
USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DAS PUBLICAÇÕES DE 2023 E 2024 NA REVISTA BRASILEIRA DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

Rennan Neves de Oliveira

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/ Mestrando
rennan.n.oliveira@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-6674-812X>

Dyogo Porfirio Almeida Santos

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/Mestrando
dyogop.almeida@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-9457-5805>

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão integrativa sobre o uso da inteligência artificial no contexto educacional brasileiro. A pesquisa analisou publicações da Revista Brasileira de Informática na Educação dos anos de 2023 e 2024, com o objetivo de identificar as aplicações e técnicas de inteligência artificial utilizadas na educação. Como metodologia realizou-se a identificação do tema, o estabelecimento de um protocolo para realizar a revisão de literatura, a categorização dos estudos e a síntese do conhecimento. Foi identificado que as técnicas mais utilizadas no contexto educacional são visão computacional, aprendizado de máquina, mineração de dados e processamento de linguagem natural. As áreas da educação impactadas foram as de ensino-aprendizagem e administração/gestão escolar. Identificou-se a existência de lacunas para pesquisas sobre mais aplicações no contexto da administração escolar, um potencial para explorar mais aplicações na sala de aula e a necessidade da expansão do debate ético sobre o uso da inteligência artificial.

Palavras-chave: inteligência artificial na educação; ética; revisão da literatura.

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: AN INTEGRATIVE REVIEW OF PUBLICATIONS FROM 2023 AND 2024 IN THE BRAZILIAN JOURNAL OF EDUCATIONAL INFORMATICS

ABSTRACT

This article presents an integrative review on the use of artificial intelligence in the Brazilian educational context. The research analyzed publications from the Brazilian Journal of Informatics in Education from the years 2023 and 2024, with the aim of identifying the applications and techniques of artificial intelligence used in education. The methodology involved identifying the theme, establishing a protocol for literature review, categorizing the studies, and synthesizing knowledge. It was found that the most used techniques in the educational context are computer vision, machine learning, data mining, and natural language processing. The impacted areas of education were teaching-learning and school administration/management. There is a need for further research on applications in the context of school administration, as well as potential exploration of more classroom applications and ethical debates surrounding the use of artificial intelligence.

Keywords: *artificial intelligence in education; ethics, literature review.*

USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN INTEGRADORA DE LAS PUBLICACIONES DE 2023 Y 2024 EN LA REVISTA BRASILEÑA DE INFORMÁTICA EN EDUCACIÓN

RESUMEN

Este artículo presenta una revisión integradora sobre el uso de la inteligencia artificial en el contexto educativo brasileño. La investigación analizó publicaciones de la Revista Brasileña de Informática en Educación de los años 2023 y 2024, con el objetivo de identificar las aplicaciones y técnicas de inteligencia artificial utilizadas en la educación. Como metodología, se llevó a cabo la identificación del tema, el establecimiento de un protocolo para la revisión de la literatura, la categorización de los estudios y la síntesis del conocimiento. Se encontró que las técnicas más utilizadas en el contexto educativo son la visión por computadora, el aprendizaje automático, la minería de datos y el procesamiento del lenguaje natural. Las áreas impactadas en la educación fueron la enseñanza-aprendizaje y la administración/gestión escolar. Existe una necesidad de investigar más aplicaciones en el contexto de la administración escolar, así como de explorar más aplicaciones en el aula y debatir éticamente sobre el uso de la inteligencia artificial.

Palabras clave: *inteligencia artificial en la educación; ética; revisión de la literatura.*

1 INTRODUÇÃO

A difusão da inteligência artificial (IA) na sociedade está ocorrendo rapidamente e, com isso, afetando tanto coletivos quanto indivíduos (Almeida; Mendes; Doneda, 2023). Muitos autores já se dedicaram para definir o que é IA. Para McCarthy (2007), é o campo do conhecimento e desenvolvimento técnico voltado para a fabricação de máquinas inteligentes, em especial softwares avançados. Russell e Norvig (2010) categorizam os vários tipos de definição de IA que foram concebidos por diferentes autores ao longo do tempo em quatro abordagens: sistemas que agem como humanos; sistemas que pensam como humanos; sistemas com pensamento racional e sistemas com atos racionais.

Existem diversas aplicações para a inteligência artificial. Isso é demonstrado por Santos (2024) através de uma revisão de literatura que detalha a utilização nos campos da saúde, indústria, serviços e na educação.

A utilização da tecnologia no contexto educacional é considerada controversa, pois envolve diversos tipos de interesses e motivações (Durso, 2024). Inúmeros são os desafios para o uso de tecnologias na educação, e com a inteligência artificial não seria diferente. Existe o problema da falta de infraestrutura das escolas e ambientes educacionais para oferecer as ferramentas necessárias ao seu corpo docente e discente, assim como a falta de capacitação de professores e do corpo técnico das instituições de ensino para a utilização e no suporte dessas tecnologias (Machado; Santos, 2024). Apesar das dificuldades, Müller, Bergande e Brune (2018) afirmam que a utilização da inteligência artificial na educação vem sendo discutida de forma ampla. E apesar das limitações dos cenários de aprendizagem, a inteligência artificial no contexto educacional deve atuar como mais uma possibilidade de ferramenta de suporte para os professores com o objetivo de aumentar a qualidade do seu trabalho.

Dessa forma, em virtude da popularização do acesso a diversas ferramentas de inteligência artificial por todo o corpo educacional, emergem as seguintes questões: Como está a utilização de recursos de inteligência artificial no contexto educacional? Quais ferramentas e/ou tecnologias estão sendo utilizadas? Para qual objetivo? Existem discussões éticas relacionada ao uso dos dados para o uso e desenvolvimento de IA?

