

SIEMENS, George; LONG, Phil. Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, v. 46, n. 5, p. 30, 2011.

SELWYN, N. Should robots replace teachers?: AI and the future of education. John Wiley & Sons, 2019.

SILVA, J. L.; ESPÍNDOLA, M. A.; PEREIRA, F. C. M. O Uso do ChatGPT no Processo de Ensino e Aprendizagem: Vilão ou Aliado?. XI Simpósio Internacional de Gestão, Projetos, Inovação e Sustentabilidade. São Paulo, ISSN:2317-8302. 2023

SILVEIRA, ACJ da; VIEIRA, N. J. A inteligência artificial na educação: utilizações e possibilidades. *Revista interterritórios*. Universidade Federal de Pernambuco, v. 5, 2019.

SOUZA, M. Aprendizagem adaptativa: inteligência artificial a serviço do ensino. 2021. Centro de Notícias Uninter. Disponível em: <https://www.uninter.com/noticias/aprendizagem-adaptativa-inteligencia-artificial-a-servico-do-ensino>. Acesso em 18 de dezembro de 2023.

VANLEHN, Kurt. The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational psychologist*, v. 46, n. 4, p. 197-221, 2011.

VICARI, R. M.. Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030: sumário executivo. 2018.

WOOLF, Beverly Park. *Building intelligent interactive tutors: Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann, 2010.