

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DANIELLA SAYURI NISHIHARA DE ALBUQUERQUE

IMPACTOS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
NA EDUCAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

CURITIBA

2023

DANIELLA SAYURI NISHIHARA DE ALBUQUERQUE

IMPACTOS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
NA EDUCAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Siqueira Palcha

CURITIBA

2023

TERMO DE APROVAÇÃO

DANIELLA SAYURI NISHIHARA DE ALBUQUERQUE

IMPACTOS, DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL
NA EDUCAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Leandro Siqueira Palcha
Orientador - DTPEN, UFPR

Prof^a Dr^a Michelle Bocchi Gonçalves
DTPEN, UFPR

Msc. Erika Kraychete Alves
PPGE, UFPR

Curitiba, ____ de Novembro de 2023.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que de algum modo me incentivaram e apoiaram ao longo de minha vida acadêmica.

Ao meu orientador, professor Leandro Palcha, pela atenção cuidadosa aos detalhes, pelas sugestões construtivas, pela paciência e orientação, foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo. À banca examinadora, professora Michelle Bocchi e Erika Alves, por dedicarem tempo e esforço na leitura e avaliação do presente trabalho.

Aos meus queridos pais por terem me mostrado e cultivado o encanto que tenho pela natureza. Aos meus irmãos Caio e José Mário, especialmente nessa etapa final do curso, onde me deram suporte para que eu pudesse concluir da melhor forma possível este ciclo. Em especial, gratidão ao Caio por todos os respiros, encorajamentos e insights sobre a vida, o universo e tudo mais.

Ao meu namorado Maycon, por suas palavras de incentivo, paciência e carinho, além de todo o suporte e amor, foram uma fonte preciosa de força e paz em meio aos momentos mais difíceis ao longo da graduação.

Aos demais amigos e familiares que de forma direta ou indireta, enriqueceram meus dias e contribuíram para que eu concluísse esta etapa de uma forma mais leve e feliz. Pedro, meu achado de Santa Felicidade na Biologia, obrigada por sempre estar presente mesmo nas nossas ausências, você foi um dos meus respiros dentro da faculdade. Gratidão especial a essas mulheres incríveis, as quais tenho o privilégio de ter como amigas, Fer, obrigada por ter visto algum potencial em mim naquela aula de microbiologia, um dos melhores presentes que a faculdade me trouxe foi ter te conhecido, te admiro demais. Bi, Thais e Gi obrigada por todos os nossos momentos, pelos encorajamentos e preocupações. Dani e Duda, obrigada pelo “rateiras”, por todas as nossas trocas e pela amizade de vocês em meio as nossas correrias. Poly, obrigada por todo o carinho, preocupação e presença, amo tu.

Por fim, agradeço a todos que, de uma forma ou de outra, fizeram parte desta jornada. Cada interação, trocas, palavras de encorajamento e conforto, foram elementos essenciais para a conclusão desta etapa, guardo todos com muito carinho e gratidão!

*“Conheça todas as teorias,
domine todas as técnicas,
mas ao tocar uma alma humana,
seja apenas outra alma humana.”*

- Carl Gustav Jung

RESUMO

No ano de 2023, houve uma rápida e grande popularização das tecnologias de Inteligência Artificial (IA) generativa, em particular, o *ChatGPT* o qual gerou muita polêmica sobre seu uso no contexto educacional e isso trouxe à tona novos questionamentos sobre o uso das ferramentas de IA na Educação. Atualmente, estas são desenvolvidas e aplicadas em uma variedade de contextos, de assistência personalizada a sistemas de análise de desempenho e avaliação. Deste modo, ao explorar os avanços da Inteligência Artificial na Educação, esse trabalho busca o panorama delineado por artigos de pesquisa acerca da IA no contexto da Educação contemporânea. Para alcançar tal resposta, adotou-se uma abordagem de Revisão Sistemática de natureza Exploratória para investigar estratégias, desafios e perspectivas associadas ao uso dessas tecnologias no ambiente educacional. Em termos metodológicos, é utilizado o referencial de Análise de Conteúdo (AC), o qual permite uma compreensão abrangente e permite identificar similaridades ou divergências entre os diversos contextos abordados nos artigos revisados. A pesquisa revela os potenciais de uso e desenvolvimento para a integração da IA na Educação contemporânea como modelos de avaliação de estratégias de ensino, Sistemas Tutores Inteligentes e chatbots, bem como elucida lacunas e desafios nesta área, particularmente no que diz respeito à confiabilidade dessas ferramentas por haver uma ausência de critérios e métodos avaliativos da eficácia das mesmas. Conclui-se que esse estudo contribui para a compreensão atual do papel da IA na Educação, apontando tanto para avanços promissores quanto para desafios críticos que merecem atenção na implementação dessas tecnologias inovadoras.

Palavras-chaves: inteligência artificial; educação; tecnologias digitais; tecnologias emergentes.

ABSTRACT

Along the year of 2023 there was possible to observe a quick and wide popularization of generative Artificial Intelligence technologies, particularly, ChatGPT, which generated polemics regarding its use in the educational context. This brought new questions to light about the use of AI tools in Education that are currently being developed and applied in a variety of contexts, from personalized assistance to performance analysis and evaluation systems. Therefore, by exploring the advances of AI in Education, this study seeks the panorama outlined by research articles on AI in the context of contemporary Education. To reach this answer, it was chosen a systematic review approach in an Exploratory view to investigate strategies, challenges, and perspectives associated with the use of these technologies for Education. The methodology employed along with a content critical analysis allowed a comprehensive understanding and identification of similarities or divergences among the diverse contexts addressed in the pool of articles. The research reveals the potential uses and further development on AI integration in contemporary Education, such as assessment models for teaching strategies, Smart Tutoring Systems, and chatbots; it also elucidates gaps and challenges within this area, especially regarding the reliability of these tools, once there's a lack of criteria and evaluative methods about their effectiveness. This study contributes to an actual understanding of the role of AI in Education, pointing to both promising advances and critical challenges that deserve attention during the implementation of these innovative technologies.

Key-words: artificial intelligence; education; digital technologies; emerging technologies.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – RESUMO DA BUSCA E SELEÇÃO DOS ARTIGOS.....	19
FIGURA 2 – INCIDÊNCIA NOS NÍVEIS DE ENSINO.....	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	19
TABELA 2 – IDENTIFICAÇÃO DOS ARTIGOS.....	22

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ANALÍTICOS.....	15
2.1	QUESTÕES DE PESQUISA.....	15
2.2	BASE DE DADOS.....	16
2.3	PALAVRAS-CHAVE.....	17
2.4	<i>STRING</i> E PROCESSO DE BUSCA.....	17
2.5	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	18
2.6	EXTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS DADOS.....	19
2.7	REFERENCIAL DE ANÁLISE.....	20
3	ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	21
3.1	ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS.....	21
3.1.1	Questão de Pesquisa 1 (Q1).....	23
3.1.2	Questão de Pesquisa 2 (Q2).....	26
3.1.3	Questão de Pesquisa 3 (Q3).....	30
3.1.4	Questão de Pesquisa 4 (Q4).....	32
3.1.5	Questão de Pesquisa 5 (Q5).....	34
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	36
	REFERÊNCIAS.....	38

1 INTRODUÇÃO

As motivações do presente trabalho se dividem entre a experiência da autora ao longo de sua jornada estudantil e sua vivência técnica-acadêmica ao longo da graduação.

Desde o período escolar a autora demonstrava um apreço por ajudar seus colegas em conteúdos que tinham dificuldade e talvez, por estudar desde sempre na mesma instituição, os professores mostravam ter uma visão muito clara sobre sua eventual vocação, tornar-se professora. Antes do vestibular, ao fazer um retrospecto de sua infância, lembrou do fascínio nas épocas em que frequentava a reserva ambiental onde seu pai trabalhava e suas brincadeiras como exploradora e cientista com o que encontrava. Assim decidiu pela Biologia. Durante o curso pôde retornar ao seu colégio como auxiliar do Laboratório Científico e durante esse estágio (posteriormente trabalho efetivo), se descobriu dentro da docência. Foram 5 anos muito bem experienciados que geraram amores e saudades das crianças. Porém, a autora teve contato com disciplinas da licenciatura após já ter saído do colégio. Essa inversão entre a docência e a teoria proporcionou uma vivência diferente e de muita autorreflexão. Durante a trajetória acadêmica, a autora também teve a oportunidade enriquecedora de atuar como monitora bolsista na disciplina de “Metodologia de Ensino de Ciências e Biologia”, neste papel foi possível observar a dinâmica da formação docente e a influência que as diversas tecnologias exercem sobre os discentes.

A autora sempre foi adepta das tecnologias em sala de aula e sua afeição a permite elaborar aulas sempre buscando incluir algo interativo e/ou virtual na medida em que as realidades permitem. Por inúmeras discussões e reflexões sobre a trajetória na graduação e na escola, como por exemplo, a carência que os planejamentos têm de ferramentas digitais, ou sobre como desgastam uma mesma ferramenta por não serem atualizados, nota-se a existência de uma grande defasagem na capacitação do corpo docente em utilizar ferramentas tecnológicas na sala de aula. A Educação clama por atualizações na estrutura dos processos de ensino-aprendizagem dentro da cultura digital. As tecnologias estão na palma das mãos dos estudantes e podem se tornar aliadas ainda mais efetivas se for demonstrado aos estudantes como utilizá-las de forma crítica e construtiva.

