

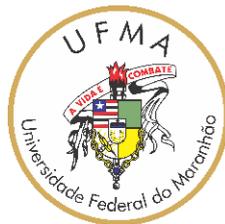


UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS - CCET
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

EMERSON PAULO PINHEIRO MUNIZ
GABRYELLA CRUZ SOUSA

**REVISÃO SISTEMÁTICA DE TÉCNICAS LÚDICAS DE ENSINO DE
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TECNOLOGIAS AFINS**

São Luís
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS - CCET
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

EMERSON PAULO PINHEIRO MUNIZ
GABRYELLA CRUZ SOUSA

**REVISÃO SISTEMÁTICA DE TÉCNICAS LÚDICAS DE ENSINO DE
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TECNOLOGIAS AFINS**

Monografia apresentada ao Bacharelado em Ciência e Tecnologia
como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência
e Tecnologia.

Orientador: Alex Oliveira Barradas Filho

São Luís

2025

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Pinheiro Muniz, Emerson Paulo.

REVISÃO SISTEMÁTICA DE TÉCNICAS LÚDICAS DE ENSINO DE
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TECNOLOGIAS AFINS / Emerson
Paulo Pinheiro Muniz, Gabryella Cruz Sousa. - 2025.
84 f.

Orientador(a): Alex Oliveira Barradas Filho.
Monografia (Graduação) - Curso de Ciência e Tecnologia,
Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2025.

1. Inteligência Artificial. 2. Literacia Em Ia. 3.
Ensino Lúdico. 4. Educação. I. Cruz Sousa, Gabryella.
II. Oliveira Barradas Filho, Alex. III. Título.

EMERSON PAULO PINHEIRO MUNIZ

GABRYELLA CRUZ SOUSA

**REVISÃO SISTEMÁTICA DE TÉCNICAS LÚDICAS DE ENSINO DE
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TECNOLOGIAS AFINS**

Data da defesa:

Conceito:

Banca examinadora

Prof. Dr. Alex Oliveira Barradas Filho

Universidade Federal do Maranhão

Orientador

Prof. Dr. Luis Jorge Enrique Rivero Cabrejos

Universidade Federal do Maranhão

Membro da Banca

Prof. Dr. Davi Viana dos Santos

Universidade Federal do Maranhão

Membro da Banca

São Luís

2025

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaríamos de expressar nossa imensa gratidão aos nossos pais, Aurelia Cruz e Valdecy Sousa (pais da Gabryella) e Felomena Muniz e Afonso Muniz (Pais do Emerson) e familiares, que sempre acreditaram em nós e investiram não apenas recursos, mas também amor, paciência e apoio incondicional ao longo de toda a nossa trajetória. Vocês foram nosso alicerce e motivação para seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores. Obrigado por estarem ao nosso lado em cada passo dessa jornada.

Aos nossos amigos, que nos acompanharam com carinho e incentivo, nosso muito obrigado. Em especial, agradecemos a Carla Sofia, Emanuel Nunes, Lucas Dominici, Marcos Taveira, Antonio Neto, Renata Quaresma, Yasmin Mendes, Adson Reinaldo, Carlos Froes, Mateus Dutra, Keyliane Santos, Vitoria Karoline e Ramille Santana, que estiveram presentes nos momentos de descontração e também nos de dificuldade, nos ajudando a superar os obstáculos e celebrando cada conquista.

Ao nosso orientador, Professor Alex Barradas, nosso profundo agradecimento por acreditar em nosso potencial, por nos guiar com sabedoria e paciência, e por ser não apenas um professor, mas também um amigo. Ao Professor Jadevilson, nosso sincero agradecimento por todo o apoio ao longo da nossa trajetória no curso. Seu interesse genuíno pelo nosso desenvolvimento e seu incentivo constante foram essenciais para o nosso crescimento acadêmico e pessoal. À Professora Marina, nosso carinho e gratidão por ter sido a primeira pessoa a nos acolher nesse ambiente novo e desconhecido, obrigado por acreditar em nós desde o início.

Emerson gostaria de agradecer também a senhora Firmina Pereira por ter dito que ele não deveria desistir e que deveria enfrentar o desafio de uma nova graduação porque acreditava que daria certo, e também a Yuri Nascimento por ter sido a pessoa que sempre foi, a sua base e força e o amor de sua vida.

Gabryella gostaria de agradecer ao vô Bernardino, por sempre acreditar no seu futuro, espero que esteja te orgulhando, a vó Margarida que mesmo não lembrando mais, foi essencial nesta caminhada.

Por fim, gostaríamos de agradecer um ao outro. Começamos essa jornada juntos e, com muito esforço, dedicação e parceria, conseguimos concluir o curso lado a lado. Foi uma honra compartilhar essa experiência, e sabemos que essa conquista é fruto do nosso trabalho em equipe e da nossa amizade.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e para a conclusão do nosso curso, nosso eterno obrigado. Essa vitória é de todos nós!

"Podemos apenas ver um pouco do futuro, mas o suficiente para perceber que há muito a ser feito."

(Alan Turing)

RESUMO

A inteligência artificial se torna cada vez mais indispensável para a vida das novas gerações, isso ocorre devido aos avanços tecnológicos, ao aumento da capacidade de processamento de dados e à popularização de ferramentas acessíveis ao público. Empresas e setores diversos estão adotando soluções de IA para otimizar processos, personalizar experiências e tomar decisões mais precisas com base em análises de grandes quantidades de dados. Além disso, o surgimento de modelos generativos, como *ChatGPT* e *MidJourney*, democratizou o acesso à tecnologia, permitindo que pessoas comuns interajam e criem conteúdo de forma inovadora. Devido a tudo isso, este trabalho justifica-se pela necessidade de identificar as diferentes ferramentas disponíveis para promover uma literacia em IA, seus recursos e limitações. Com esse direcionamento, foi feita uma revisão sistemática da literatura para localizar artigos e produções científicas que abordam técnicas educacionais voltadas ao ensino de IA, especialmente aqueles que utilizam abordagens lúdicas, já que essas estratégias têm se mostrado eficazes no engajamento e na compreensão de conceitos complexos. Nessa revisão foram selecionados 1.932 artigos nas bases *ACM digital library*, *IEEE Xplore*, *Science Direction* e *Springer Nature*, dentre os quais 176 foram escolhidos para estudos em análises quantitativas e qualitativas. Com base nas evidências fornecidas por este estudo, pode-se entender que o ensino de IA para pessoas leigas não somente é possível, como já é experimentado em algum nível. Por isso, a partir desses dados, espera-se contribuir em futuras pesquisas para o desenvolvimento de *frameworks* de educação adequados, com o objetivo de democratizar a inteligência artificial.

Palavras-chave: Inteligência artificial, Literacia em IA, Ensino lúdico, Educação.

ABSTRACT

Artificial intelligence is becoming increasingly indispensable for the lives of new generations, driven by technological advancements, increased data processing capabilities, and the popularization of accessible tools for the public. Companies and various sectors are adopting AI solutions to optimize processes, personalize experiences, and make more precise decisions based on the analysis of large amounts of data. Additionally, the emergence of generative models, such as ChatGPT and MidJourney, has democratized access to technology, enabling ordinary people to interact and create content in innovative ways. Due to all this, this work is justified by the need to identify the different tools available to promote AI literacy, their features, and limitations. With this direction, a systematic literature review was conducted to locate articles and scientific productions that address educational techniques for teaching AI, especially those that use playful approaches, as these strategies have proven effective in engaging and understanding complex concepts. In this review, 1.932 articles were selected from the ACM Digital Library, IEEE Xplore, ScienceDirect, and Springer Nature databases, of which 176 were chosen for quantitative and qualitative analysis. Based on the evidence provided by this study, it can be understood that teaching AI to laypeople is not only possible but is already being experimented with at some level. Therefore, from these findings, it is expected to contribute to future research for the development of appropriate educational frameworks, aiming to democratize artificial intelligence.