A fim de explorar as publicações mais recentes sobre informática na educação, esta pesquisa é feita exclusivamente nas publicações da Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) – periódico mantido pela Comissão Especial de Informática na Educação da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), tendo parceria com pesquisadores e universidades nacionais e internacionais. A revista tem como objetivo a publicação de trabalhos de pesquisadores e profissionais na área da informática na educação, divulgando métodos, práticas e ferramentas que agreguem para o uso efetivo da tecnologia no ensino e aprendizagem (RBIE, c2024).

Dado o contexto acima, este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão integrativa da literatura explorando publicações que abordem a utilização da inteligência artificial no contexto educacional brasileiro. O trabalho explora as publicações disponíveis na Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE) nos anos de 2023 e 2024. Como objetivos específicos, elencam-se: a) Analisar as discussões associadas ao uso de inteligência artificial na educação, conforme abordadas nos artigos da RBIE; b) Identificar as ferramentas e tecnologias de inteligência artificial utilizadas na educação segundo os artigos da RBIE; c) Mencionar, com base nos artigos selecionados da RBIE, em quais áreas da educação a inteligência artificial vem sendo aplicada; d) Apresentar os resultados e limitações da pesquisa.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste artigo trabalha-se uma revisão integrativa da literatura, com a coleta de dados realizada a partir de um levantamento bibliográfico realizado na Revista Brasileira de Informática na Educação. A coleta de dados foi realizada de forma manual, visando os títulos dos artigos que mencionam “inteligência artificial”, ou termos relacionados a este.

A revisão integrativa é um recurso metodológico para a sistematização do conhecimento científico. É uma técnica que expõe possibilidades para novas pesquisas. A partir da interpretação das evidências, esse tipo de revisão permite avaliar trabalhos que utilizam diferentes metodologias e tanto abordagens qualitativas quanto quantitativas (Botelho; Cunha; Macedo, 2011).

Após a coleta de dados, é necessária a avaliação crítica dos estudos e a cuidadosa interpretação dos dados. Dessa forma é possível a identificação de lacunas e a apresentação de pautas para serem consideradas em futuras pesquisas (Botelho; Cunha; Macedo, 2011).

As etapas para o desenvolvimento desta revisão integrativa foram as apresentadas por Botelho, Cunha e Macedo (2011), a saber: a) Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; b) estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos; c) Identificação dos estudos encontrados; d) Categorização dos estudos selecionados; e) Análise e interpretação dos resultados; f) Apresentação do trabalho de revisão e a síntese do conhecimento.

A questão norteadora desta revisão integrativa da literatura foi “Como está a utilização de recursos de inteligência artificial no contexto educacional?”. A partir dessa foram elaboradas questões derivadas com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento da pesquisa, sendo elas: “Quais as ferramentas e tecnologias de inteligência artificial que estão sendo utilizadas no contexto educacional?”; “Em quais áreas da educação a inteligência artificial vem sendo aplicada?”; “É levantada alguma discussão ética com relação aos dados utilizados para o desenvolvimento dos modelos de inteligência artificial?”.

3 METODOLOGIA

A coleta de dados foi realizada entre os meses de abril e maio de 2024, na Revista Brasileira de Informática na Educação. O recorte temporal para a seleção dos artigos foram os trabalhos publicados entre janeiro de 2023 e março 2024, considerando a data de lançamento do *ChatGPT* em novembro de 2022 (OpenAI, 2022) e a ascensão de buscas relacionadas ao tema a partir de 2023 (Google Trends, 2024). A escolha inicial dos artigos foi realizada de forma manual, apreciando os títulos de cada trabalho publicado nas edições 31 e 32 da revista. Nesse momento verificou-se se os termos utilizados nos títulos tinham alguma relação com inteligência artificial. Os termos que foram considerados para a escolha dos artigos são: “*data mining*”; “*learning analytics*”; “classificação automática”; “aprendizado de máquina”; “sistemas inteligentes”; “tutor inteligente”; “redes neurais”; “avaliação automática”; “minerando dados”; “*automatic classification*”; “recomendação personalizada”; “estimando”; “adaptação automática”; “inteligências artificiais”; “*machine learning*”; “predição”.

Por fim, foram extraídas dos artigos selecionados as seguintes informações: Título; Autor(es); Ano de Publicação; Técnicas/Tecnologia de inteligência artificial utilizada; a aplicação da inteligência artificial; e se apresenta alguma discussão sobre questões éticas.

3.1 Processo de seleção dos artigos

Este tópico apresenta as etapas executadas para a seleção dos artigos.

A primeira etapa da coleta de dados consistiu na leitura dos títulos de todos os trabalhos publicados na RBIE nos anos de 2023 e 2024. De um total de 65 publicações, a análise dos títulos selecionou 18 trabalhos.

O próximo passo foi realizar a leitura dos resumos a fim de identificar as publicações que realizaram revisões sistemáticas, sendo essas removidas do conjunto de trabalhos selecionados. Após essa etapa, restaram um total de 12 publicações.

Dando continuidade ao processo, os trabalhos foram baixados e organizados na plataforma de armazenamento de arquivos *Google Drive* a fim de se ter fácil acesso pelos pesquisadores.

Em sequência, foi realizada a leitura técnica dos artigos a fim de aplicar os próximos critérios de inclusão e exclusão. Durante esse processo de análise dos trabalhos buscou-se identificar as pesquisas que apresentam uma abordagem direta com a educação, ou seja, em que a aplicação de técnicas de inteligência artificial tenha uma influência direta no contexto educacional, seja diretamente na sala de aula ou na gestão/administração. Com isso restaram um total de nove artigos que foram analisados na íntegra e incluídos nesta revisão integrativa. O quadro 1 resume os passos de seleção dos artigos.

Quadro 1 – Passos para a seleção dos artigos

Passo	Quantidade de artigos após cada passo
Coleta inicial	18
Análise dos resumos	12
Leitura técnica	9

Fonte: Próprio autor (2024).