Assim como a Biologia, a Educação evoluiu ao longo do tempo, ajustando-se às mudanças históricas, sociais e culturais. A revolução educacional impulsionada pela cultura digital e tecnologias emergentes trouxe propostas inovadoras e desafiadoras, levando-nos a refletir sobre o papel da docência, da educação híbrida, da aprendizagem e das tecnologias na atualidade (VELOSO et al., 2023). Ambas são áreas “vivas” que se adaptam e se transformam ao longo do tempo, como a metamorfose da escola descrita por Brasão e Araújo (2022) refletindo a necessidade de nos adaptarmos às demandas da sociedade contemporânea.

Há pouco vivenciamos uma mudança abrupta no contexto educacional, por consequência da pandemia da Covid-19, carregando consigo inúmeras reflexões e perspectivas a respeito do futuro da Educação. Este cenário em que as instituições de ensino tiveram que se adequar às pressas e encontrar maneiras viáveis para dar continuidade às aulas, aos conteúdos, atividades e interatividade. Ficou ainda mais clara a transformação do comportamento do educando, que agora sente-se mais confortável ao ler em telas digitais em vez de material impresso, que ao realizar pesquisas, é muito mais provável que utilize seu smartphone ou computador e abra o “Google”, do que se deslocar até a biblioteca para procurar por algum livro que o auxilie (VALENTE; FREIRE; ARANTES, 2018), apesar de não ter sido uma possibilidade viável por conta do isolamento obrigatório causado pela pandemia. No livro “Ensino Híbrido – Personalização e tecnologia na Educação” os autores expõem que:

Crianças e jovens estão cada vez mais conectados às tecnologias digitais, configurando-se como uma geração que estabelece novas relações com o conhecimento e que, portanto, requer que transformações aconteçam na escola. (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015, p. 47).

Com as tecnologias digitais e o fácil acesso à informação, já não cabe mais a escola o papel de principal fonte de informações para os alunos, pois na palma da mão deles a um clique, existe uma quantidade inimaginável de dados. Apesar disso a função da escola não desaparece ou diminui, mas, muito pelo contrário, aumenta, pois fica a incumbência dela capacitar os alunos a utilizarem de forma responsável essas novas e quase infinitas fontes de informações (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015).

Segundo Horn, Staker e Christensen (2015), uma abordagem que ganhou destaque neste cenário e tem sido discutida de forma abrangente nas últimas décadas

é o ensino híbrido, que combina elementos do ensino presencial e online para criar experiências de aprendizagem mais flexíveis e personalizadas. A sala de aula física já não é mais o único espaço de aprendizagem autêntico, considerando a era digital (CAMARGO; DAROS, 2021).

No último ano, houve uma grande comoção em torno de uma tecnologia que se popularizou tão rapidamente quanto se tornou polêmica: as Inteligências Artificiais (IA) generativas, em particular o *ChatGPT*. Esta é uma ferramenta de IA generativa, o que significa que ela pode criar respostas e texto de maneira criativa. Isso é possível graças ao *machine learning* ou aprendizado de máquina, uma tecnologia que permite treinar a IA do chat com base nas informações disponíveis na *internet*, possibilitando que o *ChatGPT* compreenda padrões e regras na linguagem para gerar suas respostas. É importante ressaltar que ele não tem pensamentos ou sentimentos reais, apenas trabalha com palavras e textos. Portanto, quando alguém faz uma pergunta ao chat a IA tenta responder baseada no que aprende sobre as palavras e informações disponíveis.

A utilização das IAs na Educação, se mostra como uma nova fronteira dentro do cenário educacional. Assim como a aprendizagem híbrida revolucionou a forma como pensamos sobre o ensino (HORN; STAKER; CHRISTENSEN, 2015). Com o surgimento e a popularidade do *ChatGPT*, uma IA acessível, novos questionamentos surgiram a respeito do uso das IAs na Educação, novas possibilidades estão sendo exploradas buscando melhorar os processos de ensino-aprendizagem, as IAs estão oferecendo oportunidades sem precedentes como sua incorporação na própria educação híbrida e na cultura digital, podendo melhorar a eficiência dos processos de ensino-aprendizagem, oferecer soluções adaptativas, ampliar o acesso à Educação (VELOSO et al., 2023), a personalização do ensino, suporte individualizado e análise de dados educacionais. A aplicação estratégica das IAs no contexto educacional tem o potencial de melhorar significativamente os processos de ensino-aprendizagem além de preparar os estudantes para os desafios do século XXI.

Entretanto, é importante ter uma perspectiva dos desafios ao incorporar a IA no contexto educacional, como a formação dos professores ao uso dessas tecnologias, a integração da IA no currículo, garantia de equidade de acesso às tecnologias de IA e abordar adequadamente as questões éticas e de privacidade dos dados dos alunos (PARREIRA; LEHMANN; OLIVEIRA, 2021).

Tendo em vista a presença cada vez mais marcante da cultura digital no contexto educacional, é imprescindível a formação de professores e estudantes que saibam compreender e lidar criticamente com a tecnologia, tal ideia vai ao encontro com a fala de Feferbaum (2023) no Seminário de IA Generativa e *Web* no Brasil, ao mencionar a necessidade de um “letramento digital” e com o estudo “Educa Ação com Ciência: por uma sociedade brasileira de ensino e pesquisas em inteligência artificial e letramento científico “ de Almeida (2022) ao propor uma reflexão sobre a urgência de promover a Educação e a pesquisa em IA e letramento científico no Brasil, destacando a relevância desses temas para o desenvolvimento educacional e tecnológico do país, pois só é possível nos apropriarmos de tais ferramentas e acompanhar os avanços tecnológicos, à medida que as compreendemos, estudamos e utilizamos.

A metodologia utilizada neste estudo trata-se da revisão sistemática de natureza exploratória. O caráter exploratório busca oferecer uma visão geral aproximada a respeito do tema abordado, abrindo possibilidades para a formulação de perguntas mais detalhadas para estudos subsequentes (GIL, 2008). Já a revisão sistemática possui como objetivo principal oferecer uma visão ampla, estruturada e de qualidade, a partir da identificação, seleção, análise e interpretação dos resultados de diversos estudos e pesquisas sobre um determinado tema. É uma metodologia com passos específicos, tais como: a delimitação da questão a ser pesquisada; escolha das fontes de dados; eleição das palavras-chave para busca; busca e armazenamento dos resultados; seleção de artigos de acordo com critérios de inclusão e exclusão; extração dos dados dos artigos; avaliação dos artigos e, por fim, a síntese e interpretação dos dados (KOLLER; VON HOHENDORFF; COUTO, 2014)

No atual ambiente educacional, as IAs estão sendo aplicadas e desenvolvidas em uma variedade de contextos, desde a assistência personalizada ao aluno até sistemas de análise de desempenho e avaliação. No entanto, a literatura sobre essa interseção entre IA e Educação é extensa e dispersa, apresentando desafios para educadores, pesquisadores e gestores educacionais que buscam compreender e explorar essas inovações de forma mais aprofundada.

A presente revisão sistemática busca responder à questão delimitadora da pesquisa “Qual é o panorama delineado pelos artigos de pesquisa acerca da Inteligência Artificial no contexto da Educação contemporânea em artigos publicados

no Brasil, no ano de 2023?”. A revisão não apenas sintetizará o estado atual da utilização das IAs neste contexto, mas também promoverá uma visão prospectiva, apontando para direções futuras de pesquisa e desenvolvimento nessa área em constante evolução.

Deste modo, a pesquisa tem o potencial de enriquecer o arcabouço teórico nesta área para educadores e instituições de ensino, além de também impulsionar a pesquisa acadêmica, trazendo contribuições para uma Educação mais adaptada às demandas da sociedade moderna.

Em vista disso, o objetivo geral do trabalho é realizar uma revisão sistemática exploratória de artigos de pesquisa contemporâneos que abordem diretamente o uso de IA na Educação, identificando, sistematizando e analisando os impactos, desafios e possibilidades discutidos atualmente. Para alcançar este propósito foram traçados alguns objetivos específicos: a) Identificar e analisar os desafios enfrentados e previstos na integração da IA no contexto educacional; b) Investigar as estratégias e inovações emergentes relacionadas às ferramentas de IA na Educação, bem como sua confiabilidade; c) Mapear a incidência de estudos e implementações das tecnologias de IA em diferentes níveis de ensino e verificar mudanças significativas no desempenho e resultados de aprendizagem dos estudantes.