Keywords: Artificial intelligence, AI literacy, Ludic teaching, Education.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Questões elaboradas para a pesquisa.....	15
Tabela 2- Palavras-chave utilizadas.....	16
Tabela 3- Critérios de inclusão.....	17
Tabela 4- Critérios de exclusão.....	18
Tabela 5- Número de artigos selecionados para cada base de dados.....	23
Tabela 6- Número de artigos selecionados para cada critério de inclusão.....	24
Tabela 7- Número de artigos selecionados para cada base de dados.....	27
Tabela 8- Número de artigos selecionados publicados por cada país.....	29
Tabela 9- Artigos que apontaram limitações de amostra e dados.....	31
Tabela 10- Artigos que apontaram desafios metodológicos.....	33
Tabela 11- Artigos que apontaram desafios tecnológicos e de infraestrutura.....	34
Tabela 12- Artigos que apontaram desafios pedagógicos e de aprendizado.....	36
Tabela 13- Artigos que apontaram desafios relacionados à IA e tecnologias emergentes.....	37
Tabela 14- Artigos que apontaram desafios contextuais e externos.....	39
Tabela 15- Artigos que apontaram desafios de design e implementação.....	40
Tabela 16- Artigos que usaram técnicas de pensamento computacional e programação.....	41
Tabela 17- Artigos que usaram técnicas de inteligência artificial e ferramentas de IAGen.....	43
Tabela 18- Artigos que usaram aprendizado baseado em jogos e gamificação.....	44
Tabela 19- Artigos que usaram aprendizado colaborativo e baseado em projetos.....	46
Tabela 20- Artigos usaram ferramentas de ensino e plataformas.....	47
Tabela 21- Artigos que usaram metodologias ativas.....	48
Tabela 22- Artigos que usaram ferramentas de robótica e eletrônica.....	48
Tabela 23- Artigos selecionados distribuídos por temas abordados.....	50
Tabela 24- Distribuição de público alvo das pesquisas - Estudantes.....	53
Tabela 25- Distribuição de público alvo das pesquisas - Professores.....	54
Tabela 26- Distribuição de público alvo das pesquisas - Comunidade.....	54
Tabela 27- Artigos selecionados por metodologias de pesquisa usadas.....	56
Tabela 28- Artigos selecionados por técnicas de avaliação de engajamento usadas.....	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Artigos selecionados por critérios de exclusão para cada base de dados do primeiro ao quarto critério.....	20
Gráfico 2- Artigos selecionados por critérios de exclusão para cada base de dados do quinto ao oitavo critério.....	20
Gráfico 3- Quantidade de artigos após o primeiro filtro.....	21
Gráfico 4- Quantidade de artigos após o segundo filtro.....	22
Gráfico 5- Quantidade de artigos após o terceiro filtro.....	22
Gráfico 6- Artigos selecionados por critérios de inclusão para cada base de dados 1.....	25
Gráfico 7- Artigos selecionados por critérios de inclusão para cada base de dados 2.....	26
Gráfico 8- Distribuição anual de publicações de artigos de educação lúdica e em IA.....	28
Gráfico 9- Distribuição de público alvo das pesquisas - Estudantes.....	51
Gráfico 10- Distribuição de público alvo das pesquisas - Professores.....	52
Gráfico 11- Distribuição de público alvo das pesquisas - Comunidades.....	52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1. OBJETIVO GERAL.....	14
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4. METODOLOGIA.....	15
4.1. QUESTÕES INVESTIGATIVAS.....	15
4.2. BASES DE DADOS.....	16
4.3. PALAVRAS-CHAVE.....	16
4.4. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	17
4.5. FILTROS.....	21
5. RESULTADOS.....	23
5.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E SELEÇÃO DOS ARTIGOS.....	23
5.2. ANO E PAÍS DE PUBLICAÇÃO.....	26
5.3. DIFICULDADES ENCONTRADAS NA PESQUISA.....	30
5.3.1. Limitações de amostra e dados.....	30
5.3.2. Desafios metodológicos.....	32
5.3.3. Desafios tecnológicos e de infraestrutura.....	33
5.3.4. Desafios pedagógicos e de aprendizado.....	35
5.3.5. Desafios relacionados à IA e tecnologias emergentes.....	36
5.3.6. Desafios contextuais e externos.....	38
5.3.7. Desafios de design e implementação.....	39
5.4. TÉCNICAS PEDAGÓGICAS UTILIZADAS.....	40
5.4.1. Pensamento computacional e programação.....	40
5.4.2. Inteligência Artificial e ferramentas de IA generativa.....	42
5.4.3. Aprendizado baseado em Jogos e Gamificação.....	43
5.4.4. Aprendizado baseado em projetos e colaborativo.....	45
5.4.5. Ferramentas de ensino e plataformas.....	46
5.4.6. Metodologias ativas.....	47
5.4.7. Ferramentas de robótica e eletrônica.....	48
5.5. TEMAS ABORDADOS.....	48
5.6. PÚBLICO-ALVO.....	51
5.7. METODOLOGIAS DE PESQUISA E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE ENGAJAMENTO..	55
6. DISCUSSÃO.....	58
6.1. BARREIRAS TECNOLÓGICAS NO APRENDIZADO DE IA.....	58
6.2. ABORDAGENS PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE IA.....	59
6.3. AVALIAÇÃO DE ENGAJAMENTO NO APRENDIZADO DE IA.....	63
6.4. TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO ENSINO DE IA.....	64
7. CONCLUSÃO.....	66

1. INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) consolidou-se como uma das tecnologias mais disruptivas e transformadoras do século XXI, influenciando profundamente setores como saúde, educação, transporte, indústria e até mesmo a dinâmica social. De acordo com um relatório da *McKinsey* [1], estima-se que a IA possa agregar até US\$4,4 trilhões à economia mundial até 2030, o que equivale a cerca de 4,2% do PIB mundial atual e mais do que 100% do PIB do Brasil. Esse impacto econômico é acompanhado por uma adoção acelerada da tecnologia: dados revelam que 37% das organizações já implementaram a IA em seus processos, um salto significativo em relação aos 10% registrados em 2015 [2]. Esses números não apenas destacam a relevância estratégica da IA, mas também evidenciam a urgência de promover a literacia em IA, ou seja, a capacidade de compreender, utilizar e interagir criticamente com essa tecnologia.

A literacia em IA é essencial para garantir que indivíduos e organizações possam aproveitar os benefícios dessa tecnologia de forma ética e responsável. No entanto, a complexidade dos conceitos associados à IA, como *machine learning*, redes neurais e processamento de linguagem natural, muitas vezes cria barreiras para sua compreensão, especialmente entre aqueles que não possuem formação técnica. Essa lacuna de conhecimento pode resultar em desigualdades digitais e limitar a participação ativa de grande parte da população na sociedade orientada por dados e algoritmos. “A integração da Inteligência Artificial na educação é uma jornada, não um destino. É um processo em constante evolução, que requer adaptação, reflexão e paciência” [3].

Diante desse cenário, técnicas de ensino inovadoras e acessíveis tornam-se fundamentais para democratizar o acesso ao conhecimento sobre IA. Entre essas técnicas, as abordagens lúdicas tem se mostrado particularmente eficazes. A ludicidade no processo de aprendizagem facilita a internalização de conceitos complexos, transformando o aprendizado em uma experiência engajadora e significativa [4]. Essa perspectiva é reforçada por estudos recentes, como o da UNESCO [5], que apontam que métodos lúdicos podem aumentar a retenção de conhecimento em até 40% em comparação com abordagens tradicionais. No contexto da IA, onde a abstração de conceitos é um desafio recorrente, a aplicação de técnicas lúdicas pode ser uma estratégia poderosa para tornar o aprendizado mais acessível e inclusivo.

Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sistemática para identificar e analisar técnicas de literacia em IA e métodos de aprendizagem lúdica aplicáveis ao ensino dessa tecnologia. A revisão buscará artigos, manuais e

recomendações científicas que abordem estratégias pedagógicas inovadoras, com foco em sua adaptação para públicos não especializados. A escolha por técnicas lúdicas justifica-se não apenas por sua eficácia comprovada no engajamento de aprendizes, mas também por sua capacidade de desmistificar conceitos avançados e torná-los tangíveis e acessíveis a todos.

"A Comissão apela a uma discussão pública global – que inclua, entre outros, alunos de todas as idades – sobre as formas como o direito à educação pode precisar ser ampliado para refletir os contextos em mudança, a aprendizagem ao longo da vida e a importância do acesso ao conhecimento e à informação." [5]

Além disso, a revisão bibliográfica também explora técnicas de ensino de tecnologia em geral, uma vez que muitas delas podem ser adaptadas para o ensino de IA. Por exemplo, ferramentas como jogos digitais, simulações interativas e plataformas de programação visual têm sido amplamente utilizadas para ensinar conceitos de computação e robótica, e podem ser facilmente aplicadas ao contexto da IA. Essa abordagem é particularmente relevante para públicos leigos, pois permite que os aprendizes explorem conceitos complexos de forma gradual e intuitiva, construindo uma base sólida de conhecimento.

A importância dessa pesquisa reside não apenas em seu potencial acadêmico, mas também em sua aplicação prática. Ao expor estratégias pedagógicas acessíveis e engajadoras, este trabalho busca contribuir para a democratização do conhecimento sobre IA.

Portanto, esta pesquisa visa oferecer um panorama abrangente e prático sobre como ensinar IA de forma acessível e engajadora, combinando revisão bibliográfica e análise crítica. Ao unir teoria e prática, espera-se fornecer insights valiosos para educadores, instituições de ensino e profissionais interessados em promover a literacia tecnológica, preparando indivíduos para os desafios e oportunidades da era digital .

2. JUSTIFICATIVA

A crescente influência da inteligência artificial (IA) em diversos setores torna essencial que os indivíduos que estão a mercê das mudanças tecnológicas estejam aptos a desenvolver uma compreensão prática e crítica sobre essas tecnologias, "Inteligência artificial é algo que a maioria de nós já viu retratado repetidamente em livros, filmes, programas de televisão e videogames" [6]. No entanto, a complexidade inerente aos conceitos de IA podem dificultar sua assimilação, especialmente para aqueles que não tiveram contato prévio com tecnologias deste escopo, esse cenário destaca a importância da implementação de novas estratégias pedagógicas para tornarem o ensino de algo tão importante, mais acessível e inclusivo.

Como citado anteriormente, métodos lúdicos para abordar esse tema vêm se tornando cada vez mais eficazes, possibilitando uma retenção de conhecimento e a internalização de conceitos complexos. Diante desse contexto, investigar técnicas de literacia em IA e sua aplicação por meio de métodos lúdicos justifica-se pela relevância do tema na atualidade e pela necessidade de ampliar o acesso ao conhecimento sobre IA de forma democrática.

Além disso, compreender e aplicar estratégias já utilizadas no ensino de tecnologia, como jogos digitais, simulações interativas e plataformas de programação visual, pode contribuir significativamente para a adaptação desses métodos ao ensino de IA. Com o surgimento dessas necessidades, outras acabam por surgir, como exemplo a inserção dos educadores no contexto de inteligência artificial.

“embora os educadores considerem importante o ensino da IA, carecem de formação formal e de ferramentas educacionais especializadas em IA, o que sublinha a urgente necessidade de intervenções direcionadas e recursos personalizados” [7]

Isso demonstra a necessidade de preparar melhor os educadores para ensinar sobre IA, o que justifica a relevância de mais estudos e recursos na área. Dessa forma, esta pesquisa busca fornecer um panorama abrangente sobre técnicas pedagógicas inovadoras que possam ser aplicadas na educação de IA para públicos não especializados, contribuindo para a democratização do conhecimento e a formação de cidadãos mais preparados para os desafios da era digital.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Realizar um mapeamento sistemático da literatura para identificar, classificar e analisar criticamente estratégias de literacia em inteligência artificial(IA) e métodos de aprendizagem lúdica, avaliando sua aplicabilidade no ensino dessa tecnologia para públicos não especializados. A pesquisa visa compreender as principais abordagens educacionais, suas limitações e potencialidades, fornecendo fundamentações teóricas e práticas para o desenvolvimento de metodologias mais acessíveis, inclusivas e eficazes na democratização da educação em IA.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O presente estudo tem como objetivos específicos:

- Identificar as principais barreiras tecnológicas que o público não especializado enfrenta ao aprender sobre inteligência artificial;
- Analisar as abordagens pedagógicas mais utilizadas no ensino de inteligência artificial para iniciantes, destacando suas limitações e potencialidades;
- Investigar as metodologias de avaliação aplicadas para quantificar o engajamento no aprendizado de inteligência artificial para públicos não especializados;
- Examinar as tecnologias e recursos utilizados para ensinar inteligência artificial, destacando sua eficiência e aplicabilidade no ensino para iniciantes.