Os artigos incluídos neste trabalho foram analisados e sumarizados individualmente com o objetivo de extrair as informações para responder às questões propostas por esse trabalho. A fim de facilitar a visualização dos dados foi construída uma lista numerada contendo a informação dos títulos, autoria e ano de publicação dos trabalhos selecionados. Em seguida foi construído um quadro 2 com o restante das informações extraídas dos artigos.

1. “Detecção por face de emoções de aprendizagem: abordagem baseada em redes neurais profundas e fluxo de emoções”, de Werlang e Jaques (2023);
2. “Minerando Dados para Entender os Fatores de Influência da Qualidade Educacional do Maranhão”, Soares *et al.* (2023);
3. “Uma Abordagem para Recomendação Personalizada de Materiais Educacionais por meio de Filtragem Baseada em Conteúdo em Ambientes Virtuais de Aprendizagem”, de Pereira Júnior, Araújo e Dorça (2023);
4. “Adaptação automática de conteúdo aplicada em ambiente interativo de aprendizagem individualizada”, de Peronaglio *et al.* (2023);
5. “Relato de experiência educacional com o uso de inteligências artificiais sintetizadoras de imagens: debate sobre avanços recentes e possibilidades em síntese criativa”, de Russo, Sant’Anna e Imai (2023);
6. “Uma Análise Detalhada do Desempenho de Aprendizagem ensinando Machine Learning na Educação Básica aplicando a Teoria de Resposta ao Item”, de Rauber *et al.* (2023);
7. “Automatic Classification of Learning Material Styles”, de Aquino, Souza e Barrére (2023);
8. “Modelo de Predição de Evasão Escolar com Base em Dados de Autoavaliação de Cursos de Graduação”, de Oliveira e Medeiros (2024);
9. “Transformers para previsão de desempenho acadêmico no ensino Fundamental e Médio”, de Rodrigues *et al.* (2024).

Quadro 2 – Dados extraídos dos trabalhos selecionados

#	Técnicas de IA	Aplicações da IA	Aborda questões éticas?
1	Visão Computacional, Aprendizado de Máquina	Detecção de Emoções Para Intervenção Pedagógica.	Sim
2	Mineração de Dados, Aprendizado de Máquina	Administração e Gestão Educacional	Não
3	Aprendizagem de Máquina	Recomendação de Objetos De Aprendizagem	Sim
4	Processamento de Linguagem Natural	Sistemas de Tutores Inteligentes	Não
5	Aprendizado de Máquina	Sintetização de Imagens	Não
6	Aprendizado de Máquina	Avaliação de Aprendizagem	Sim
7	Aprendizado de Máquina	Classificação Automática de Vídeos Educaçãoais	Não
8	Aprendizado de Máquina, Mineração de Dados	Previsão de Evasão Escolar	Não
9	Aprendizagem de Máquina	Previsão de Desempenho Acadêmico	Não

Fonte: Próprio autor (2020).

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo deste tópico é apresentar os trabalhos que foram selecionados para fazer parte desta revisão e apresentar as respostas às questões que nortearam o desenvolvimento desta pesquisa.

4.1 Apresentação dos trabalhos

Nesta subseção é apresentado um resumo de cada um dos trabalhos que foram investigados na revisão de literatura.

A pesquisa de Werlang e Jaques (2023) visa utilizar a inteligência artificial para detectar e classificar as emoções dos estudantes, com o objetivo de usar essas informações afetivas para perceber as dificuldades dos estudantes, adaptar a intervenção pedagógica e engajá-los. A pesquisa utiliza inteligência artificial para detectar e classificar as emoções dos estudantes assistindo a conteúdos educacionais, com o objetivo de adaptar a intervenção pedagógica e melhorar o engajamento dos alunos.

O estudo se concentra em quatro emoções de aprendizagem: engajamento, confusão, tédio e frustração. São utilizadas redes neurais convolucionais e recorrentes, combinadas com características complementares como movimento dos olhos e posição da cabeça, para realizar a detecção automática das emoções a partir dos vídeos. Foram utilizadas três bases de dados diferentes para treinamento e avaliação dos modelos. A primeira base, DAiSEE, contém vídeos de participantes em diversas situações, anotados com emoções e intensidades. A segunda base, EmotiW 2018, consiste em vídeos de estudantes assistindo a filmes educacionais, com rótulos de engajamento. A terceira base foi obtida de experimentos locais com estudantes utilizando um sistema de aprendizagem (Werlang; Jaques, 2023).

O pré-processamento envolveu a quebra dos vídeos em trechos de dois segundos e a extração de cinco quadros por segundo para reduzir a quantidade de informação. Foram utilizadas duas redes neurais para o treinamento do modelo: uma que processa as características extraídas dos vídeos, e outra que processa as características complementares. A avaliação foi realizada utilizando métricas como precisão, *recall* e *F1-score*. A combinação das duas redes resultou em uma melhoria na detecção das emoções de aprendizagem, destacando a importância de considerar tanto as informações espaciais quanto temporais das expressões faciais dos estudantes.

A detecção é automatizada a partir de vídeos gravados das expressões faciais dos alunos durante sua interação com ambientes de aprendizagem, capturados por câmeras acopladas, como webcams. A detecção de emoções em vídeos envolve o uso de ferramentas para extrair características faciais e criar um classificador de emoções. Esse classificador considera tanto a sequência de imagens no vídeo quanto a ordem das emoções expressas pelos estudantes.

Com o aumento dos ambientes inteligentes de aprendizagem, há um interesse crescente em usar as emoções dos alunos para melhorar seu aprendizado. Para melhorar esse processo, planeja-se coletar mais dados e treinar modelos com faces culturalmente diversas, além de desenvolver modelos especializados para emoções como confusão, frustração e tédio. O desenvolvimento de um modelo para a emoção de engajamento foi desafiador, e criar modelos específicos para outras emoções pode trazer melhorias significativas devido às particularidades dessas emoções no contexto da aprendizagem.