Para tanto, este trabalho encontra-se estruturado da seguinte maneira: No primeiro capítulo, são apresentadas a contextualização, justificativa, o problema e os objetivos do estudo, proporcionando uma introdução detalhada ao tema. No segundo capítulo, são abordados a estrutura da pesquisa, os procedimentos teóricos e analíticos adotados, fornecendo uma compreensão mais clara da metodologia aplicada. O terceiro capítulo abarca a revisão realizada em conjunto com a discussão aprofundada dos dados coletados, oferecendo uma análise crítica das informações. No último capítulo, são apresentadas as considerações finais, consolidando os principais resultados, *insights* e contribuições para a área de estudo. Essa estrutura foi cuidadosamente elaborada para proporcionar uma visão abrangente e coerente do estudo desenvolvido.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E ANALÍTICOS

Esta pesquisa faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, realizado durante o ano de 2023. Assim decidiu-se realizar uma pesquisa de revisão sistemática, de natureza exploratória. A natureza da pesquisa exploratória segundo Gil (2008) tem como objetivo principal fornecer uma visão geral aproximada de um tema específico. Desenvolvendo, esclarecendo e ajustando conceitos, com intuito de abrir caminhos para a formulação de problemas mais detalhados para estudos subsequentes.

Já o cerne da revisão sistemática reside em seu processo de síntese rigorosa e transparente da literatura existente, utilizando métodos explícitos e padronizados para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos selecionados. Essa abordagem metodológica é projetada para responder a perguntas de pesquisa específicas, proporcionando uma visão abrangente e baseada em evidências sobre o tópico de interesse (MUÑOZ et al., 2002). A fim de orientar a condução das etapas da revisão sistemática, este estudo se fundamentou nas diretrizes estabelecidas no livro “Manual de Produção Científica” (KOLLER; VON HOHENDORFF; COUTO, 2014).

2.1 QUESTÕES DE PESQUISA

A provocação delimitadora inicial era “Qual o panorama delineado pelos artigos de pesquisa acerca da Inteligência Artificial nos campos de **ensino de Ciências e Biologia?**”, entretanto, devido ao número escasso de trabalhos específicos, foi necessário expandir o escopo de busca. Para tal, os termos “ensino de Ciências e Biologia” foram substituídos por “Educação” e/ou “Ensino”, conforme será explicado mais detalhadamente ao longo desta seção.

Com a nova provocação elementar “Qual o panorama delineado pelos artigos de pesquisa acerca da Inteligência Artificial no contexto da Educação contemporânea?”, desdobraram-se questionamentos mais específicos com o propósito de direcionar a análise de artigos e construir um recorte mais preciso acerca do tema, dada sua amplitude e possibilidades abrangentes de análise.

Assim, chegou-se a 5 questões-chave para definir um modo de categorizar a parte relevante e extrair de maneira organizada um material capaz de fornecer respostas substanciais à pesquisa proposta. São elas:

- **Questão de Pesquisa 1 (Q1):** Quais são os desafios encontrados ou previstos nos trabalhos relacionados a utilização da IA no contexto educacional?
- **Questão de Pesquisa 2 (Q2):** Quais estratégias e inovações estão sendo pesquisadas e aplicadas na Educação por meio da IA?
- **Questão de Pesquisa 3 (Q3):** Em quais níveis de ensino a pesquisa acadêmica demonstra maior incidência de estudos e implementações relacionados a essa temática?
- **Questão de Pesquisa 4 (Q4):** Há mudanças significativas no desempenho e nos resultados de aprendizagem dos estudantes devido ao uso da IA?
- **Questão de Pesquisa 5 (Q5):** Quanto à IA, quais são os critérios para avaliar a confiabilidade das ferramentas de IA educacionais disponíveis?

2.2 BASE DE DADOS

A seleção das fontes de dados para uma revisão sistemática é um passo estratégico crucial para garantir tanto quanto possível a coerência e isonomia das informações coletadas. No contexto do presente trabalho, justifica-se a escolha do Portal de Periódicos da CAPES (PPC) por seu papel fundamental na evolução e reconhecimento do saber acadêmico brasileiro, sendo um integrador e propulsor mantido e abastecido de forma corrente, o que lhe confere um status atualizado e de alta credibilidade. Além de sua relevância, destaca-se também sua acessibilidade quanto ao conjunto de trabalhos a serem investigados por haver acesso gratuito ao material, assim como ferramentas variadas de filtro e busca que facilitam o processo de investigação. Essa definição é alinhada com os objetivos propostos que visam fortalecer de forma válida a qualidade deste trabalho na correlação entre Educação e Inteligência Artificial.

2.3 PALAVRAS-CHAVE

As palavras-chave desempenham um papel essencial na revisão sistemática, para a identificação e recuperação de artigos relevantes ao estudo (MUÑOZ et al., 2002). Inicialmente, foram exploradas combinações de palavras-chave diretamente relacionadas às temáticas pretendidas, sendo elas termos como “inteligência artificial”, “educação”, “ensino de ciências” e “ensino de biologia”, com intuito de restringir o escopo pesquisado. No entanto, esse processo inicial de busca exploratória permitiu constatar que a combinação desse conjunto de palavras-chave resultava em um número muito limitado ou inexistente de publicações.

Diante disso, com o objetivo de ampliar a busca por literatura relevante e reconhecendo a natureza interdisciplinar das abordagens relacionadas à Inteligência Artificial na Educação, foi escolhida a estratégia de simplificar a quantidade de palavras-chave combinadas, concentrando-se nos termos mais abrangentes: “inteligência artificial” e “educação” ou “ensino”. Essa escolha possibilitou a inclusão de um maior número de estudos que exploram o tema da IA na Educação, abrangendo de aplicações gerais a contextos muito específicos, ainda sendo capazes de proporcionar material de análise pertinente a esta proposta.

2.4 STRING E PROCESSO DE BUSCA

Descreve-se nesta etapa o processo utilizado para busca e posterior *download* de publicações, a fim de se permitir replicá-lo e tornar possível discussões e comparações futuras sob a mesma abordagem.

Utilizando a ferramenta de “busca avançada” disponível no PPC, foram colocadas as palavras-chave com as seguintes *strings*, que são expressões ou conjuntos de termos formulados para orientar a busca de informações no contexto da pesquisa acadêmica:

- **Inteligência artificial AND educação;**
- **OR, Inteligência artificial AND ensino.**

Deste modo, sem filtrar a busca foram localizados ao todo 265 trabalhos desde 1981 até 2023.

Na sequência, com o objetivo de delimitar um escopo numérico de resultados dentro da complexidade e relevância abrangidas na execução deste projeto, escolheu-se determinar dois filtros adicionais:

- Um filtro para recorte anual, sendo definido o ano “2023 – 2023” para fins de verificar os estudos mais contemporâneos existentes;
- Um filtro para recorte de tipo de publicação, sendo definido o tipo “artigos” para fins de elencar uma categoria e permitir comparações futuras entre diferentes tipos de publicações.

A adição destes dois filtros é o que permite também acompanhar e analisar tendências e características de produção ao longo de um determinado ano, e também uma comparação categorizada ou geral entre diferentes anos.

Com isso, aplicados os filtros citados conforme passos acima, chegou-se ao número de 58 artigos.

Utilizou-se o *software EndNote Web* com a finalidade de servir à função de visualização unificada de artigos, adicionando os 58 artigos nele para checagem de eventuais duplicatas. Assim, restaram 57 artigos para a próxima etapa, tendo sido identificado apenas 1 artigo duplicado.

2.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Uma vez reduzida a abrangência de trabalhos a serem considerados, seria necessário ainda refinar e reduzir a quantidade presente no escopo tanto para permitir a leitura na íntegra de todos os artigos aderentes ao proposto quanto para descartar os trabalhos sem conteúdo desejado ou relevante para as questões a serem investigadas.

Foram definidos então critérios de inclusão e exclusão no escopo de leitura, conforme TABELA 1. Esses critérios possibilitaram identificar a congruência (ou a falta dela) por meio da leitura dos títulos e resumos desses artigos.

TABELA 1 – CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Critério	Ação
Ter sido publicado no período de JAN/2023 – OUT/2023	Inclusão
Estar no idioma Português-BR	Inclusão
Conter as palavras chave em seu título e/ou resumo	Inclusão
Acesso disponível e gratuito ao artigo completo	Inclusão
Não possui materiais e métodos bem definidos	Exclusão
Acesso não disponível ao artigo completo	Exclusão
Artigos não aderentes à temática pesquisada	Exclusão

FONTE: A autora (2023).

Realizou-se a verificação de um critério por vez, checando inicialmente o período de publicação e, na sequência, o idioma utilizado – reduzindo o escopo, aqui, já há 39 artigos. Seguiu-se a inspeção de cada critério por vez, de forma cumulativa até obter, por fim, a quantidade de 9 artigos para análise – um número adequado para o tipo de revisão escolhida. A FIGURA 1 apresenta o processo de busca e seleção dos artigos, de forma resumida.

FIGURA 1 – RESUMO DA BUSCA E SELEÇÃO DOS ARTIGOS



FONTE: A autora (2023).