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada por meio de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) que "caracteriza-se pelo uso e análise de documentos de domínio científico [...] sem recorrer diretamente aos fatos empíricos." [8]. Portanto, a pesquisa bibliográfica se fundamenta na análise de materiais previamente publicados, reunindo as perspectivas e descobertas de diferentes autores sobre um determinado tema.

Empregou-se a técnica de Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), "O mapeamento sistemático de literatura é uma forma de pesquisa baseada em evidências. A partir delas, é possível criar argumentos e conexões para a geração de novas hipóteses" [9]. Esse método visa organizar e categorizar o conhecimento existente sobre técnicas de estudo lúdicas e inteligência artificial, possibilitando uma análise crítica das abordagens educacionais disponíveis.

O MSL foi estruturado em cinco etapas, com o objetivo de identificar artigos relevantes ao tema. Essas etapas, que serão detalhadas ao longo desta metodologia, incluem: formulação de questões investigativas, seleção das bases de dados, definição e agrupamento de palavras-chave, estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão e, por fim, a aplicação de filtros a todos os artigos selecionados.

4.1. QUESTÕES INVESTIGATIVAS

Nesta etapa, definiram-se as perguntas da pesquisa que nortearam toda a revisão. Essas questões serviram para direcionar a busca por artigos relevantes e garantir que o estudo atendesse aos seus objetivos. As perguntas serão descritas na Tabela 1.

Tabela 1- Questões elaboradas para a pesquisa

Número da questão	Questão
1	Quais são as principais barreiras tecnológicas enfrentadas pelo público alvo no aprendizado de inteligência artificial?
2	Quais abordagens pedagógicas são mais utilizadas no ensino de conceitos de inteligência artificial para o público alvo?
3	Quais avaliações utilizadas para quantificar o engajamento no aprendizado de inteligência artificial para o público alvo?
4	Quais as principais tecnologias utilizadas para ensinar inteligência artificial para o público alvo?

4.2. BASES DE DADOS

Após a formulação das perguntas de pesquisa, foram selecionadas as bases de dados científicas mais adequadas para a busca dos artigos, garantindo a credibilidade e a abrangência das publicações analisadas. Para este estudo, foram utilizadas quatro bases renomadas: *ScienceDirect*, *Springer Nature*, *IEEE Xplore* e *ACM Digital Library*.

4.3. PALAVRAS-CHAVE

Para garantir uma busca ampla e eficaz, foram selecionadas palavras-chave diretamente relacionadas ao tema do estudo, juntamente com seus sinônimos e variações terminológicas. Esses termos foram organizados de maneira estratégica para abranger diferentes formas de nomeação presentes na literatura científica, assegurando que a pesquisa contemplasse o maior número possível de estudos pertinentes.

Essa abordagem é essencial, pois permite ampliar o escopo da busca, incluindo publicações que utilizam terminologias variadas, mas que compartilham conceitos e abordagens similares. Além disso, a definição criteriosa das palavras-chave contribui para a maximização da recuperação de artigos relevantes, reduzindo a exclusão inadvertida de estudos potencialmente valiosos para a análise.

Para garantir a padronização e a abrangência dos termos utilizados na busca, optou-se pelo uso de palavras-chave em inglês. A seguir, são apresentadas as strings de busca empregadas, estruturadas para otimizar a identificação de artigos pertinentes e garantir a consistência na obtenção dos dados.

Para melhor compreensão, a tabela ficará dividida para que o tópico principal esteja em destaque.

Tabela 2- Palavras-chave utilizadas

Tópico	Palavras-chave
Pensamento computacional	<i>“Computational Thinking” OR “Education in Computing”</i>
Barreiras tecnológicas	<i>“Technological Barriers” OR “Technological Obstacles”</i>
Educação em inteligência artificial	<i>“AI Education” OR “Artificial Intelligence Education” OR “AI Learning” OR “Artificial Intelligence Learning”</i>

Literacia digital	<i>“Digital Literacy”</i>
Abordagens pedagógicas	<i>“Pedagogical Approaches” OR “Teaching Methodology” OR “Educational Strategies”</i>
Elementos lúdicos	<i>“Playful Elements” OR “Educational Games” OR “Gamification”</i>
Aprendizagem interativa	<i>“Interactive Learning” OR “Collaborative Learning”</i>
Engajamento na aprendizagem	<i>“Learning Engagement”</i>
Recursos educacionais	<i>“Educational Resources” OR “Educational Technology”</i>

4.4. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Para assegurar que apenas estudos relevantes e metodologicamente rigorosos fossem considerados na análise, foram definidos critérios específicos de inclusão e exclusão. Neste tópico, o foco será nos critérios de exclusão, pois os critérios de inclusão serão detalhados mais aprofundadamente no tópico de resultados. A adoção desses filtros é essencial para refinar a seleção dos artigos, eliminando aqueles que não atendem aos requisitos estabelecidos e garantindo a consistência e a qualidade da revisão.

No ato da busca, foi utilizado um sistema de planilha por meio do *software* Google Planilhas, no qual todos os artigos foram catalogados, numerados e acompanhados da indicação dos critérios de inclusão e exclusão aplicados, com o intuito de facilitar a visualização e a coleta de todos os dados necessários.

Tabela 3- Critérios de inclusão

Número do critério	Critério
1	É um artigo científico
2	A publicação descreve o uso de técnicas de ensino de inteligência artificial para o público alvo
3	A publicação descreve o uso de técnicas lúdicas de ensino para o público alvo
4	A publicação realiza um estudo comparativo de técnicas de ensino de inteligência artificial para o público alvo
5	A publicação realiza um estudo comparativo de técnicas

lúdicas de ensino para o público alvo	
6	A publicação descreve um processo de desenvolvimento ou implementação de uma técnica de ensino de inteligência artificial para o público alvo
7	A publicação descreve um processo de desenvolvimento ou implementação de uma técnica lúdica de ensino ao público alvo

A seguir, apresenta-se uma análise detalhada dos critérios de exclusão. Inicialmente, será apresentada uma tabela com os critérios específicos adotados para a seleção dos artigos a serem removidos. Em seguida, será fornecida uma representação gráfica que ilustra a quantidade de artigos excluídos de cada base de dados, permitindo uma visualização clara do impacto dos filtros aplicados em cada fonte de pesquisa. Essa análise visa proporcionar uma compreensão mais aprofundada do processo de exclusão e como ele contribuiu para o refinamento da seleção dos estudos.

Tabela 4- Critérios de exclusão

Número do critério	Critério
1	A publicação aborda sinais ou dados fora do escopo definido para análise
2	A publicação está duplicada, ou seja, foi selecionada em outra base de dados
3	A publicação não descreve o uso de técnicas de ensino de inteligência artificial ou técnicas lúdicas de ensino em geral
4	A publicação não é um artigo científico
5	A publicação é anterior ao ano de 2020
6	O artigo está incompleto
7	O artigo está em outro idioma além do inglês
8	É literatura cinza

Como demonstrado, a revisão sistemática foi guiada por oito critérios de exclusão dos quais para o critério um que buscou excluir as publicações que trataram de dados ou sinais não relacionados ao foco do estudo, ou seja, que abordaram temas diferentes da literacia em IA ou da utilização de métodos lúdicos no ensino de IA, para este critério 870 itens foram retirados da nossa análise.

O segundo critério foi a exclusão de publicações duplicadas, ou seja, aquelas encontradas em diferentes bases de dados, resultando na exclusão de 73 artigos. Para o terceiro critério, a exclusão foi baseada em retirar os artigos que não focaram na aplicação de metodologias pedagógicas, como o ensino de IA ou a utilização de abordagens lúdicas no contexto educacional, para este critério foram totalizadas 871 exclusões.

O quarto critério teve como objetivo deletar trabalhos que não cumpriam o rigor acadêmico de um artigo científico, ou seja, que não seguiam as normas metodológicas tradicionais. Para este requisito foram excluídos 74 artigos. No quinto critério foram excluídos artigos publicados antes do ano de 2020, para garantir que a análise fosse baseada em tendências e descobertas mais recentes, neste critério, foram excluídos 56 artigos.

No sexto critério, foram excluídos artigos que não apresentaram seu conteúdo de maneira íntegra, como aqueles com seções faltando, dados ausentes ou conclusões truncadas. Esse filtro resultou na exclusão de 3 artigos. O sétimo critério envolveu a exclusão de artigos publicados em idiomas diferentes do inglês. Neste filtro, apenas 1 artigo foi removido. Por fim, o oitavo critério excluiu fontes de literatura cinza, como relatórios técnicos, dissertações, teses e documentos não revisados por pares, devido à menor confiabilidade científica. Nesta etapa, 1 artigo foi excluído.