A pesquisa de Soares *et al.* (2023) faz uso de técnicas de mineração de dados e aprendizado de máquina com o objetivo de identificar quais fatores influenciam na qualidade da educação pública no estado do Maranhão. Os dados para estudo, referentes ao ano de 2019, foram coletados nas bases de dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB) e o Sistema de Avaliação Básica (SAEB), que são fornecidas pelo Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos Anísio Teixeira (INEP). A pesquisa analisou somente os dados referentes às escolas públicas de ensino médio. A análise dos dados mostrou que as escolas da região metropolitana da capital possuem os melhores indicadores educacionais e que as instituições de ensino localizadas na capital possuem as notas do IDEB acima da média, enquanto as escolas do interior ficam com notas abaixo da média. Foi identificada uma grande diferença entre as microrregiões do estado onde não foi possível identificar uma ou mais variáveis que influenciam a nota do IDEB de forma generalizada para todo o estado. O algoritmo de aprendizagem de máquina que utiliza regressão linear foi capaz de prever a nota do IDEB de uma cidade no estado baseando-se no valor do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) com uma margem aceitável de erro. O algoritmo *Orange Data Mining*, que utiliza árvores de decisão, selecionou as variáveis “Escolaridade dos Pais e Tecnologia” presentes nos dados como as que mais influenciam na média da nota do IDEB de um aluno.

Soares *et al.* (2023) utilizaram técnicas de inteligência artificial no contexto de administração e gestão da educação, com o objetivo de identificar fatores que influenciam na qualidade educacional no estado do Maranhão. É uma aplicação de valor da inteligência artificial, uma vez que resulta em indicações que podem auxiliar no planejamento de políticas públicas que ajudem a solucionar o problema. Quando olhamos do ponto de vista ético, o estudo utiliza somente dados disponibilizados por fontes oficiais. Dessa forma, não aparenta existir problemas legais, entretanto, os autores, durante o texto, não fazem nenhuma reflexão sobre o processamento desses dados para o treinamento de um modelo de inteligência artificial e os riscos envolvidos.

A pesquisa de Pereira Júnior, Araújo e Dorça (2023) investigou a recuperação e estruturação de materiais da *Web* como Objetos de Aprendizagem (OA) para recomendação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). As principais perguntas abordadas foram com relação à viabilidade de estruturar materiais da *Web* como OA, aos benefícios da recomendação automática baseada no nível de conhecimento e estilos de aprendizagem, e à manutenção da relevância dos OA gerados da *web*. Foi desenvolvido um recomendador de materiais educacionais no formato de OA, utilizando-se da inteligência artificial (aplicação da *Web Semântica* e um algoritmo bioinspirado) para recomendação personalizada através de Filtragem Baseada em Conteúdo (FBC), combinada com teorias pedagógicas. A abordagem envolveu sete etapas, utilizando dados de estudantes e professores e uma ontologia para armazenar metadados. Os estudantes preencheram um questionário ILS (*Index of Learning Styles*) opcional para definir seus estilos de aprendizagem (EA), e os dados dos professores foram usados para estruturar os OA. A pesquisa focou na estruturação de materiais do YouTube e Wikipedia devido às suas APIs que permitem extração de metadados. A recomendação dos OA foi baseada na demanda dos estudantes, com a seleção dos melhores OA utilizando um algoritmo bioinspirado para resolver o problema de cobertura por conjuntos (*Set Covering Problem - SCP*). A abordagem foi testada no *Moodle*, demonstrando eficácia na recomendação personalizada.

O estudo também apresentou limitações, como as atualizações frequentes de APIs e restrições de busca do YouTube, além dos desafios impostos pela pandemia de covid-19, que resultaram em testes remotos e baixa participação dos estudantes. A pesquisa destacou a importância de desenvolver ferramentas que ofereçam mais *feedback* para os docentes sobre o comportamento dos estudantes em AVA.

A pesquisa de Peronaglio *et al.* (2023) propõe um modelo com a utilização de técnicas de inteligência artificial e processamento de linguagem natural que possua a capacidade de, a partir de um conteúdo original, realizar a adaptação do texto para se adequar a um dos quatro estilos de aprendizagem propostos por Kolb (1976 *apud* Peronaglio *et al.*, 2023, p. 262).

De acordo com a autora, o diferencial da proposta é a capacidade de gerar variantes do texto de entrada, os adaptando em várias formas sem a intervenção humana. As variantes da entrada original são criadas considerando os estilos de aprendizagem, sendo possível, dessa forma, criar formas de se expor o conteúdo direcionados pelas técnicas e estilos de aprendizagem para que sejam utilizados nos sistemas de tutores inteligentes. Os autores indicam que farão uso de técnicas de inteligência artificial e processamento de linguagem natural, porém não se aprofundam no tema, uma vez que o trabalho relata uma pesquisa ainda em curso. A aplicação de inteligência artificial é associada a questões de ensino, uma vez que o resultado produzido pelo modelo será utilizado pelos alunos.

No quesito ético, o trabalho não detalha a origem dos dados que serão utilizados nos processos de inteligência artificial. Dado o contexto da publicação, que trata de sistemas de tutores inteligentes, é importante que seja feita uma reflexão sobre os dados que serão utilizados para o treinamento quanto o processamento dos dados que serão utilizados como entrada para o modelo. Por se tratar de uma ferramenta em que o usuário final será um aluno, a consideração de questões ligadas aos dados coletados e processados se faz necessária.

A pesquisa de Russo, Sant'Anna e Imai (2023) investigou a síntese criativa utilizando inteligências artificiais (IAs) sintetizadoras de imagens, com foco nas ferramentas *Midjourney*, *Craiyon*, *Dream* e *DALL-E*. O estudo foi realizado em um debate interativo online com estudantes de Ensino Médio Técnico para educação inclusiva e de qualidade. O objetivo é mostrar os avanços das inteligências artificiais que criam imagens, ressaltando sua importância na educação. Destacou-se a importância do multiletramento, do pensamento computacional e do entendimento de IA na educação atual, com o objetivo de preparar os alunos para lidar com algoritmos de aprendizado de máquina e mídias digitais geradas por IA. Também se buscou promover e difundir a ciência através de experiências educacionais envolvendo estudantes de Ensino Médio Técnico, como debates interativos sobre IA.