2.6 EXTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS DADOS

Devido ao ocorrido durante a etapa 3, houve um aumento na heterogeneidade entre os artigos em relação ao tipo de estudo e abordagens utilizadas. Tendo isso em vista, a avaliação dos artigos foi criteriosa em certificar se realmente havia uma correlação direta entre o uso da Inteligência Artificial e a Educação ou processos de ensino-aprendizagem, para manter-se alinhado ao objeto de estudo pretendido e sua contribuição efetiva. Foi realizada a leitura integral do escopo final, bem como a extração dos dados pertinentes ao mesmo. Para facilitar a eventual comparação entre

artigos e a integração de conteúdos complementares na fase de análise e discussão, optou-se em organizar de maneira tabular por meio de categorizações comuns a todos, sendo: título, tipo de estudo, limitações, trabalhos futuros e observações relacionadas às questões da presente pesquisa (KOLLER; VON HOHENDORFF; COUTO, 2014).

2.7 REFERENCIAL DE ANÁLISE

De acordo com Bardin (2016), a análise de conteúdo (AC) é um conjunto de técnicas que envolvem a sistematização e análise de conteúdo de mensagens. Tendo como objetivo identificar padrões, temas e significados nos dados, possibilitando a inferência de conhecimentos relacionados às condições de produção ou recepção de mensagens. É frequentemente utilizada em pesquisas qualitativas para examinar documentos, textos, imagens, entrevistas entre outras formas de comunicação, com o intuito de extrair informações subjacentes ou implícitas nos dados.

Assim sendo, no âmbito da análise de conteúdo o presente trabalho teve como orientação as três fases da análise descritas por Bardin (2016), são elas: a) Pré-análise; b) Exploração do material; c) Tratamento dos resultados.

Nesta etapa da pesquisa, as informações obtidas a partir dos artigos revisados, foram categorizadas de acordo com as cinco questões-chave descritas no presente trabalho, deste modo, os dados extraídos individualmente dos trabalhos foram comparados e contrastados, permitindo a identificação de similaridades e/ou divergências entre eles. Essa abordagem possibilitou uma compreensão integrada das questões discutidas, fornecendo uma visão ampla e crítica do estado atual da pesquisa no campo de estudo analisado.

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

A integração da IA no contexto educacional tem sido um tópico de crescente interesse e investigação, refletindo o potencial transformador que essa tecnologia pode oferecer aos processos da Educação e demonstrando cada vez mais sua presença em sala de aula, com ou sem a mediação dos educadores (CORTIZ, 2023). Neste capítulo, será apresentada uma análise abrangente dos desafios, impactos e possibilidades com dados extraídos dos nove artigos cuidadosamente selecionados para a revisão. Estes estudos abordam a utilização da IA em contextos educacionais diversos, oferecendo uma visão multifacetada das implicações desse avanço tecnológico na Educação.

A TABELA 2 exibe os tipos de dados existentes em comum a todos os artigos a fim de organizá-los de forma mais clara e concisa para a revisão.

O capítulo é estruturado de acordo com as questões de pesquisa definidas no início deste estudo, permitindo uma abordagem sistemática e abrangente da análise dos artigos selecionados. Cada seção do capítulo abordará uma questão de pesquisa específica, em que serão percorridas as informações provenientes dos artigos analisados. Na sequência, os dados apresentados serão discutidos fornecendo uma compreensão aprofundada das complexidades da utilização da IA na Educação. Por meio dessa abordagem, espera-se fornecer uma visão completa e equilibrada dos impactos, desafios e possibilidades inerentes à incorporação da IA na Educação.

TABELA 2 – IDENTIFICAÇÃO DOS ARTIGOS

TÍTULO	AUTOR(ES)	ANO DE PUBLICAÇÃO	TIPO DE ESTUDO
Avaliação Automática de Redação: Uma revisão sistemática	LIMA, T. B.; SILVA, I. L. A.; FREITAS, E. L. S. X.; MELLO, R. F.	2023	Revisão sistemática da literatura
Avaliação qualitativa dos níveis cognitivos alcançados por meio da atividade experimental problematizada (AEP) e analisados pelo software pNota	NASCIMENTO, M.; KAUARK, F. da S.; BECALLI, F. Z.; OLIVEIRA, E. S.; MOURA, P. R. G.; SILVA, A. L. S.	2023	Investigação qualitativa
ECG Tutor: desenvolvimento e avaliação de um sistema tutor inteligente gamificado para ensino de eletrocardiograma	PEREIRA, L. A.; LEÃO L. L. dos S.; DERMEVAL D.; COELHO J. A. P. M.	2023	Pesquisa exploratória quantitativa
Educação e chatbots: aprendizagem e movimentos rizomáticos em tempos de web 4.0	CAVALCANTE, H. M.	2023	Estudo qualitativo, exploratório e descritivo
Elaboração de projetos de pesquisa com auxílio do chatGPT: um estudo com licenciandos de matemática	OLIVEIRA, J. V. N.; LOPES, T. B.; VIEIRA, S. A. G.; BEITES, P. D.	2023	Pesquisa qualitativa
Escolarização aberta para a educação digital com ciência e tecnologia - reflexões sobre os planos europeu e brasileiro de políticas públicas	OKADA, A.; OKADA, A. E. S. P.; CAMPOLINA, L. de O.	2023	Análise temática
O uso de Inteligência Artificial no ensino de contabilidade: um modelo classificador do pensamento crítico	SOUZA, M. C.	2023	Pesquisa-ação qualitativa
Tecnologia e histórias de vida: emancipação freiriana nas disciplinas de Inteligência Artificial	LISBOA, E. da S. R.; LOPES, L. F.	2023	Análise bibliográfica exploratória
Uso das TDIC'S no contexto escolar: Possibilidades e potencialidades	ARAÚJO, J. P.; GARCIA, T. C. M.; SOBRINHO, D. M. S.; GARCIA, T. F. M.	2023	Pesquisa-ação qualitativa

FONTE: A autora (2023).

3.1.1 Questão de Pesquisa 1 (Q1)

Quais são os desafios encontrados ou previstos nos trabalhos relacionados a utilização da IA no contexto educacional?

Ao avaliar o uso da IA no no estudo “ECG Tutor: desenvolvimento e avaliação de um sistema tutor inteligente gamificado para ensino de eletrocardiograma”, Pereira et al. (2023), assim como em “Elaboração de projetos de pesquisa com auxílio do chatGPT: um estudo com licenciandos de matemática “ de Oliveira et al. (2023), “Avaliação qualitativa dos níveis cognitivos alcançados por meio da atividade experimental problematizada (AEP) e analisados pelo software pNota” de Nascimento et al. (2023) e “O uso de Inteligência Artificial no ensino de contabilidade: um modelo classificador do pensamento crítico “ de Souza (2023) em seus respectivos trabalhos, observaram desafios relacionados à pequena amostragem para a realização de seus estudos, o que não impossibilitou a realização dos mesmos, contudo limitou os resultados e análises obtidos. Além disso, os estudantes que participaram da pesquisa se mostraram insatisfeitos com os elementos de gamificação e a estética do sistema ECG tutor, sendo áreas que precisam ser aprimoradas para promover um melhor e maior engajamento por parte dos estudantes (PEREIRA et al., 2023). No trabalho de Souza (2023) também foi destacada a limitação pelo estudo não contar com a validação de pessoas externas nem com análise conjunta de outros pesquisadores.

A ausência de critérios e indicadores bem definidos para a avaliação da Educação Digital pode resultar em inconsistências e representar um obstáculo para a eficaz implementação das políticas educacionais relacionadas à área, conforme o trabalho “Escarização aberta para a educação digital com ciência e tecnologia - reflexões sobre os planos europeu e brasileiro de políticas públicas” de Okada; Okada; Campolina (2023), tornando a detecção de vieses um desafio importante para garantir que os algoritmos de IA não perpetuem preconceitos existentes nos dados de treinamento. Pois se os dados utilizados para treinar modelos de IA contêm aspectos culturais e/ou sociais, isso pode ser replicado nas análises, sendo importante também que os resultados da IA sejam interpretados corretamente, com discernimento, para que não levem a instruções errôneas ou enviesadas.

A detecção de vieses também foi mencionada por Lima et al. (2023) em sua pesquisa “Avaliação Automática de Redação: Uma revisão sistemática”, em que identificaram desafios específicos ao avaliar a aplicação da IA na correção de redações além dos possíveis vieses, há também a necessidade de aprimorar a precisão da avaliação e a busca por maneiras da ferramenta apresentar feedbacks mais assertivos e compreensíveis, uma vez que existem muitos casos em que os modelos de avaliação geram feedbacks com baixo detalhamento, não levando em consideração o contexto educacional e o propósito didático que algumas abordagens visam alcançar. Apesar de existirem inúmeros estudos relacionados à correção automática de redações na língua inglesa, deve-se notar que, no contexto da língua portuguesa, as pesquisas e aplicações desta ferramenta ainda estão em expansão. É destacada também a necessidade de validação destes modelos de correção em ambientes reais. A falta de estudos que demonstrem a eficácia deles na prática representa uma lacuna significativa, ressaltando a necessidade de pesquisa adicional nessa área em específico. Além disso, os professores dos estudos revisados por eles perceberam que os estudantes com mais dificuldades na escrita, que muitas vezes produzem textos curtos e com erros significativos, enfrentam complicações ao usar essas ferramentas.