Gráfico 1- Artigos selecionados por critérios de exclusão para cada base de dados do primeiro ao quarto critério

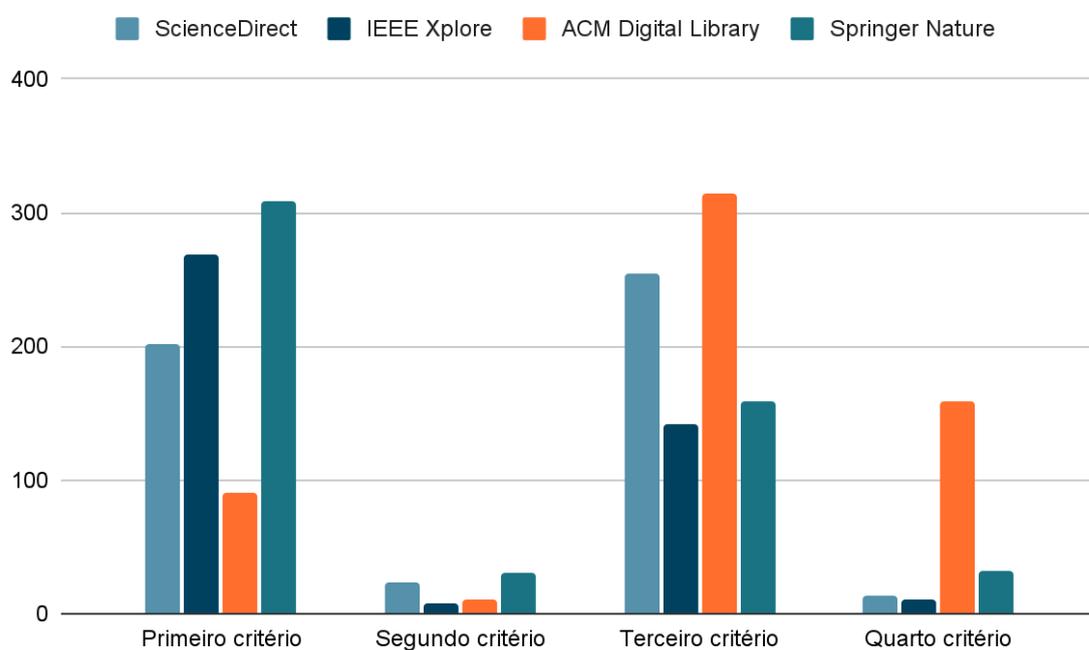
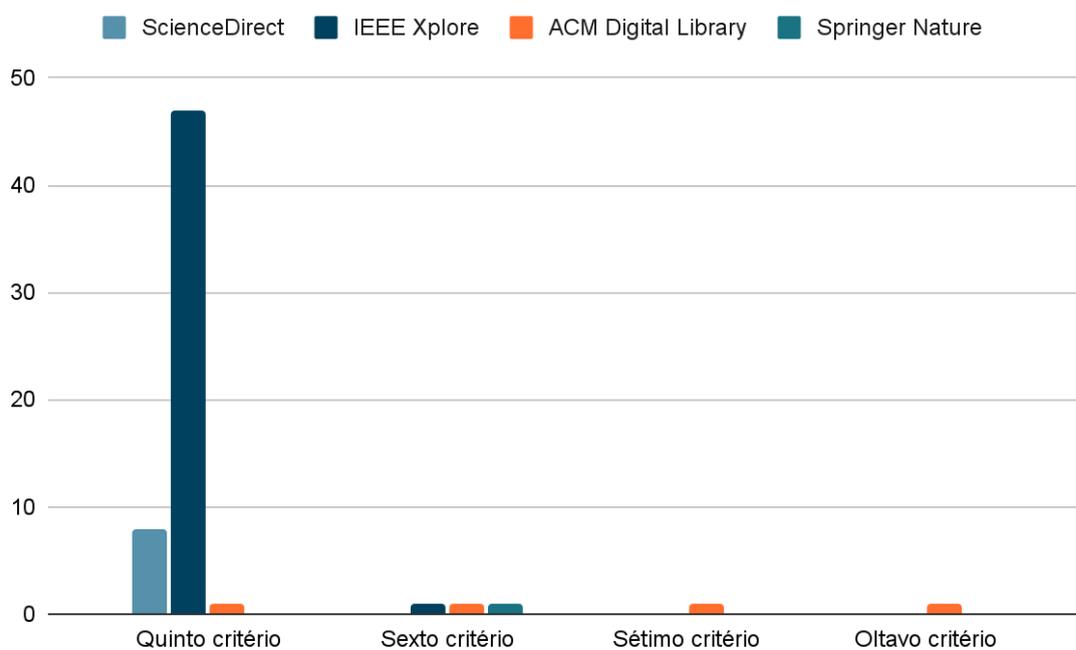


Gráfico 2- Artigos selecionados por critérios de exclusão para cada base de dados do quinto ao oitavo critério



4.5. FILTROS

Por fim os artigos passaram por uma filtragem sistemática, na qual foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão, refinando assim a seleção para garantir que apenas os estudos mais pertinentes fossem analisados, na primeira coleta, utilizando apenas as palavras-chave, foram selecionados 1.932 artigos.

O processo de seleção de artigos consistiu em três etapas de filtragem. Na primeira etapa, foram avaliados o título e o resumo de cada artigo. Desse total de 1.932 artigos, 1.204 foram reprovados e 728 foram aprovados para a próxima fase. No segundo filtro, os 728 artigos selecionados na etapa anterior passaram por uma nova análise, desta vez considerando a introdução e a conclusão de cada estudo. Como resultado, 325 artigos foram aceitos, enquanto 403 foram reprovados.

Por fim, realizou-se o último filtro, no qual foram analisados 325 artigos. Esse processo consistiu na leitura completa de todos os estudos, resultando na aprovação de 176 artigos e na exclusão de 149, concluindo assim todas as etapas de filtragem. Para melhor compreensão.

Gráfico 3- Quantidade de artigos após o primeiro filtro

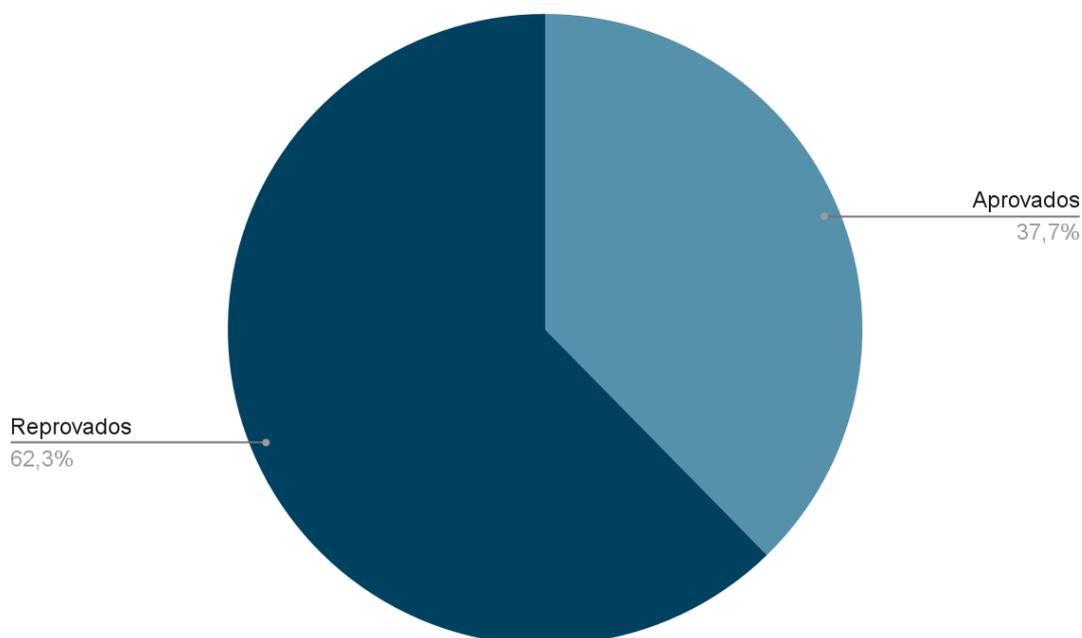
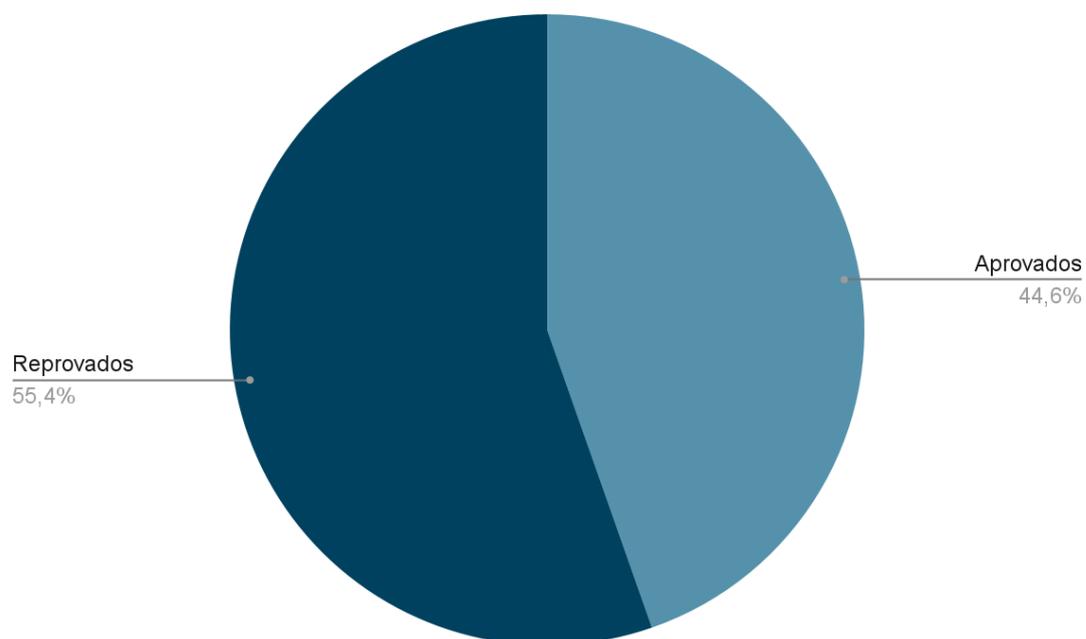
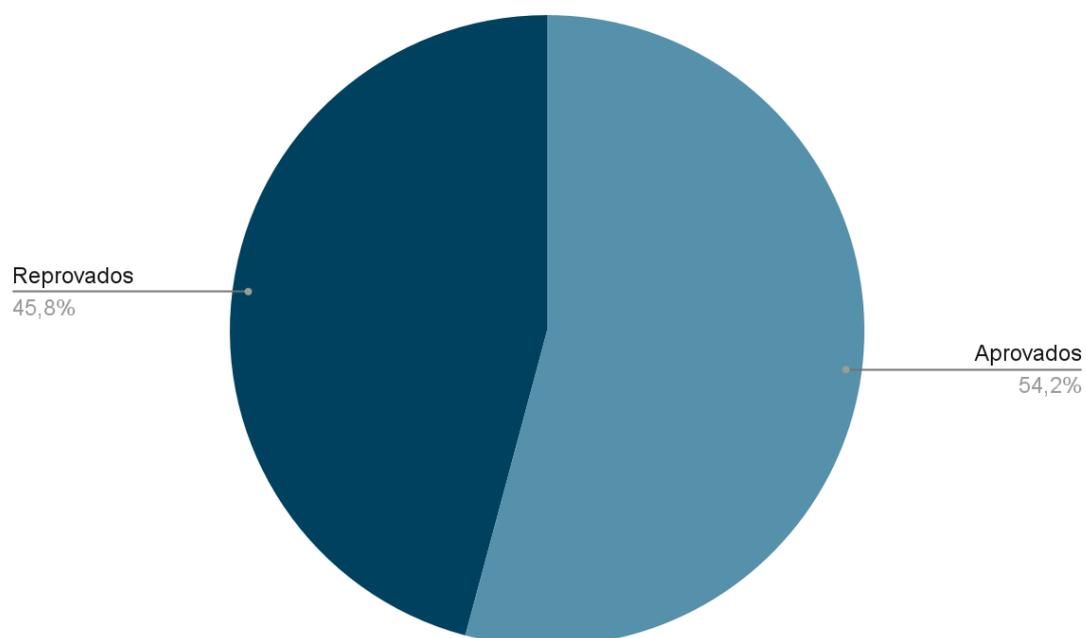