Conforme Russo, Sant'Anna e Imai (2023), a abordagem metodológica utilizada foi exploratória e experimental, baseada nos princípios do oportunismo pedagógico e conectivismo. Foi observado um diálogo criativo entre a "imaginação dos participantes" e o "modelo de imaginação" das IAs geradoras de imagens. Os resultados indicaram que a interação entre os participantes e as IAs proporcionou condições para uma educação viva, caracterizada por um processo formativo dinâmico, reflexivo e crítico. Essa abordagem rompe com os paradigmas da educação tradicional ao promover uma investigação contínua do vivido e possibilitar a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos, contribuindo, assim, para a divulgação científica e o debate sobre mídias digitais sintetizadas por IAs.

A pesquisa de Rauber et al. (2023) apresenta o projeto, desenvolvimento e implementação de um modelo de avaliação da aprendizagem de Machine Learning (ML) na Educação Básica. O curso "ML para Todos!" foi criado com o objetivo de introduzir conceitos de ML para alunos do Ensino Fundamental e Médio, ensinando classificação de imagens com redes neurais artificiais. Para a classificação das imagens foi utilizado o Google Teachable Machine (GTM), uma ferramenta desenvolvida pelo Google que permite aos usuários treinarem modelos de aprendizado de máquina de forma interativa, sem a necessidade de escrever código.

Conforme Rauber et al. (2023), a avaliação da aprendizagem dos alunos é realizada utilizando uma rubrica (instrumento de avaliação) que avalia o desempenho dos alunos com base nos resultados da aplicação de conceitos de ML. A pesquisa foi conduzida de forma exploratória, baseada em estudos de caso, e os dados foram coletados em cinco aplicações do curso entre 2021 e 2022, com um total de 108 alunos participantes.

A análise da rubrica utilizou a Teoria de Resposta ao Item (TRI) e demonstrou resultados positivos, indicando que a rubrica é um instrumento confiável e válido para avaliar a aprendizagem de ML na Educação Básica. Conforme Cappelleri et al. (2014 apud Rauber et al., 2023, p. 1035), a Teoria de Resposta ao Item é "uma coleção de modelos de medição que objetivam explicar conexões entre respostas observadas em item em uma escala é um construto subjacente". A pesquisa discute os resultados da análise da dimensionalidade e da calibração dos parâmetros da TRI em uma avaliação que utiliza o desempenho dos estudantes em artefatos criados como resultado da aprendizagem. Isso

levou à definição inicial de uma escala para medir o nível de aprendizagem dos estudantes. Ou seja, a pesquisa analisou como os diferentes componentes da TRI se relacionam com a avaliação do desempenho dos estudantes em artefatos criados durante o processo de aprendizagem.

Os resultados indicam que a rubrica para avaliação da aprendizagem de ML está próxima de ser um instrumento confiável e válido para avaliar a construção de modelos de ML para classificação de imagens usando GTM na educação em computação nas escolas.

A pesquisa de Aquino, Souza e Barrére (2023) teve como objetivo propor um modelo unificado para classificação de estilos de videoaulas e desenvolver uma técnica para a classificação automática de vídeos educacionais nos estilos de videoaulas. Para identificar os tipos das aulas em vídeos, os autores realizaram uma revisão sistemática da literatura em que selecionaram os estilos Talking Head, Voice Over Slides, Presentation Style e Khan Style como as categorias nas quais os vídeos seriam incluídos. Com relação à classificação automática, os dados utilizados para o treinamento do modelo foram vídeos educacionais de diversas fontes, totalizando 40.39 horas de conteúdo. Para a extração da informação dos vídeos a fim de utilizar para o treinamento do modelo de classificação foram utilizadas várias técnicas de processamento de vídeo a fim de identificar a presença de pessoas e para extrair dados textuais. Foram avaliados diversos algoritmos de classificação automática, e o que obteve o melhor desempenho foi a Regressão Logística, com 92% de acurácia. O artigo traz uma proposta da utilização de inteligência artificial que pode ser utilizada por alunos e professores para selecionar vídeos educacionais em vários estilos. O trabalho utiliza vídeos que estão disponíveis sobre a licença Creative Commons, que permite o uso não comercial, porém não abre nenhuma reflexão ética ao utilizar os dados para treinamento de modelos de inteligência artificial.

A pesquisa realizada por Oliveira e Medeiros (2024) busca criar e avaliar um modelo preditivo para identificar estudantes propensos à evasão, utilizando autoavaliações semestrais dos cursos de graduação da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). A problemática da evasão escolar representa um desafio constante para as instituições de ensino, e, no ensino superior, altos índices de evasão acarretam prejuízos econômicos e escassez de profissionais disponíveis no mercado.

A pesquisa examinou a relação entre a evasão escolar e a autoavaliação institucional. Para alcançar os objetivos, foi utilizado um processo de Mineração de Dados Educacionais (MDE) e foram empregadas técnicas de aprendizado de máquina para extrair conhecimento de bases de dados educacionais. A condução da pesquisa se deu em seis etapas: compreensão do campo de estudo, análise dos dados educacionais, preparação dos dados para mineração, modelagem, avaliação dos modelos e, por fim, implementação da solução educacional. O processo incluiu a exploração e preparação dos dados para a classificação, utilizando diversas técnicas de modelagem, como Árvore de Decisão, Floresta Aleatória e Máquinas de Vetores de Suporte, cujos resultados foram avaliados por métricas de desempenho.