Baseando-se nas respostas obtidas junto aos educadores durante o estudo “Uso das TDIC’S no contexto escolar: Possibilidades e potencialidades” conduzido por Araújo et al. (2023), foi ressaltada a existência de uma lacuna no conhecimento e aplicação de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) de maior complexidade, como a Inteligência Artificial, entre o corpo docente. O estudo também enfatiza que, apesar da maioria dos educadores fazer uso de algum tipo de TDIC e também possuir acesso a recursos tecnológicos, verifica-se uma carência de familiaridade e compreensão das tecnologias mais avançadas, o que configura um desafio relevante na implementação bem sucedida destas tecnologias no processo educacional. Deste modo, junto de Cavalcante (2023) outros autores salientam a importância da formação e da capacitação de professores para a utilização de ferramentas digitais, Okada, Okada e Campolina (2023) comentam sobre dificuldades dentro desta questão devido ao ritmo acelerado de evolução das tecnologias como um todo e a falta de tempo dos educadores para realizar treinamentos de atualização. Oliveira et al. (2023) e Lisboa e Lopes (2023) ainda enfatizam que os educadores

precisam não apenas das habilidades técnicas para utilizar tais ferramentas, mas também de uma compreensão dos princípios éticos profundos sobre seu uso na Educação. Segundo Freire (2000 citado por LISBOA; LOPES, 2023), conforme as tecnologias avançam e se tornam mais ligadas ao meio, torna-se necessário existir e ser aplicada uma cuidadosa vigilância ética no que diz respeito às tecnologias.

Para estudantes que utilizam o *ChatGPT* ou outros tipos de chatbots, o estudo “Educação e chatbots: aprendizagem e movimentos rizomáticos em tempos de web 4.0” de Cavalcante (2023) e “Elaboração de projetos de pesquisa com auxílio do chatGPT: um estudo com licenciandos de matemática “ de Oliveira et al. (2023) levantam uma série de preocupações como o risco do plágio, a dependência excessiva da ferramenta, a falta de estímulo à análise crítica, a possibilidade de obterem informações desatualizadas, a própria sobrecarga de informações e, por fim, a falta de estímulo à criatividade. Oliveira et al. (2023) também mencionam que o treinamento e a familiarização com a ferramenta são essenciais, tendo em vista que a formulação de perguntas claras e específicas para interagir efetivamente com a IA representa outro desafio, demandando uma habilidade que exige prática e experiência para ser desenvolvida.

A respeito da integração da IA no contexto educacional, Okada, Okada e Campolina (2023) e Lisboa e Lopes (2023) destacam que deve ser feita de forma aprimorada para que haja coesão e seja construída de maneira significativa alinhada aos princípios pedagógicos - o que implica em repensar e redesenhar os currículos para incorporar de maneira significativa as tecnologias de IA - desse modo não comprometendo a qualidade da Educação. Em “Tecnologia e histórias de vida: emancipação freiriana nas disciplinas de Inteligência Artificial” de Lisboa e Lopes (2023), há necessidade de integrar a IA de forma afetiva e emancipatória, o que implica em criar um ambiente que promova a emancipação dos estudantes, ao mesmo tempo em que aprimora as interações humanas, em vez de substituí-las, garantindo que a afetividade e a empatia estejam presentes nas relações aluno-professor.

Cavalcante (2023) destaca a necessidade de políticas públicas para equipar escolas com tecnologia adequada, enquanto Okada, Okada e Campolina (2023) ainda enfatizam a necessidade de parcerias em Ciência e Tecnologia, empoderando as gerações futuras por meio da Ciência e da inclusão digital. Comentam também sobre desafios para a aplicação eficaz dessas políticas, sendo alguns deles a vasta

extensão territorial do Brasil e as dificuldades de infraestrutura, como a falta de acesso à internet de qualidade. A falta de habilidades digitais básicas por parte da população amplia a “divisão digital” e cria barreiras ao acesso às oportunidades da era digital, atrasando ainda mais as políticas públicas voltadas a esta temática (OKADA; OKADA; CAMPOLINA, 2023).

A diversidade de perspectivas relacionadas aos desafios encontrados e previstos nos estudos analisados, evidencia que os obstáculos não são apenas de cunho técnico, se limitando ao puro conhecimento das tecnologias de IA educacionais, mas também de cunho ético, social, político e pedagógico. É importante destacar questões limitadoras das pesquisas realizadas, como os estudos feitos com uma amostragem irrisória de participantes - o que não inviabiliza a proposta -, mas é preciso cuidado ao interpretar os resultados por serem referentes a um recorte pequeno e específico já que generalizações podem se tornar enviesadas.

3.1.2 Questão de Pesquisa 2 (Q2)

Quais estratégias e inovações estão sendo pesquisadas e aplicadas na Educação por meio da IA?

Lima et al. (2023) trazem em seu estudo uma aplicação proeminente da IA na Educação, a avaliação automática de redações. Nesse contexto, a IA baseada em *deep learning* ou “aprendizado profundo” é aprimorada por algoritmos que envolvem redes neurais intensivas e, dessa forma, oferecem uma solução eficiente para a avaliação de redações. O artigo traz como essa ferramenta é particularmente relevante em situações como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que envolve a correção de milhares de redações. O texto aborda questões como “Quais são os principais objetivos da utilização de Inteligência Artificial na avaliação de redações?” e traça que esses objetivos estão ligados a fatores como a IA se mostrar eficaz na correção, superando os avaliadores humanos em termos de consistência e objetividade, e também ser capaz de gerar um *feedback* valioso para educadores e alunos, além de coletar dados analíticos sobre o desempenho dos estudantes na produção textual, o que se torna uma informação importante que auxilia professores a repensarem e adaptarem seus métodos e estratégias de ensino.

O estudo realizado por Nascimento et al. (2023) concentrou-se na avaliação qualitativa dos níveis cognitivos educativos por meio da Atividade Experimental Problematizadora (AEP). Neste trabalho, o *software* pNota destaca-se como um exemplo da aplicação de IA integrada a Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA). Consiste em uma ferramenta com técnicas de *machine learning* ou “aprendizado de máquina” para avaliação de respostas discursivas. Em colaboração com o docente, a IA é aprimorada continuamente na medida em que analisa amostras coletadas a cada execução da atividade. Deste modo, ela se alinha progressivamente com os critérios estabelecidos pelo professor.

O trabalho de Pereira et al. (2023) apresenta a ideia de um tutor inteligente gamificado para o ensino de eletrocardiograma (ECG). Os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) incorporam IA para oferecer instrução adaptativa, identificando o conhecimento do estudante e fornecendo *feedback* imediato. A STI elaborada pelos autores buscou uma abordagem que combinasse IA com a gamificação, com intuito de enriquecer a experiência de aprendizagem, incentivando o envolvimento do aluno e tornando o processo educacional mais interativo. Além disso, a IA é usada para analisar grandes conjuntos de dados educacionais, identificando padrões de engajamento, comportamento e áreas de dificuldade, proporcionando respostas mais rápidas e eficazes que visam promover melhorias no processo de aprendizagem.

Em sua pesquisa, Cavalcante (2023) destaca que os *chatbots* podem desempenhar diversas funções na Educação e, sendo utilizados para a correção de redações, podem auxiliar na implementação de metodologias ativas como a sala de aula invertida. Também existe a possibilidade de colaborarem com os educadores auxiliando no esclarecimento de dúvidas, produção de atividades e até mesmo na elaboração do planejamento de aulas. Ademais, os estudantes podem utilizar os *chatbots* como ferramentas de estudo, ajudando na correção de seus exercícios e na explicação de conceitos.

No entanto, Cavalcante (2023) ressalta a importância de os alunos validarem as informações obtidas por meio destas ferramentas antes de utilizá-las. Tais características também podem ser visualizadas no estudo realizado por Oliveira et al. (2023), no qual o foco se voltou para a utilização do *ChatGPT* como uma ferramenta auxiliar no desenvolvimento de projetos de pesquisa em Matemática. O artigo ressalta a multifuncionalidade do *ChatGPT* no apoio aos estudantes durante a criação dos

projetos, em que ele desempenhou inúmeros papéis e gerou uma percepção e aplicação diferente para cada aluno. Entre as funções exercidas estavam: clarificar conceitos e esclarecer dúvidas, agir como uma fonte de inspiração inicial, contribuir para a revisão de textos na análise de contexto e congruência, otimizar o processo de pesquisa, e também foi citado como fonte de motivação e de abertura para novas perspectivas. Nota-se o destaque do potencial transformador do *ChatGPT* nos processos da elaboração dos projetos de pesquisa, não sendo apenas uma ferramenta de apoio prática, mas desempenhando um papel significativo na orientação e no desenvolvimento dos licenciandos, ampliando suas capacidades e possibilidades de pesquisa.