Gráfico 4- Quantidade de artigos após o segundo filtro**Gráfico 5- Quantidade de artigos após o terceiro filtro**

5. RESULTADOS

A revisão sistemática foi conduzida em quatro bases de dados principais: *ScienceDirect*, *Springer Nature*, *IEEE Xplore* e *ACM Digital Library*, resultando na seleção de 176 artigos relevantes. Os resultados são organizados em seções que abordam os critérios que motivaram a inclusão desses artigos neste estudo, o ano e o país de publicação, as dificuldades encontradas, as técnicas pedagógicas utilizadas, os temas abordados, o público-alvo, as metodologias de pesquisa e as avaliações de engajamento. A análise quantitativa e qualitativa desses dados fornece uma visão abrangente do estado da arte nessa área, destacando tendências, lacunas e oportunidades para futuras pesquisas. Primeiramente, nota-se na tabela abaixo, quais o número de artigos selecionados para cada base de dados:

Tabela 5- Número de artigos selecionados para cada base de dados

Base de dados	Estudos	Percentual
<i>ScienceDirect</i>	41	23,30%
<i>IEEE Xplore</i>	41	23,30%
<i>ACM Digital Library</i>	68	38,63%
<i>Springer Nature</i>	26	14,77%

5.1. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E SELEÇÃO DOS ARTIGOS

A revisão sistemática foi conduzida com base em sete critérios de inclusão, que serviram como filtros para garantir a relevância e qualidade dos artigos selecionados. Todos os 176 artigos analisados atenderam ao primeiro critério, que exigia que fossem artigos científicos publicados em periódicos revisados por pares. Esse critério foi essencial para assegurar que apenas estudos com rigor metodológico e acadêmico fossem considerados.

O segundo critério, que exigia que as publicações descrevessem o uso de técnicas de ensino de inteligência artificial voltadas para o público-alvo, foi atendido por 61 artigos. Esses estudos destacaram diferentes abordagens para introduzir conceitos de IA, desde métodos tradicionais até estratégias mais inovadoras, como o uso de ferramentas de IA generativa.

O terceiro critério, relacionado ao uso de técnicas lúdicas de ensino, foi atendido por 147 artigos, representando a maior parcela dos estudos selecionados. Esse resultado reflete a popularidade das abordagens lúdicas, como jogos educativos, gamificação e atividades

práticas, que são amplamente reconhecidas por seu potencial de engajamento e motivação dos alunos.

O quarto critério, que exigia que as publicações realizassem estudos comparativos de técnicas de ensino de IA, foi atendido por apenas 15 artigos. Da mesma forma, o quinto critério, que focava em estudos comparativos de técnicas lúdicas, foi atendida por apenas 5 artigos. Esse resultado sugere uma lacuna significativa na literatura, indicando que há uma necessidade de mais pesquisas que comparem diferentes metodologias de ensino de inteligência artificial e lúdicas. A escassez de estudos comparativos pode dificultar a identificação das abordagens mais eficazes para o ensino de IA, limitando o desenvolvimento de práticas pedagógicas baseadas em evidências.

O sexto critério, que exigia a descrição de processos de desenvolvimento ou implementação de técnicas de ensino de IA, foi atendido por 53 artigos. Esses estudos forneceram *insights* valiosos sobre como as ferramentas e metodologias de IA podem ser integradas ao ambiente educacional, desde a concepção até a aplicação prática.

Por fim, o sétimo critério, que exigia a descrição de processos de desenvolvimento ou implementação de técnicas lúdicas, foi atendido por 35 artigos. Esses estudos destacaram a importância de um planejamento cuidadoso e de uma abordagem centrada no usuário para garantir que as atividades lúdicas sejam eficazes e acessíveis [21].

A análise dos critérios de inclusão revelou que, embora as técnicas lúdicas sejam amplamente exploradas, há uma lacuna significativa em estudos comparativos e na descrição de processos de implementação, especialmente no contexto de ensino de IA. Essa avaliação será melhor contextualizada no próximo capítulo onde discutiremos essas implicações.

Tabela 6- Número de artigos selecionados para cada critério de inclusão

Número do Critério	Critério	Ref.
1	É artigo científico	[10-185]
2	A publicação descreve o uso de técnicas de ensino de inteligência artificial para o público alvo;	[10-70]

3	A publicação descreve o uso de técnicas lúdicas de ensino para o público alvo;	[10-15, 17-18, 21, 23-26, 29-37, 39-47, 50, 54-56, 58-59, 61-63, 67-68, 71-176]
4	A publicação realiza um estudo comparativo de técnicas de ensino de inteligência artificial para o público alvo;	[11, 13-14, 16, 44-45, 47, 50, 55, 57, 62, 79, 82, 156, 162]
5	A publicação realiza um estudo comparativo de técnicas lúdicas de ensino para o público alvo;	[47, 83, 99, 149, 152]
6	A publicação descreve um processo de desenvolvimento ou implementação de uma técnica de ensino de inteligência artificial para o público alvo;	[11, 13, 15, 17, 22-24, 27-34, 37-40, 43, 46, 48, 50-61, 67, 77, 79-80, 90, 92, 98, 106, 116-117, 125, 136, 177-183]
7	A publicação descreve um processo de desenvolvimento ou implementação de uma técnica lúdica de ensino ao público alvo.	[35-36, 72, 78, 81, 83-84, 87-88, 94, 97, 99, 102-104, 118-122, 124, 136, 138, 140, 144, 150, 153-155, 168, 173, 178, 180, 184-185]

Gráfico 6- Artigos selecionados por critérios de inclusão para cada base de dados 1

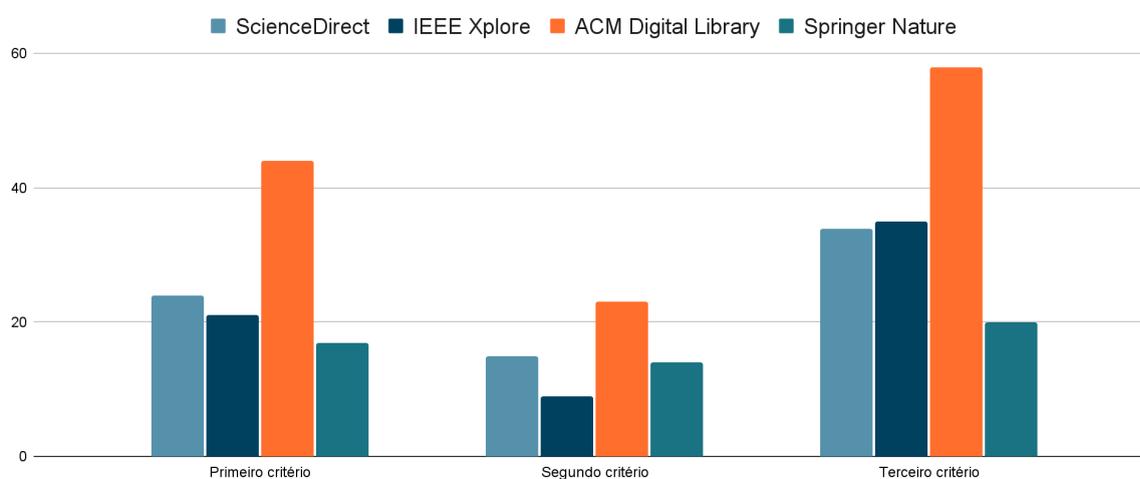
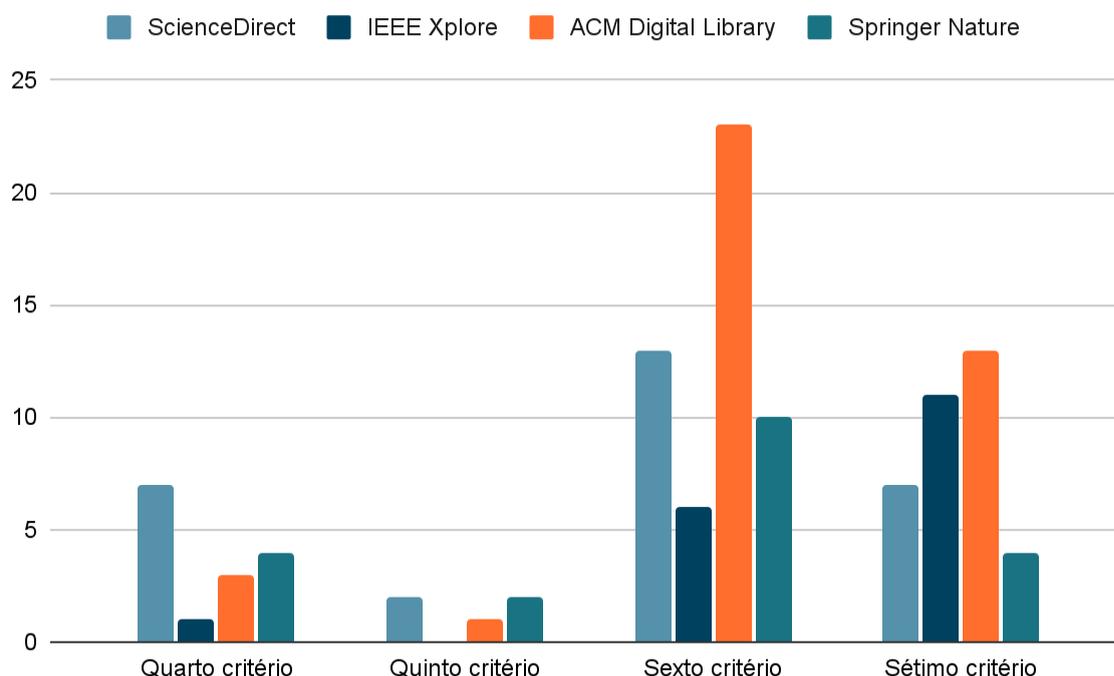


Gráfico 7- Artigos selecionados por critérios de inclusão para cada base de dados 2

5.2. ANO E PAÍS DE PUBLICAÇÃO

A análise temporal dos artigos selecionados revela uma concentração significativa de publicações nos anos mais recentes. Dos 176 artigos, 94 foram publicados em 2024, seguidos por 35 em 2023, 19 em 2022, 14 em 2021 e 9 em 2020. Cinco artigos já foram publicados em 2025, o que pode indicar uma tendência crescente de interesse na área, possivelmente impulsionado pelos avanços tecnológicos e pela necessidade de inclusão digital.