Segundo Oliveira e Medeiros (2024), compreender os dados brutos foi uma etapa fundamental. Foi realizada uma análise exploratória em 1.156.891 registros das avaliações dos cursos de graduação presenciais. Na fase de preparação dos dados, foram executados vários processos para gerar um subconjunto adequado para modelagem, incluindo filtragem, remoção de variáveis, eliminação de valores nulos e outliers, transformações de variáveis e cálculo de médias.

A pesquisa apresentou diferentes abordagens de classificação para prever a evasão escolar. Após avaliar métricas como Acurácia, Precisão, Recall e F-Measure, o método proposto baseado em Random Forest ou Floresta Aleatória com balanceamento dos dados usando SMOTE obteve os melhores resultados.

O método proposto foi aplicado aos dados das autoavaliações dos alunos ativos, e os resultados mostraram compatibilidade com os índices atuais de evasão escolar no estado, considerando a relação entre ingressantes e concluintes em um mesmo ano. As principais conclusões dos experimentos indicam que é possível prever, de forma genérica e com uma taxa de acerto satisfatória, a evasão escolar na instituição usando os dados de autoavaliação dos cursos de graduação. Contudo, o modelo não apresentou bons resultados para alunos que ingressaram antes de 2017, possivelmente devido à falta de inclusão das disciplinas cursadas anteriormente no instrumento de autoavaliação.

De acordo com Oliveira e Medeiros (2024), a pesquisa revelou novos desafios e oportunidades para futuras investigações sobre a predição da evasão escolar. É essencial examinar se determinadas disciplinas influenciam a evasão, analisar a eficácia de modelos específicos para cada curso em comparação com um modelo genérico e integrar dados socioeconômicos e acadêmicos para aprimorar o modelo.

A pesquisa de Rodrigues et al. (2024) tem como proposta a utilização de redes neurais de aprendizado profundo, em específico utilizando a arquitetura transformers para prever o desempenho acadêmico, no contexto do ensino médio e fundamental. A motivação para a realização da pesquisa se deu pelo fato de existir uma lacuna de trabalhos que utilizam aprendizado de máquina para a previsão de desempenho acadêmico no ensino básico. As questões de pesquisa levantadas foram: “Existe benefício em se utilizar aprendizado profundo, baseado na arquitetura transformer, para previsão de desempenho acadêmico em dados semiestruturados de alunos do ensino fundamental e médio?” e “Caso haja benefício, a partir de qual ponto ele se mostra significativo, considerando o período letivo?”. Para fins de comparação de desempenho foram utilizadas também a técnica Gradient Boosting, representada pelo algoritmo Xgbo-ost, e uma rede feedforward que é baseada em uma arquitetura de aprendizado profundo mais simples. O conjunto de dados que foi utilizado para o experimento é composto por avaliações de 5.792 alunos distintos do nono ano do ensino fundamental e do primeiro ano do ensino médio referentes aos anos de 2018 e 2019.

Os resultados apontam que a arquitetura transformers tem um início mais lento em comparação às outras, pois precisa de mais dados para começar a prever com um índice de precisão equivalente aos demais, porém, com uma certa quantidade de avaliações, o desempenho supera a média dos outros modelos. Uma vantagem do transformers é que o fato de não necessitar de pré-processamento dos dados o torna mais flexível, o habilitando para ser aplicado em diversos cenários escolares. Em comparação com os outros modelos, o tempo de treinamento da arquitetura transformers é mais lento.

Para a segunda questão de pesquisa apresentada, os resultados apontam que a arquitetura Gradient Boost possui melhor aplicação no cenário, uma vez que consegue bons resultados com menos avaliações, o que acaba sendo importante em um cenário em que, quanto mais cedo se detectar o risco de reprovação, mais veloz poderá ser a intervenção pedagógica a fim de recuperar o aluno.

A pesquisa apresenta uma aplicação para inteligência artificial que pode ser valiosa em termos pedagógicos, uma vez que pode auxiliar na detecção de alunos com baixo desempenho e ser elaborado um plano de ação a fim de recuperar esse aluno. Aqui notamos mais uma aplicação que visa o apoio aos discentes, sendo uma ferramenta que

pode servir de apoio para intervenções pedagógicas ao se detectar o risco de reprovação. O trabalho apresenta uma preocupação sobre a utilização dos dados, porém, limita-se a apenas a comentar que os dados utilizados são anônimos, afirmando a impossibilidade da identificação da escola e dos alunos. Entretanto, não dialoga sobre questões éticas relacionadas à utilização dos dados e, por se tratar de informações de avaliações de alunos, é importante a análise de riscos sobre a utilização destes.

4.2 Resultados

Nesta subseção são apresentados os resultados da análise dos artigos selecionados. A partir dos dados investigados nesta pesquisa, foi observado que as técnicas de inteligência artificial que estão sendo utilizadas no contexto da educação são: visão computacional, aprendizagem de máquina, mineração de dados e processamento de linguagem natural.

A técnica que está presente em todos os trabalhos analisados é a aprendizagem de máquina. De acordo com Russell e Norvig (2010), a aprendizagem de máquina ocorre quando um computador consegue desenvolver um modelo a partir da observação de um conjunto de dados, criando assim uma hipótese que representa o funcionamento do mundo.

A mineração de dados, presente nos trabalhos de Soares et al. (2023) e Oliveira e Medeiros (2024), é outra técnica no contexto da inteligência artificial que, de acordo com Agarwal (2013), permite analisar diversos conjuntos de dados visando identificar padrões e evidências proporcionando a descoberta de conhecimento que não estão disponíveis em sistemas comuns de bancos de dados.

O processamento de linguagem natural tem como objeto transformar a linguagem natural para um formato que permita a fácil manipulação pelo computador (Goodfellow; Yoshua, 2016). Essa técnica está presente no trabalho de Peronaglio et al. (2023).

A visão computacional, a qual foi utilizada por Werlang e Jaques (2023) em seu artigo, de acordo com AWS (2023), é uma técnica utilizada pelas máquinas que permite reconhecer imagens e descrevê-las com precisão.