Na pesquisa realizada por Araújo et al. (2023), é explorada a aplicação da IA como uma tecnologia avançada que faz parte das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). O foco é a análise das estratégias potenciais no contexto do uso das TDICs, destacando-se o papel da IA na personalização do ensino, em que ela é empregada para adaptar o conteúdo de ensino de acordo com o desempenho e as necessidades individuais dos estudantes. Além disso, a IA é mencionada como uma ferramenta de apoio para educadores, uma vez que ela é capaz de analisar dados educacionais, identificando e avaliando tendências no desempenho dos alunos. Ela também oferece a capacidade de fornecer sugestões, resultando em um aumento da produtividade dos professores no planejamento de suas aulas.

No contexto do estudo de Okada, Okada e Campolina (2023), a Educação Digital é o tema central, analisando as políticas públicas adotadas tanto no Brasil quanto na Europa. Em 2023, houve a promulgação da Política Nacional de Educação Digital (PNED) no Brasil, esta política representa um esforço colaborativo entre o governo e diversos setores da sociedade, com o objetivo de melhorar o acesso dos cidadãos brasileiros às ferramentas e práticas digitais. Os autores ressaltam a importância de parcerias em Ciência e Tecnologia, enfatizando o empoderamento das gerações atuais e futuras por meio dessas ferramentas. Destacam também a grande necessidade de desenvolver competências científicas e digitais. De forma resumida, a PNED delinea seus objetivos em 4 eixos principais, sendo eles: I) Inclusão digital, tornando as TDICs acessíveis a todos; II) Assegurar a presença de educação digital em todos os ambientes escolares em todos os níveis e modalidades de ensino; III) Capacitação e especialização digital dos educadores; IV) Pesquisa e desenvolvimento

em TDICs, principalmente aquelas aplicáveis ao contexto educacional, sendo este último eixo bastante direcionado para a área de produção científica. O estudo realizado fornece uma visão detalhada e analítica das políticas de Educação Digital, destacando os desafios e oportunidades no cenário educacional contemporâneo.

O uso da IA para determinar habilidades de pensamento crítico em estudantes de Contabilidade, por Souza (2023), explorou o potencial da IA para avaliar a presença ou ausência de habilidades de pensamento crítico em discentes do curso citado. O trabalho também abordou outras aplicações da IA no contexto educacional, como: a personalização do ensino, que permite ajustar o ensino de acordo com as necessidades individuais do aluno; a análise de vastos conjuntos de dados, como registros de acesso a sistemas de ensino online, possibilitando ao educador identificar padrões de envolvimento dos estudantes; a capacidade de fornecer *feedback* automatizado, avaliando o desempenho do aluno em tarefas, exames e atividades.

Lisboa e Lopes (2023) exploraram a relação entre afetividade, currículo, histórias de vida e emancipação social em cursos de Sistemas de Informação. Embora o artigo não tenha especificamente mencionado estratégias e inovações educacionais relacionadas à IA, ele enfatiza a importância de entender o impacto emocional e pessoal das tecnologias na Educação.

As estratégias abordadas nos estudos analisados proporcionaram perspectivas diversificadas sobre como as tecnologias de IA estão sendo desenvolvidas, pesquisadas e integradas ao contexto educacional. Tendo evidente sua variada aplicabilidade neste meio, foram observadas: a) Ferramentas de avaliação automática de redações, uma solução aparentemente eficaz para grandes volumes de correções; b) Sistemas Tutores Inteligentes gamificados (STI) para o auxílio no processo de aprendizagem de métodos específicos e não tão aprofundados em aula; c) Diferentes enfoques para o uso de *chatbots*, como o *ChatGPT*, como ferramentas de apoio (tanto ao educando quanto ao professor), esclarecimento de dúvidas, correção de exercícios, explanação de conceitos, suporte na elaboração de projetos, entre outras possíveis funções citadas; d) *Softwares* e modelos de avaliação dos processos de ensino-aprendizagem, como os utilizados para verificar a presença de habilidades cognitivas e também relacionadas ao pensamento crítico.

3.1.3 Questão de Pesquisa 3 (Q3)

Em quais níveis de ensino a pesquisa acadêmica demonstra maior incidência de estudos e implementações relacionados a essa temática?

Okada, Okada e Campolina (2023) abordaram a escolarização aberta, no contexto de políticas públicas para a Educação Digital do Ensino Fundamental ao Ensino Superior. Não houve especificação por se tratar de uma análise comparativa de documentos. Entretanto, o Ensino Superior foi citado diversas vezes ao longo do trabalho, enquanto o Ensino Básico (Fundamental e Médio) foram citados apenas uma vez cada. Enquanto na pesquisa de Araújo et al. (2023) referente ao uso das TDICs no contexto escolar, não houve especificação do nível de ensino dos docentes participantes, e só pode-se afirmar que a oficina foi realizada com professores de uma escola da cidade de Caicó/RN.

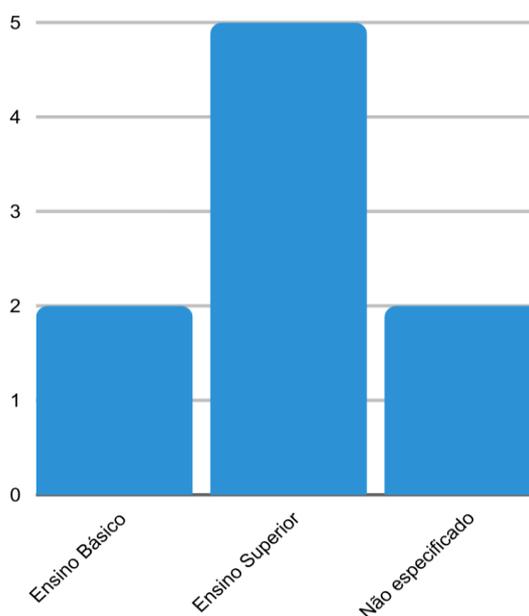
No âmbito do Ensino Básico, Lima et al. (2023) abordam a avaliação automática de redações, voltada principalmente para o Ensino Médio. A utilização da IA nessa área visa estabelecer um método eficaz de avaliação de redações de estudantes que buscam ingressar no Ensino Superior. Além disso, Nascimento et al. (2023) realizou um trabalho de avaliação qualitativa dos níveis cognitivos alcançados por meio da Atividade Experimental Problematizadora (AEP) no Ensino Básico, especificamente na 2ª série do Ensino Médio.

Trazendo o foco para o Ensino Superior, diversos trabalhos abordaram esse nível de ensino, ao todo foram cinco estudos, sendo eles os trabalhos de Pereira et al. (2023) onde desenvolveram o ECG Tutor, um Sistema Tutor Inteligente (STI) gamificado, direcionado a estudantes de Medicina em níveis mais avançados do curso. Cavalcante (2023) que explorou a relação entre Educação e *chatbots* com uma proposta de uso do *ChatGPT* em sala de aula, voltada para estudantes do 1º ano de um curso superior, com o componente curricular de Língua Portuguesa. Souza (2023) que investigou o uso de IA no ensino de Contabilidade com foco em estudantes de História da Contabilidade. O uso do *ChatGPT* como auxílio na elaboração de projetos em Matemática foi abordado por Oliveira et al. (2023), especificamente com alunos do Curso de Licenciatura em Matemática. E, por fim, no estudo de Lisboa e Lopes (2023) referente às relações entre Tecnologia e a emancipação dos estudantes sob uma perspectiva freiriana, a análise realizada buscou pela matriz curricular do curso de

Sistemas de Informação de dez universidades federais brasileiras, sendo duas de cada uma das cinco regiões federativas, utilizando o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e a ementa da disciplina.

A análise dos dados evidenciou uma diferença na quantidade de estudos voltados para o Ensino Superior e para o Ensino Básico, além de dois dos trabalhos não especificarem o nível de ensino levantado. Com isso, apesar da diversidade de abordagens entre as pesquisas, denota-se que mais de 50% delas são voltadas ao Ensino Superior (cinco artigos), enquanto apenas 22,2% são relacionadas ao Ensino Básico (dois artigos), sendo estes vinculados especificamente ao Ensino Médio (FIGURA 2).

FIGURA 2 – INCIDÊNCIA NOS NÍVEIS DE ENSINO



FONTE: A autora (2023).

Tendo em vista o que foi observado até aqui, percebe-se relação com a revisão realizada por Fernandes, Ribeiro e Vasconcelos (2022), em que analisou-se os níveis de ensino aos quais os estudos estavam relacionados e verificaram que dos vinte estudos, apenas um não tratava do Ensino Superior, sendo também voltado ao Ensino Médio (em trabalhos de 2017 – 2021). Assim, torna-se possível extrapolar ambos resultados e inferir que provavelmente existe uma carência de pesquisas relacionadas às tecnologias de IA para o Ensino Básico, especialmente para o Ensino Fundamental Anos Iniciais e Anos Finais.

3.1.4 Questão de Pesquisa 4 (Q4)

Há mudanças significativas no desempenho e nos resultados de aprendizagem dos estudantes devido ao uso da IA?