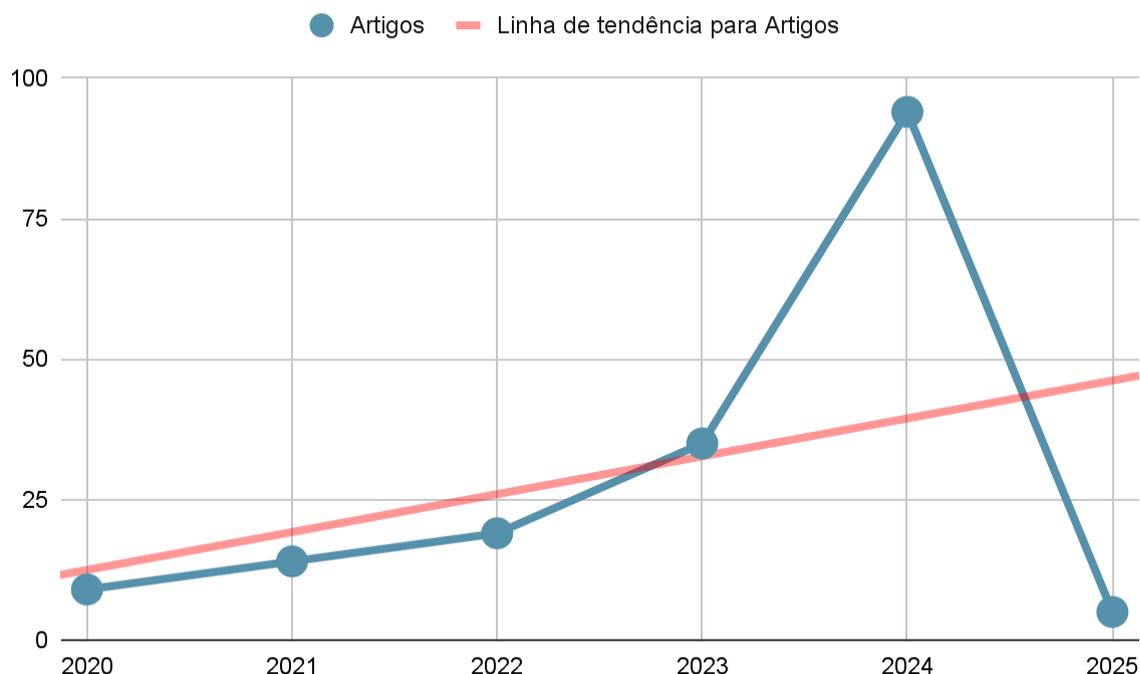
Esse padrão de crescimento exponencial nas publicações sugere que o campo de estudo está ganhando relevância e atenção acelerada nos últimos anos. O aumento expressivo de artigos em 2024, em particular, pode refletir uma resposta direta aos avanços tecnológicos recentes, como o desenvolvimento de ferramentas de IA mais acessíveis e poderosas, além de uma maior conscientização sobre a importância da inclusão digital e da educação em tecnologias emergentes [21, 102]. A presença de artigos já publicados em 2025, embora em menor número, reforça a ideia de que essa tendência deve continuar, indicando que o tema permanecerá em destaque no futuro próximo.

Esses resultados têm implicações importantes para pesquisadores, educadores e formuladores de políticas públicas. O crescente volume de publicações sugere que há um esforço coletivo para entender e aprimorar o ensino de IA, o que é crucial em um mundo cada vez mais dependente de tecnologias digitais que, se mal usadas, podem acentuar as diferenças sociais já existentes no que diz respeito ao acesso a literacia digital [99]. No entanto, a

concentração de estudos nos anos mais recentes também pode indicar que o campo ainda está em fase de consolidação, com muitas questões em aberto e oportunidades para pesquisas futuras. Portanto, é essencial que esse interesse crescente seja acompanhado por investigações robustas e metodologicamente sólidas, capazes de gerar insights práticos e contribuir para a formação de profissionais preparados para os desafios da era digital.

Tabela 7- Número de artigos selecionados para cada base de dados

Ano	Quantidade de Artigos	Ref.
2020	9	[20, 64, 90, 119, 121, 134, 153, 170, 173]
2021	14	[10, 21, 30, 69, 70, 95, 111, 113, 115, 124, 132, 159, 169, 177]
2022	19	[32, 34, 53, 58, 81-82, 85, 87, 98, 114, 120, 127, 129, 133, 163, 168, 171, 176, 184]
2023	35	[12-13, 22-23, 31, 35, 38, 44, 51, 80, 84, 97, 106-107, 109-110, 117-118, 122, 130, 140, 144-148, 151, 155, 160-161, 166-167, 172, 175, 181]
2024	94	[11, 14-19, 25-29, 33, 36-37, 39-43, 45-50, 52, 54, 55-57, 59-61, 63, 67-68, 71-79, 83, 86, 88-89, 91-94, 96, 99-105, 108, 112, 116, 123, 125-126, 128, 131, 135, 137-139, 141-143, 149-150, 152, 154, 156-158, 162, 164-165, 174, 178-180, 182-183, 185]
2025	5	[24, 62, 65, 66, 136]

Gráfico 8- Distribuição anual de publicações de artigos de educação lúdica e em IA

Em relação ao país de publicação, os artigos foram agrupados por continente para facilitar a análise. A Europa lidera com 66 artigos, tendo como principais contribuidores a Alemanha com 10 publicações, seguida pela Espanha com 7, Reino Unido com 6 e Portugal, Grécia e Finlândia com 5. A América fica em segundo lugar com 55 artigos, tendo como principais contribuidores os Estados Unidos com 37 publicações e o Brasil com 11. A Ásia fica em terceiro com 53 artigos, sendo a China o principal contribuidor com 33 publicações. Em contrapartida, a África e a Oceania apresentam os menores números, com apenas 2 e 1 artigo, respectivamente, oriundos da Nigéria e da Austrália.

Essa distribuição geográfica dos artigos revela disparidades significativas na produção científica sobre o tema. A liderança da Europa e da América, com destaque para países como Alemanha, Estados Unidos e Brasil, sugere que essas regiões estão investindo fortemente em pesquisas relacionadas ao ensino de IA, possivelmente alinhadas à políticas públicas e iniciativas educacionais que priorizam a inovação tecnológica.

Já a Ásia, embora em terceiro lugar, mostra uma contribuição relevante, especialmente da China. A China, com 33 publicações, demonstra um compromisso claro com desenvolvimento de competências em IA, refletindo sua estratégia nacional de se tornar uma potência global em inteligência artificial. No entanto, o número ainda modesto de publicações dos demais países asiáticos em comparação com países líderes sugere que há espaço para maior investimento e fomento à pesquisa nessa área.

Por outro lado, a baixa representatividade da África e da Oceania, com apenas 2 e 1 artigo, respectivamente, aponta para uma lacuna preocupante. A quase ausência de contribuições desses continentes pode refletir desafios estruturais, como falta de financiamento, infraestrutura de pesquisa limitada ou prioridades educacionais distintas, inclusive, estudos apontam que a taxa de reprovação introdutória de países na África, como a Nigéria, é superior a 60% [77]. Essa desigualdade na produção científica pode perpetuar disparidades globais no acesso e no domínio de tecnologias emergentes, como a IA, reforçando a necessidade de iniciativas internacionais que promovam a inclusão e a colaboração entre países em desenvolvimento e desenvolvidos.

Esses resultados destacam a importância de políticas globais e regionais que incentivem a pesquisa e o desenvolvimento de práticas educacionais em IA, especialmente em regiões com menor representatividade. A democratização do conhecimento e a redução das assimetrias na produção científica são essenciais para garantir que os benefícios da IA sejam compartilhados de forma equitativa em todo o mundo.

Tabela 8- Número de artigos selecionados publicados por cada país

País	Estudos	Ref.
Estados Unidos	37	[10, 12, 15, 18, 22, 31, 32, 34, 38, 40, 51-55, 57-58, 67, 73, 86, 90, 93, 95, 98-100, 123, 127, 129, 135, 144, 157, 163, 165, 167, 175, 181]
China	33	[11, 14, 17, 20-21, 23-24, 27, 39, 44-47, 50, 61-62, 68, 83, 87-89, 107-108, 115-116, 143, 151, 168-170, 174, 176-177]
Brasil	11	[42, 60, 111, 113-114, 118-121, 164, 173]
Alemanha	10	[36-37, 56, 64, 117, 139, 159-160, 182]
Espanha	7	[28-29, 49, 63, 134, 149]
Reino Unido	6	[25, 48, 128, 133, 137, 178]
Portugal, Grécia, Finlândia	5	[67, 76, 78, 81, 94, 101-102, 110, 124, 138, 145, 148, 154, 161, 171]
Holanda	4	[66, 74, 96, 141]

Noruega, Dinamarca, Irlanda, Canadá, Indonésia, Itália	3	[33, 35, 41, 49, 85, 97, 103-104, 125-126, 130, 145, 162, 166, 179, 180, 183, 184]
Áustria, Turquia, Suíça, Irã, México, Japão, Bulgária, Coreia do Sul, Singapura, Ucrânia, França, Nigéria, Índia	2	[13, 16, 19, 30, 43, 49, 65, 71, 77, 79, 82, 92, 105, 109, 122, 131-132, 140, 142, 146, 147, 150, 152, 155, 172, 185]
Austrália, Colômbia, Rússia, Croácia, Romênia, Tailândia, Malásia, Suécia, Malta, Chile, Nepal, Sérvia, Lituânia e Bangladesh.	1	[26, 59, 69, 70, 75, 80, 84, 91, 106, 112, 145, 163, 175]

5.3. DIFICULDADES ENCONTRADAS NA PESQUISA

A revisão sistemática identificou uma série de desafios e limitações relatados nos artigos selecionados, os quais foram categorizados em nove grupos principais. Esses desafios refletem as complexidades inerentes à implementação de técnicas de ensino de inteligência artificial e abordagens lúdicas, especialmente em contextos onde o acesso a meios digitais e a literacia digital são limitados. A análise dessas dificuldades oferece *insights* valiosos sobre os obstáculos que precisam ser superados para garantir a efetividade e a acessibilidade dessas práticas educacionais.