Dando continuidade, as áreas da educação em que se concentram a utilização da inteligência artificial são as de ensino-aprendizagem e a área administrativa e gestão educacional.

Na área de ensino-aprendizagem temos os artigos de Werlang e Jaques (2023), Pereira Júnior, Araújo e Dorça (2023) Peronaglio et al. (2023), Russo, Sant'Anna e Imai (2023) e Aquino, Souza e Barrére (2023), que utilizam a inteligência artificial com o objetivo de trazer benefícios para alunos e professores. Para os alunos, temos os ganhos em recomendação de materiais e a adaptação automática de conteúdos de acordo com o estilo de aprendizagem; para os professores, temos ferramentas que auxiliam na classificação de vídeos educacionais e na otimização da disponibilização dos materiais que se adaptem ao estilo de aprendizagem dos discentes.

Na parte administrativa da educação vemos os trabalhos de Soares et al. (2023), Rauber et al. (2023), Oliveira e Medeiros (2024) e Rodrigues et al. (2024), que desenvolvem trabalhos que buscam identificar causas da evasão escolar, prever baixo desempenho acadêmico e desenvolver modelos de avaliação de aprendizagem.

Para a questão sobre os trabalhos que realizam um questionamento ético sobre a utilização da inteligência artificial temos como resultado que as pesquisas de Werlang e Jaques (2023), Pereira Júnior, Araújo e Dorça (2023) e Rauber et al. (2023) abordaram questões éticas em seus trabalhos.

4.3 Discussão

Nesta subseção é apresentada a discussão dos resultados.

De acordo com os trabalhos selecionados, foi possível apontar quais técnicas de inteligência artificial estão sendo utilizadas no contexto educacional. Podemos notar que, com exceção da aprendizagem de máquina e da mineração de dados, as outras duas técnicas – visão computacional e processamento de linguagem natural – se fazem presentes apenas uma vez. Esse é um indício de uma limitação da pesquisa em uma base de dados especializada, ou a indicação de um caminho para as pesquisas de inteligência artificial na educação. Em trabalhos futuros pode-se explorar indexadores mais amplos e outras revistas especializadas em informática da educação a fim de comprovar ou refutar esse indício.

Os estudos analisados também apontam que as aplicações da inteligência artificial no contexto educacional estão mais direcionadas para área de ensino-aprendizagem. Foi observado também que poucos trabalhos lidam diretamente com o contexto da sala de aula, sendo esses os trabalhos de Russo, Sant'Anna e Imai (2023) e Rauber et al. (2023).

Dessa forma, podemos apontar a resposta para a segunda questão levantada por esse trabalho, em que as áreas de ensino-aprendizagem e a de administração/gestão escolar são as que mais estão sendo contempladas pela utilização da inteligência artificial.

As aplicações de inteligência artificial na educação identificadas foram: a) Detecção de Emoções para Intervenção Pedagógica; b) Análise de Dados Educacionais; c) Identificação de fatores de desempenho educacional; d) Recomendação de Objetos de Aprendizagem; e) Tutores Inteligentes; f) Sintetização de Imagens; g) Avaliação de Aprendizagem; h) Classificação Automática de Vídeos Educacionais; i) Previsão de evasão escolar; j) Previsão de Desempenho Acadêmico. É interessante notar que cada trabalho apresenta uma aplicabilidade diferente para a IA. Isso mostra o quão vastas são as possibilidades e os caminhos para as pesquisas que envolvem a inteligência artificial na educação.

Quando exploramos os trabalhos que consideram questões éticas para o seu desenvolvimento, nota-se que nenhum deles apresenta alguma reflexão ou discussão sobre essa temática. Alguns dos artigos fazem pequenos comentários sobre questões de licenciamento e sobre os dados serem anonimizados. Alguns artigos passaram por comitês de ética, entretanto, mesmo esses trabalhos não se aprofundam em questionamentos éticos sobre a utilização dos dados para a utilização em aplicações de inteligência artificial.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta revisão integrativa foi possível observar as principais técnicas de inteligência artificial utilizadas no contexto educacional brasileiro, assim como em quais áreas da educação essas técnicas estão sendo utilizadas e quais seus objetivos.

As técnicas de aprendizado de máquina, mineração de dados, processamento de linguagem natural e visão computacional têm sido utilizadas considerando o contexto educacional brasileiro nas áreas de ensino-aprendizagem e na administração/gestão escolar.

Outro dado levantado é que cada um dos trabalhos analisados nesta pesquisa apresentou um objetivo diferente, o que demonstra as oportunidades para novas pesquisas e a continuidade de outras.

Uma informação que chamou a atenção foi que, dentro do escopo dessa revisão, poucos trabalhos trazem aplicabilidade dentro da sala de aula, o que demonstra uma lacuna a ser explorada.

Outro ponto a ser considerado é que, apesar de algumas pesquisas terem sido submetidas a comitês de ética, nenhum dos trabalhos revisados discute questões éticas do uso da IA na educação, o que abre espaço para aprofundar o debate sobre o tema.

Para finalizar, devemos ressaltar que, devido às restrições das fontes de artigos e do recorte temporal utilizado para a seleção dos trabalhos, é importante que pesquisas futuras sejam mais abrangentes, tanto no recorte temporal quanto nas fontes de dados utilizadas.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, S. Data mining: Data mining concepts and techniques. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MACHINE INTELLIGENCE AND RESEARCH ADVANCEMENT, 2013, Katra, India. **Proceedings** [...]. [S. l.]: IEEE, 2013. p. 203–207. DOI: 10.1109/ICMIRA.2013.45.

ALMEIDA, V.; MENDES, L. S.; DONEDA, D. On the Development of AI Governance Frameworks. **IEEE Internet Computing**, v. 27, n. 1, p. 70-74, Jan./Feb. 2023. DOI: 10.1109/MIC.2022.3186030.