No estudo realizado por Pereira et al. (2023) os estudantes aprovaram a utilização de Sistemas Tutores Inteligentes (STI), sendo os protótipos do ECG Tutor bem avaliados pelos alunos em termos de facilidade de uso, utilidade, atitude em relação ao uso e a intenção de uso da ferramenta. É possível notar também o potencial que o STI possui para auxiliar no aprendizado, resultando em uma experiência positiva para os estudantes.

Lima et al. (2023) apresentam em sua revisão percepções positivas em relação ao uso da IA na avaliação automática de redações. Enquanto professores puderam se concentrar nas demais tarefas de ensino, reduzindo o esforço na correção dos textos, os educandos demonstraram melhorias em seus processos de escrita, adquirindo confiança. Oliveira et al. (2023) indica que o uso do ChatGPT pôde melhorar a qualidade da escrita acadêmica e confiança dos estudantes, além de proporcionar clareza e criatividade. Os licenciandos perceberam que a ferramenta expandiu seus horizontes, mostrando-se transformadora ao introduzir perspectivas adicionais que antes não haviam sido consideradas, o que levou os estudantes a repensarem suas abordagens em seus projetos de pesquisa.

O estudo de Nascimento et al. (2023) verificou, com auxílio da análise realizada pelo *software* pNota, que a Atividade Experimental Problematizadora (AEP) levou a uma aprendizagem significativa. O estudo proporcionou uma compreensão detalhada dos níveis de aprendizado dos estudantes através da progressão de respostas analisadas pela ferramenta de IA. Concluem que a AEP levou a melhorias qualitativas no processo cognitivo dos alunos, incluindo o alcance do nível “Criar” da Taxonomia de Bloom Revisada. Contudo, os resultados da pesquisa realizada fazem referência ao uso da AEP em específico, sendo a ferramenta de IA apenas o meio que permitiu a análise dos dados obtidos. Assim como o modelo classificador do pensamento crítico elaborado por Souza (2023) tinha como objetivo avaliar a presença ou ausência de habilidades ligadas ao pensamento crítico, a pesquisa de Nascimento et al. (2023) apresentam resultados promissores em termos de desenvolver tal habilidade. No entanto, tais resultados fazem jus ao modelo classificador criado e não

ao desempenho acadêmico dos estudantes especificamente.

Em seu trabalho, Cavalcante (2023) observa que os estudos analisados não apresentam resultados das propostas aplicadas no ensino. Da mesma forma, a proposta produzida em sua pesquisa não possui resultados, uma vez que ela não foi aplicada no “ambiente real”. Já as pesquisas realizadas por Okada, Okada e Campolina (2023) e Lisboa e Lopes (2023), não fornecem informações específicas a respeito de mudanças no desempenho ou resultados de aprendizagem dos educandos, recordando que seus trabalhos têm caráter de análise e não são propostas de atividades, projetos ou ferramentas de IA.

Embora o trabalho de Araújo et al. (2023) tenha sido a realização de uma oficina, os participantes não eram estudantes e sim docentes, portanto, não fornecem informações sobre o desempenho real de alunos. Entretanto, o artigo menciona a importância do uso das TDICs no ambiente educacional, principalmente no contexto da chegada da pandemia (COVID -19) e a necessidade repentina do ensino remoto emergencial, por essas ferramentas possibilitarem aulas mais dinâmicas, favorecendo o engajamento e interesse dos estudantes.

Com a análise dos dados pode-se destacar algumas percepções a respeito do desempenho dos estudantes delimitadas pelas pesquisas, como a capacidade das ferramentas de IA oferecerem suporte adaptativo, proporcionando um ambiente de experiência de aprendizagem positiva. Também foram observadas melhorias na qualidade e habilidades de escrita, assim como na autoconfiança do aluno dentro desses processos. Apesar de muitos dos estudos ressaltarem as possíveis melhorias que seriam observadas com as aplicações das tecnologias de IA, seis dos nove trabalhos não apresentaram resultados concretos sobre a questão trabalhada. Dessa forma, mesmo que as percepções e experiências positivas dos estudantes sejam notórias em relação ao uso de ferramentas de IA no ambiente educacional, fica evidente a lacuna de dados existente neste âmbito de mensurar mais precisamente o desempenho e resultados de aprendizagem dos educandos.

3.1.5 Questão de Pesquisa 5 (Q5)

Quanto à IA, quais são os critérios para avaliar a confiabilidade das ferramentas de IA educacionais disponíveis?

Os estudos de Nascimento et al. (2023) e Araújo et al. (2023), apesar de possuírem enfoques distintos entre si, não apresentaram critérios específicos para avaliar a confiabilidade das ferramentas de IA. Assim como nos trabalhos de Oliveira et al. (2023) e Cavalcante (2023), que embora não tenham definido critérios formais, levantam preocupações a respeito do *ChatGPT* quanto à confiabilidade em suas respostas e reforçam que os estudantes tenham discernimento e cautela ao fazer uso deste chatbot, sugerindo uma revisão das informações obtidas para validação.

Conforme discutido por Souza (2023), a acurácia foi utilizada como um dos critérios para avaliar a eficácia e confiabilidade do modelo classificador proposto para identificar a presença de habilidades relacionadas ao pensamento crítico. Os resultados iniciais da pesquisa demonstraram que o modelo alcançou uma acurácia de 86,20% com base nos dados disponíveis nos testes de treinamento. O autor também menciona a necessidade de validação externa, replicabilidade e a aplicabilidade prática do modelo, como critérios para complementar a avaliação da confiabilidade e eficácia do modelo classificador. É destacado, inclusive, como mencionado na Seção 3.1.1, que uma das limitações da pesquisa se deu pela falta de validação externa.

Em seu Sistema Tutor Inteligente (STI), Pereira et al. (2023), utilizaram questionários para avaliar a experiência dos estudantes ao utilizarem ferramenta de IA desenvolvida, o estudo não aprofundou a discussão sobre os critérios de confiabilidade do STI. É mencionado no texto que a elaboração do conteúdo educacional para o protótipo do STI contou com a colaboração de um grupo de estudantes do curso de Medicina, sendo relevante destacar que apenas uma pequena parcela do conteúdo relacionado à interpretação de ECG foi efetivamente incorporada nos protótipos interativos, pois o intuito era apenas uma demonstração do formato do material utilizado pelo ECG Tutor.

Dentro do contexto apresentado por Lima et al. (2023), detectaram-se lacunas na avaliação de eficiência dos modelos de IA relacionados à avaliação automática de redações. Observou-se que os trabalhos não utilizam análises estatísticas para comparar a eficácia destas ferramentas de IA, além de não haver uma avaliação sistemática ou análise aprofundada a respeito de diferentes abordagens em relação ao desempenho computacional.

Okada, Okada e Campolina (2023) e Lisboa e Lopes (2023) exploram áreas relacionadas à Educação Digital, mas não entram em detalhes sobre critérios específicos para avaliar a confiabilidade das ferramentas de IA. Suas pesquisas não discutem critérios, concentram-se em aspectos da integração da tecnologia na Educação. Okada, Okada e Campolina (2023) discutem políticas educacionais enquanto Lisboa e Lopes (2023) abordam a relação entre a Educação emancipatória e a Educação Digital.

A determinação de critérios rigorosos para avaliação da confiabilidade das ferramentas de IA educacionais é imprescindível para estabelecer a eficácia destas tecnologias ao serem aplicadas. A finalização da análise surpreendeu ao evidenciar que dos nove artigos, oito não delimitam critérios de avaliação quanto às ferramentas de IA mencionadas nas respectivas pesquisas. Entretanto, destes oito trabalhos, três deles demonstram preocupações quanto à falta de critérios para verificar a confiabilidade destas tecnologias de IA, assim como a credibilidade das respostas fornecidas por *chatbots* como o *ChatGPT*, e ainda a falta de análises estatísticas comparativas e avaliações sistemáticas quanto à eficácia das mesmas. Um único artigo aborda diretamente critérios e cita a acurácia da ferramenta (que utilizam), denotando pontos de atenção nesse processo como a validação externa, replicabilidade e aplicabilidade prática. Pontuam, ainda, a validação externa uma das limitações do estudo, demonstrando cautela às considerações que podem ser feitas a partir do estudo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da diversidade e complexidade do cenário educacional contemporâneo, este trabalho buscou explorar o panorama delineado por estudos atuais relacionados à integração das tecnologias de IA na Educação. As questões pesquisadas consolidaram a amplitude de possibilidades que a IA oferece para transformar os processos de ensino-aprendizagem. Foram observados modelos e softwares de avaliação de estratégias de ensino, STI gamificados, e a versatilidade das aplicações dos chatbots, que permitiram trazer à tona reflexões pertinentes aos desafios encontrados na integração dessas ferramentas de IA no cenário educacional brasileiro contemporâneo. Exemplos desses desafios são situações relacionadas às políticas públicas educacionais, à falta de critérios de avaliação destas ferramentas quanto a sua confiabilidade e eficácia, e à falta de capacitação não só técnica, mas crítica e reflexiva sobre o uso destas tecnologias por parte dos educadores e gestores educacionais.