5.3.1. Limitações de amostra e dados

As limitações relacionadas à amostra e aos dados foram as mais frequentes, totalizando 24 ocorrências. Dentre essas, o tamanho restrito da amostra foi o problema mais citado, com 14 ocorrências. Muitos estudos relataram dificuldades em recrutar um número suficiente de participantes, o que compromete a generalização dos resultados. Além disso, a falta de dados quantitativos foi mencionada em 8 estudos, o que limita a capacidade de realizar análises estatísticas robustas. Outros desafios incluíram a falta de dados interdisciplinares relacionados à IA e a ausência de dados coletados ao longo do tempo. Essas limitações destacam a necessidade de estudos com amostras maiores e mais diversificadas, bem como a coleta de dados mais abrangentes e longitudinalmente consistentes.

Esses resultados evidenciam desafios metodológicos significativos que podem impactar a qualidade e a confiabilidade das pesquisas na área de ensino de IA. O problema mais recorrente, o tamanho restrito da amostra, sugere que muitos estudos estão sendo conduzidos em escalas pequenas, o que dificulta a extrapolação dos resultados para contextos mais amplos. “Uma amostra maior e mais diversificada poderia fornecer uma compreensão mais abrangente das perspectivas sobre a integração da IA na educação”[16]. Essa limitação pode estar relacionada a dificuldades práticas, como o acesso limitado a participantes ou a falta de recursos para expandir o escopo das pesquisas [98]. A consequência direta é que os achados podem não ser representativos de populações maiores ou de diferentes contextos educacionais, reduzindo sua aplicabilidade prática.

A falta de dados quantitativos, mencionada em 8 estudos, é outra limitação crítica, pois impede a realização de análises estatísticas robustas e a obtenção de conclusões mais sólidas e generalizáveis. Isso indica uma preferência por abordagens quantitativas ou a dificuldade em coletar métricas objetivas, o que, embora válido em certos contextos, pode limitar a capacidade de comparar resultados entre estudos ou de identificar padrões claros [54].

Além disso, a ausência de dados interdisciplinares e longitudinais aponta para uma lacuna importante na compreensão do ensino de IA como um campo dinâmico e multifacetado. A falta de interdisciplinaridade pode restringir a visão holística necessária para abordar os desafios complexos da educação em IA, enquanto a ausência de dados coletados ao longo do tempo impede a avaliação de impactos de longo prazo e a evolução das práticas educacionais.

Tabela 9- Artigos que apontaram limitações de amostra e dados

Dificuldade Encontrada	Quant.	Ref.
Tamanho restrito da amostra	14	[15, 16, 19, 39, 52-54, 56, 58, 75-76, 98, 126, 140]
Falta de dados quantitativos	8	[14-16, 40, 54 59, 82, 132]
Falta de dados interdisciplinares relacionados à IA	1	[16]
Ausência de dados longitudinais	1	[40]

5.3.2. Desafios metodológicos

Os desafios metodológicos foram identificados em 9 ocorrências. A dificuldade em generalizar os resultados foi mencionada em 1 estudo, o que sugere que muitos pesquisadores enfrentam problemas ao tentar aplicar suas descobertas em contextos diferentes daqueles em que foram realizados. A falta de estudos experimentais e a ausência de grupos de controle também foram problemas recorrentes, indicando a necessidade de metodologias mais rigorosas e replicáveis. Outros desafios incluem a dificuldade em medir a eficácia das intervenções, a dependência de dados auto-relatados e a necessidade de validação de itens em diferentes contextos culturais. Esses desafios ressaltam a importância de adotar abordagens metodológicas mais robustas e adaptáveis a diferentes realidades educacionais.

Esses resultados destacam questões metodológicas críticas que podem comprometer a validade e a aplicabilidade das pesquisas no campo do ensino de IA. A dificuldade em generalizar os resultados, mencionada em um estudo, sugere que muitos pesquisadores estão lidando com contextos específicos que não permitem a extrapolação de suas descobertas para outras realidades [74]. Isso pode ser particularmente problemático em um campo como o ensino de IA, onde as práticas educacionais precisam ser adaptáveis a diferentes culturas, sistemas educacionais e níveis de infraestrutura tecnológica, dada a popularidade e forte tendência a novas tecnologias nessa área.

A falta de estudos experimentais e a ausência de grupos de controle são limitações significativas, pois impedem a realização de comparações diretas e a identificação de relações causais claras. Essas lacunas metodológicas podem resultar em conclusões menos confiáveis e em recomendações práticas que não são suficientemente embasadas em evidências robustas [18]. A adoção de desenhos experimentais, como ensaios controlados randomizados, poderia ajudar a superar esses desafios, fornecendo resultados mais confiáveis e replicáveis.

Além disso, a dificuldade em medir a eficácia das intervenções e a dependência de dados auto-relatados são problemas que podem introduzir vieses e limitar a objetividade das análises. Dados auto-relatados, embora úteis em certos contextos, podem ser influenciados por percepções subjetivas dos participantes, o que pode distorcer os resultados [178]. A inclusão de métricas objetivas e a validação de instrumentos de coleta de dados em diferentes contextos culturais são passos essenciais para garantir a confiabilidade e a validade das pesquisas.

Esses desafios ressaltam a necessidade de uma abordagem metodológica mais rigorosa e adaptável, que leve em consideração a diversidade de contextos educacionais e culturais.

Investir em metodologias robustas, como estudos experimentais, grupos de controle e instrumentos de coleta de dados validados, seria fundamental para fortalecer a base de evidências no campo do ensino de IA. Além disso, a colaboração internacional e interdisciplinar pode ajudar a desenvolver abordagens metodológicas que sejam aplicáveis e relevantes em diferentes realidades, promovendo uma compreensão mais ampla e inclusiva das melhores práticas para o ensino de IA.

Tabela 10- Artigos que apontaram desafios metodológicos

Dificuldade Encontrada	Quant.	Ref.
Dificuldade generalização dos resultados	1	[74]
Falta de estudos experimentais	1	[79]
Ausência de grupos de controle	2	[18, 40]
Dificuldade em medir a eficácia das intervenções	2	[57,78]
dependência de dados auto-relatados	2	[40, 178]
necessidade de validação de itens em diferentes contextos culturais	1	[46]

5.3.3. Desafios tecnológicos e de infraestrutura

Foram relatados 8 ocorrências relacionadas a desafios tecnológicos e de infraestrutura. A infraestrutura tecnológica precária foi mencionada em 3 estudos, o que é particularmente relevante em contextos com recursos limitados. A falta de ferramentas educacionais robustas em IA e a necessidade de um pool de computadores (agrupamento lógico de um ou mais sistemas de teste que permite gerenciar e utilizar esses recursos de forma mais eficiente) bem equipados também foram problemas comuns. Além disso, recursos de IA não adaptados para educadores e a complexidade da tecnologia foram citados como obstáculos. Esses desafios destacam a importância de investir em infraestrutura tecnológica e desenvolver ferramentas educacionais que sejam acessíveis e fáceis de usar. A infraestrutura inadequada e a falta de ferramentas adaptadas são barreiras significativas, especialmente em regiões com menos

recursos, onde a falta de equipamentos de qualidade e conexões estáveis de internet limita o potencial de aprendizagem e exclui comunidades dos benefícios da educação em IA. Inclusive há um “potencial das tecnologias de IA para exacerbar a divisão digital, o que reflete o reconhecimento da distribuição desigual de recursos e oportunidades educacionais que podem resultar do acesso diferenciado a tecnologias avançadas”[16].

Além disso, a complexidade da tecnologia e a falta de ferramentas projetadas para educadores criam uma curva de aprendizado íngreme, dificultando a adoção e o uso eficaz desses recursos. “Um professor comentou que havia uma falta de recursos disponíveis online, apesar da importância do tópico e da relevância para a vida de seus alunos”[41] A necessidade de um pool de computadores bem equipados também evidencia os desafios financeiros e logísticos que muitas instituições enfrentam para suportar o processamento exigido por aplicações de IA. Esses problemas ressaltam a urgência de investimentos em soluções acessíveis e adaptadas ao contexto educacional, bem como a importância de parcerias entre governos, instituições de ensino e empresas de tecnologia, A UNESCO sublinha a urgência de definir metas estratégicas, particularmente em países de baixa e média renda, para adequar as iniciativas de prontidão de IA aos contextos locais [5]. A formação de educadores para o uso dessas ferramentas e o desenvolvimento de tecnologias mais intuitivas são passos essenciais para garantir que o ensino de IA seja inclusivo e eficaz, independentemente do contexto socioeconômico.