AQUINO, B.; SOUZA, J. F.; BARRÉRE, E. Automatic Classification of Learning Material Styles. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 31, p. 906–924, 2023. DOI: 10.5753/rbie.2023.3431. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/3431>. Acesso em: 30 maio 2024.

AWS. O que é visão computacional?. **Amazon Web Service (AWS)**, [S. l.], c2023. Disponível em: <https://aws.amazon.com/pt/what-is/computer-vision/>. Acesso em: 29 jun. 2024.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e Sociedade**, Belo Horizonte, v. 5, n. 11, p. 121–136, maio/ago. 2011. DOI: 10.21171/ges.v5i11.1220. Disponível em: <https://ges.face.ufmg.br/index.php/gestoesociedade/article/view/1220>. Acesso em: 17 jun. 2024.

DURSO, S. O. Reflexões sobre a aplicação da inteligência artificial na educação e seus impactos para a atuação docente. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 40, e47980, 2024. DOI: 10.1590/0102-469847980.

GOODFELLOW, I.; YOSHUA, B. **Deep learning**. Cambridge: MIT, 2016.

GOOGLE TRENDS. Inteligência artificial na educação. 2024. Disponível em: <https://trends.google.com.br/trends/explore?date=today%205-y&geo=BR&q=Intelig%C3%A2ncia%20artificial%20na%20educa%C3%A7%C3%A3o&hl=pt>. Acesso em: 29 set 2024

MACHADO, M. M. N.; SANTOS, M. P. M. O papel da tecnologia na transformação da educação contemporânea. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 10, n. 1, p. 1510–1521, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i1.13048. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/13048>. Acesso em: 6 jun. 2024.

MCCARTHY, J. **What is artificial intelligence?**. Stanford, Nov. 2007. Disponível em: <https://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2024.

MÜLLER, S.; BERGANDE, B.; BRUNE, P. Robot tutoring: on the feasibility of using cognitive systems as tutors in introductory programming education : A Teaching Experiment. *In*: EUROPEAN CONFERENCE OF SOFTWARE ENGINEERING EDUCATION (ECSEE'18), 3., 2018, Seeon/Bavaria, Germany. **Proceedings** [...]. New York: Association for Computing Machinery, 2018. p. 45-49.

OLIVEIRA, R. S.; MEDEIROS, F. P. A. Modelo de Predição de Evasão Escolar com Base em Dados de Autoavaliação de Cursos de Graduação. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 32, p. 1–21, 2024. DOI: 10.5753/rbie.2024.3542. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/3542>. Acesso em: 22 jun. 2024.

OPENAI. Introducing ChatGPT. **OpenAI**, [s.l.], 30 Nov. 2022. Disponível em: <https://openai.com/index/chatgpt/>. Acesso em: 29 set. 2024.

PEREIRA JÚNIOR, C. X.; ARAÚJO, R. D.; DORÇA, F. A. uma abordagem para recomendação personalizada de materiais educacionais por meio de filtragem baseada em conteúdo em ambientes virtuais de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 31, p. 731–758, 2023. DOI: 10.5753/rbie.2023.3292. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/3292>. Acesso em: 30 jun. 2024

PERONAGLIO, F. F.; MANACERO, A.; BALDASSIN, A. J.; SANTOS, M. S.; LOBATO, R. S.; SPOLON, R.; CAVENAGHI, M. A. Adaptação automática de conteúdo aplicada em ambiente interativo de aprendizagem individualizada. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 31, p. 255–270, 2023. DOI: 10.5753/rbie.2023.2906. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/2906>. Acesso em: 30 maio 2024.

RAUBER, M. F.; GRESSE VON WANGENHEIM, C.; BORGATTO, A. F.; MARTINS, R. M. Uma análise detalhada do desempenho de aprendizagem ensinando machine learning na educação básica aplicando a teoria de resposta ao item. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 31, p. 1031–1056, 2023. DOI: 10.5753/rbie.2023.3442. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/3442>. Acesso em: 22 jun. 2024.

RBIE. About the Journal. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, c2024. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/about>. Acesso em: 29 jun. 2024.

RODRIGUES, L. S.; SANTOS, M.; GOMES, C. F. S.; CHOREN, R.; GOLDSCHMIDT, R.; BARBARÁ, S. Transformers para previsão de desempenho acadêmico no ensino Fundamental e Médio. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 32, p. 213–241, 2024. DOI: 10.5753/rbie.2024.3661. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/3661>. Acesso em: 31 maio. 2024.

RUSSELL, S. J.; NORVIG, P. **Artificial intelligence**: a modern approach. 3rd. ed. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Education, 2010.

RUSSO, F. A. I.; SANT'ANNA, N. R.; IMAI, R. H. Relato de experiência educacional com o uso de inteligências artificiais sintetizadoras de imagens: debate sobre avanços recentes e possibilidades em síntese criativa. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 31, p. 814–828, 2023. DOI: 10.5753/rbie.2023.2914. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/2914>. Acesso em: 22 jun. 2024.

SANTOS, S. M. A. V. Desvendando horizontes: explorando as possibilidades da inteligência artificial no século XXI. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 22, n. 2, p. e3470, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n2-216. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/3470>. Acesso em: 29 jun. 2024.

SOARES, R. C.; WEBER NETO, N.; COUTINHO, L. R.; SANTOS, D. V.; SILVA, F. J. S.; TELES, A. S. Minerando Dados para Entender os Fatores de Influência da Qualidade Educacional do Maranhão. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 31, p. 378–406, 2023. DOI: 10.5753/rbie.2023.2831. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/2831>. Acesso em: 29 maio. 2024.

WERLANG, P.; JAQUES, P.A. Detecção por face de emoções de aprendizagem: abordagem baseada em redes neurais profundas e fluxo de emoções. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 31, p. 174–204, 2023. DOI: 10.5753/rbie.2023.2936. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/2936>. Acesso em: 22 jun. 2024.