O presente estudo também permitiu revelar uma tendência significativa para a aplicação de IA no Ensino Superior, demonstrando a carência de pesquisas relacionadas ao uso de tecnologias de IA no Ensino Básico como um todo, destacando-se particularmente a ausência de trabalhos voltados ao Ensino Fundamental. Outras lacunas reconhecidas que indicam potenciais perspectivas para futuros trabalhos na área foram a falta de dados quantitativos sobre o impacto direto no desempenho e resultados de aprendizagem dos estudantes, os poucos estudos em “ambiente real” – em que realmente se aplicam as tecnologias de IA a fim de analisar suas implicações -, e as questões como a replicabilidade e validação para fins comparativos. São diversos os caminhos a serem explorados para aprofundar a compreensão sobre como essas tecnologias podem ser efetivamente integradas de modo a agregar positivamente com o contexto educacional.

Então, esta pesquisa, por meio da síntese e análise crítica dos estudos referentes às estratégias, inovações e aplicações das tecnologias de IA na Educação, permite contribuir com uma visão abrangente que evidencia tanto avanços e potencialidades quanto desafios e lacunas. Contudo, refletindo sobre o processo geral, reconhece-se que o maior desafio enfrentado se deu pela ampliação do escopo da busca dada a falta de publicações mais específicas, o que acarretou em uma

grande heterogeneidade entre os estudos analisados e expansão de possibilidades. Considera-se que ampliando o tempo da pesquisa ainda maior seria esta heterogeneidade, mas que dado o tempo destinado para este trabalho de conclusão de curso não seria possível ampliar ainda mais o período temporal, algo que pode ser desenvolvido em estudos futuros.

Logo, o trabalho permitiu reforçar a relevância e o potencial transformador da IA na Educação, se mostrando uma área de estudo que necessita urgentemente de mais trabalhos não só com intuito de explorar, mas também de compreender objetivamente pontos determinantes para a implementação eficaz da mesma no contexto educacional. O desafio futuro é encontrar o equilíbrio certo entre a integração de forma contínua da IA no ensino considerando suas implicações éticas e pedagógicas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. L. Educa Ação com Ciência: por uma sociedade brasileira de ensino e pesquisas em inteligência artificial e letramento científico. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade-REED**, v. 3, n. 7, p. 1–27, 2022. DOI: 10.22481/reed.v3i7.10336. Acesso em: 31 out. 2023.
- ARAÚJO, J. P.; GARCIA, T. C. M.; SOBRINHO, D. M. d. S.; GARCIA, T. F. M. Uso das TDICS no contexto escolar: possibilidades e potencialidades. **Saberes: Revista interdisciplinar de Filosofia e Educação**, v. 23, n. 2, p. 177–195, 2023. DOI: 10.21680/1984-3879.2023v23n2ID33218. Acesso em: 31 out. 2023.
- BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. d. M. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso Editora, 2015. P. 270. ISBN 978-85-8429-048-2.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo (Tradução Luís Antero Reto)**. São Paulo, Brasil: Edições, São Paulo, v. 70, 2016.
- BRASÃO, M. d. R.; ARAÚJO, J. C. S. Nada é novo, mas tudo mudou: a metamorfose da escola. **Olhares: Revista do Departamento de Educação da Unifesp**, São Paulo, v. 10, n. 1, 2022. DOI: 10.34024/olhares.2022.v10.13593. Acesso em: 27 mai. 2023.
- CAMARGO, F.; DAROS, T. **A sala de aula digital: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo, on-line e híbrido**. Porto Alegre: Penso Editora, 2021. P. 184. ISBN 978-85-88833-10-4.
- CAVALCANTE, H. M. Educação e chatbots: aprendência e movimentos rizomáticos em tempos de Web 4.0. **Temas & Matizes**, v. 17, n. 29, p. 59–77. DOI: 10.48075/rtm.v17i29.31699. Acesso em: 1 nov. 2023.
- CORTIZ, D. **Estudantes estão ansiosos com falta de diretrizes de uso do ChatGPT**. [S.l.]: Diogo Cortiz, 2023. Disponível em: <https://diogocortiz.com.br/estudantes-estao-ansiosos-com-falta-de-diretrizes-de-uso-do-chatgpt/>. Acesso em: 9 nov. 2023.
- FEFERBAUM, M. **Seminário IA Generativa e a Web no Brasil**. São Paulo: Ceweb, 2023. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=t16ziCN-32M&ab_channel=NICbrvideos. Acesso em: 18 mai. 2023.
- FERNANDES, C. E. L.; RIBEIRO, A. P. d. M.; VASCONCELOS, F. H. L. Desenvolvimento de inteligências artificiais (IAs) na educação: uma revisão sistemática de literatura. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, Vasconcelos, v. 16, p. 022022, 2022. DOI: 10.21439/conexoes.v16i0.2282. Acesso em: 31 out. 2023.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: 6. ed. Editora Atlas SA, 2008. ISBN 978-85-224-5142-5.

HORN, M. B.; STAKER, H.; CHRISTENSEN, C. **Blended**: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. Porto Alegre: Penso Editora, 2015. P. 292. ISBN 978-85-8429-044-4.

KOLLER, S.; VON HOHENDORFF, J.; COUTO, M. **Manual de produção científica**. Penso Editora, Porto Alegre, 2014.

LIMA, T. B.; SILVA, I. L. A.; FREITAS, E. L. S. X.; MELLO, R. F. Avaliação Automática de Redação: Uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 31, p. 205–221, 2023. DOI: 10.5753/rbie.2023.2869. Acesso em: 31 out. 2023.

LISBOA, E. d. S. R.; LOPES, L. F. Tecnologia e histórias de vida: emancipação freiriana nas disciplinas de inteligência artificial. **Revista Diálogo Educacional**, PUCPR, Curitiba, v. 23, n. 77, p. 844–860, 2023. DOI: 10.7213/1981-416X.23.077.AO02.

MUÑOZ, S. I. S.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; SANTOS, C. B. **Revisão sistemática de literatura e metanálise**: noções básicas sobre seu desenho, interpretação e aplicação na área da saúde. In: SCIELO BRASIL. PROCEEDINGS of the 8. Brazilian Nursing Communication Symposium. [S.l.: s.n.], 2002.

NASCIMENTO, M.; KAUARK, F. d. S.; BECALLI, F. Z.; OLIVEIRA, E. S.; MOURA, P. R. G.; SILVA, A. L. S. Avaliação qualitativa dos níveis cognitivos alcançados por meio da atividade experimental problematizada (AEP) e analisados pelo software PNota. **New Trends in Qualitative Research**, Portugal, v. 17, e846–e846, 2023. DOI: 10.36367/ntqr.17.2023.e846. Acesso em: 1 nov. 2023.

OKADA, A.; OKADA, A. E. S. d. P.; CAMPOLINA, L. d. O. Escolarização aberta para a educação digital com ciência e tecnologia: reflexões sobre os planos europeu e brasileiro de políticas públicas. **EccoS–Revista Científica**, n. 65, p. 24689, 2023. DOI: 10.5585/eccos.n65.24689. Acesso em: 31 out. 2023.

OLIVEIRA, J. V. N.; LOPES, T. B.; VIEIRA, S. A. G.; BEITES, P. D. Elaboração de projetos de pesquisa com auxílio do chatgpt: um estudo com licenciandos de matemática. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11, n. 1, e23064–e23064, 2023. DOI: 10.26571/reamec.v11i1.15966. Acesso em: 1 nov. 2023.

PARREIRA, A.; LEHMANN, L.; OLIVEIRA, M. O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores. **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, SciELO Brasil, v. 29, p. 975–999, 2021. DOI: 0.1590/S0104-40362020002803115. Acesso em: 27 mai. 2023.

PEREIRA, L. A.; LEÃO, L. L. d. S.; DERMEVAL, D.; COELHO, J. A. P. d. M. ECG Tutor: desenvolvimento e avaliação de um sistema tutor inteligente gamificado para ensino de eletrocardiograma. **Revista Brasileira de Educação Médica**, SciELO Brasil, v. 47, e080, 2023. DOI: 10.1590/1981-5271v47.2-2022-0332. Acesso em: 31 out. 2023.

SOUZA, M. C. O uso de inteligência artificial no ensino de contabilidade: um modelo classificador do pensamento crítico. **Revista de Contabilidade da UFBA**, v. 16, e2138–e2138, 2022. DOI: 10.9771/rcufba.v16i1.54915. Acesso em: 31 out. 2023.

VALENTE, J. A.; FREIRE, F. M. P.; ARANTES, F. L. Tecnologia e educação: passado, presente e o que está por vir. **Campinas, SP: NIED/Unicamp**, Campinas: NIED/UNICAMP, p. 406, 2018. Acesso em: 27 mai. 2023.

VELOSO, B. G.; SESTITO, C. D. d. O.; MALHEIRO, C. A. L.; PARESCHI, C. Z.; MILL, D.; ROCHA, K. G. H. da; CHAQUIME, L. P. Educação híbrida e cultura digital: reflexões sobre docência, aprendizagem e tecnologias na contemporaneidade. **Dialogia**, São Paulo, n. 44, p. 24294, 2023. DOI: 10.5585/44.2023.24294. Acesso em: 27 mai. 2023.