Tabela 11- Artigos que apontaram desafios tecnológicos e de infraestrutura

Dificuldade Encontrada	Quant.	Ref.
Infraestrutura tecnológica precária	3	[127,129,16]
Falta de ferramentas educacionais robustas em IA	2	[35,41]
necessidade de um pool de computadores bem equipados	1	[37]
recursos de IA não adaptados para educadores	1	[32]
complexidade da tecnologia	1	[166]

5.3.4. Desafios pedagógicos e de aprendizado

Os desafios pedagógicos e de aprendizado foram identificados em 13 ocorrências. A falta de treinamento formal em pensamento computacional para professores foi mencionado em 1 estudo, o que sugere a necessidade de programas de capacitação docente mais abrangentes. A dificuldade em trazer IA para as salas de aula, a visão do aprendizado colaborativo como algo exigente e demorado e a falta de motivação dos alunos também foram problemas recorrentes. Outros desafios incluem altas taxas de reprovação em cursos de algoritmo, dificuldades no apoio individualizado devido ao número elevado de alunos, jogos sérios atuais repetitivos e com falta de atratividade e a falta de *feedback* específico para os alunos. Esses desafios ressaltam a importância de abordagens pedagógicas inovadoras e centradas no aluno, que promovam o engajamento e a motivação. A falta de preparação dos professores em pensamento computacional e a dificuldade em integrar a IA no currículo evidenciam a necessidade de investimentos em formação docente, enquanto a desmotivação dos alunos e as altas taxas de reprovação sugerem que as metodologias tradicionais podem não estar atendendo às expectativas dos estudantes. "A apresentação de conteúdo técnico em disciplinas como matemática, programação e princípios associados pode ser frequentemente rotulada como "entediante" [15] o que, por sua vez, afeta a motivação e o interesse dos alunos na área [178]

Além disso, a percepção do aprendizado colaborativo como algo trabalhoso e a falta de atratividade dos jogos sérios atuais indicam que as práticas pedagógicas precisam ser repensadas para se tornarem mais dinâmicas e envolventes. A dificuldade em oferecer apoio individualizado em turmas grandes e a ausência de *feedback* específico para os alunos são obstáculos que impedem o progresso no aprendizado e a superação de dificuldades. A falta de *feedback* adequado pode limitar a capacidade dos alunos de melhorar e aprofundar sua compreensão [10]. Esses problemas destacam a urgência de adotar abordagens inovadoras, como gamificação, aprendizagem baseada em projetos e o uso de ferramentas interativas, que possam tornar o ensino de IA mais acessível, motivador e adaptado às necessidades individuais. A combinação de capacitação docente, metodologias centradas no aluno e recursos tecnológicos adequados pode ser a chave para superar esses desafios e promover uma educação em IA mais eficaz e inclusiva.

Tabela 12- Artigos que apontaram desafios pedagógicos e de aprendizado

Dificuldade Encontrada	Quant.	Ref.
Falta de treinamento formal em pensamento computacional para professores	1	[97]
Dificuldade em trazer IA para as salas de aula	1	[34]
Visão do aprendizado colaborativo como algo exigente e demorado	2	[159, 173]
Falta de motivação dos alunos	5	[15, 89, 143, 168, 178]
Taxas altas de reprovação em cursos de algoritmo	1	[114]
Dificuldade no apoio individualizado devido ao número elevado de alunos	1	[112]
jogos sérios repetitivos e falta de atratividade	1	[169]
falta de <i>feedback</i> especializado	1	[141]

5.3.5. Desafios relacionados à IA e tecnologias emergentes

Foram relatadas 10 ocorrências relacionadas a desafios específicos da IA e tecnologias emergentes. As limitações do *ChatGPT* e as preocupações com integridade acadêmica foram mencionadas em 3 estudos, destacando as complexidades éticas e práticas do uso de IA na educação. A falta de conhecimento e habilidade com IA entre jovens alunos, a falta de estudos de ensino de IA e não apenas de técnicas de uso de IA e a dificuldade de aceitação e confiança em IAs também foram problemas citados. Outros desafios incluem a necessidade de maior alinhamento entre conceitos de IA e outras ciências e o risco de superdependência de modelos de grandes linguagens (LLMs) na educação. Esses desafios destacam a importância de abordar as questões éticas e práticas do uso de IA na educação, bem como a necessidade de capacitação e conscientização. As limitações do *ChatGPT* e as preocupações com integridade

acadêmica, por exemplo, revelam dilemas sobre como equilibrar o uso de ferramentas de IA com a manutenção da autenticidade e originalidade no aprendizado [19]. Além disso, a falta de conhecimento e habilidades em IA entre os jovens alunos sugere uma lacuna educacional que precisa ser preenchida para preparar as novas gerações para um futuro cada vez mais influenciado por tecnologias inteligentes.

A dificuldade de aceitação e confiança em IAs, bem como o risco de superdependência de LLMs, apontam para a necessidade de um equilíbrio entre o uso dessas tecnologias e a manutenção do pensamento crítico e da autonomia dos alunos. A falta de estudos focados no ensino de IA, em vez de apenas no uso de suas técnicas, indica uma carência de pesquisas que explorem como ensinar IA de forma eficaz e acessível. Além disso, a necessidade de maior alinhamento entre conceitos de IA e outras ciências sugere que a IA deve ser integrada de forma interdisciplinar, conectando-se a áreas como matemática, biologia e ciências sociais para ampliar seu entendimento e aplicação. “A educação em IA abrange áreas multidisciplinares, principalmente cobertas por princípios de ciência da computação (CS) e *Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)*” [18]. Esses desafios reforçam a importância de investir em capacitação docente, desenvolver diretrizes éticas claras para o uso de IA na educação e promover uma conscientização ampla sobre os benefícios e riscos dessas tecnologias, garantindo que sejam utilizadas de forma responsável e eficaz.

Tabela 13- Artigos que apontaram desafios relacionados à IA e tecnologias emergentes

Dificuldade Encontrada	Quant.	Ref.
Limitações do GPT e preocupações com integridade acadêmica	3	[19, 22, 104]
falta de conhecimento em IA entre jovens alunos	2	[71, 92]
falta de pesquisas em ensino de IA	1	[68]

dificuldade de aceitação e confiança de IAs	1	[60]
necessidade de maior alinhamento entre IA e outras ciências	2	[18, 31]
risco de superdependência de LLMs na educação	1	[123]

5.3.6. Desafios contextuais e externos

Os desafios contextuais e externos foram identificados em 6 ocorrências. O impacto da pandemia foi mencionado em 4 estudos, destacando como a crise global afetou a implementação de tecnologias educacionais. A falta de uma política de IA e o desenvolvimento desigual na educação em letramento digital em áreas economicamente menos desenvolvidas também foram problemas relatados. Esses desafios ressaltam a influência de fatores externos na implementação de tecnologias educacionais e a necessidade de políticas públicas que promovam a inclusão digital. A pandemia, em particular, evidenciou as disparidades no acesso à tecnologia e à infraestrutura digital, exacerbando as desigualdades educacionais e dificultando a adoção de soluções tecnológicas em regiões com menos recursos. A pandemia de COVID-19 acelerou a integração de tecnologias digitais na educação, mas também destacou as disparidades existentes.[42] Além disso, a falta de políticas específicas para a integração da IA na educação reflete a necessidade de diretrizes claras e abrangentes que orientem o uso ético e eficaz dessas tecnologias em ambientes educacionais.

O desenvolvimento desigual no letramento digital, especialmente em áreas economicamente menos desenvolvidas, é outro desafio crítico que limita o potencial da educação em IA. Enquanto algumas regiões avançam rapidamente na adoção de tecnologias educacionais, outras ficam para trás devido à falta de investimentos em infraestrutura, capacitação de professores e acesso a recursos digitais. Essa desigualdade não apenas perpetua disparidades educacionais, mas também impede que uma parcela significativa da população se beneficie das oportunidades oferecidas pela IA. Para superar esses desafios, é essencial que governos e instituições promovam políticas públicas inclusivas, investindo em infraestrutura digital, programas de capacitação e iniciativas que garantam o acesso equitativo

às tecnologias educacionais, independentemente da localização ou condição socioeconômica. [83]

Tabela 14- Artigos que apontaram desafios contextuais e externos

Dificuldade Encontrada	Quant.	Ref.
impacto da pandemia	4	[42,58 ,98, 124]
Falta de política de IA	1	[26]
desenvolvimento desigual na educação em letramento digital em áreas menos desenvolvidas	1	[83, 107]

5.3.7. Desafios de design e implementação

Foram relatadas 4 ocorrências relacionadas a desafios de design e implementação. A falta de *frameworks* para construção de jogos sérios e a ausência de maneiras de rastrear códigos tangíveis foram mencionadas, destacando a dificuldade de criar ferramentas e metodologias que sejam aplicáveis em diferentes contextos. A literatura existente muito complexa e a produção e documentação de jogos complicada também foram problemas comuns. Esses desafios indicam a necessidade de abordagens mais estruturadas e centradas no usuário, que considerem as necessidades e realidades dos educadores e alunos. A falta de *frameworks* para jogos sérios, por exemplo, dificulta o desenvolvimento de soluções padronizadas e replicáveis, enquanto a ausência de métodos para rastrear códigos tangíveis limita a capacidade de avaliar e aprimorar as ferramentas existentes. Essas lacunas refletem a necessidade de diretrizes claras e acessíveis que possam orientar o design e a implementação de recursos educacionais inovadores.

Além disso, a complexidade da literatura existente e as dificuldades na produção e documentação de jogos sérios sugerem que há uma desconexão entre a teoria e a prática no desenvolvimento de ferramentas educacionais. A complexidade excessiva pode desencorajar educadores e desenvolvedores a adotar essas soluções, enquanto a falta de documentação clara e acessível dificulta a implementação e a adaptação em diferentes contextos. Esses desafios ressaltam a importância de criar metodologias mais intuitivas e centradas no usuário, que simplifiquem o processo de design e implementação de jogos sérios e outras ferramentas educacionais. Ao priorizar a usabilidade e a acessibilidade, é possível desenvolver soluções

que atendam às necessidades reais dos educadores e alunos, promovendo uma adoção mais ampla e eficaz dessas tecnologias no ensino de IA.

Tabela 15- Artigos que apontaram desafios de design e implementação

Dificuldade Encontrada	Quant.	Ref.
falta de <i>frameworks</i> para construção de jogos sérios	1	[171]
produção de jogos complicada	1	[119]
Ausência de maneiras de rastrear códigos tangíveis	1	[120]
literatura existente muito complexa	1	[146]

5.4. TÉCNICAS PEDAGÓGICAS UTILIZADAS

A análise das técnicas pedagógicas utilizadas nos artigos selecionados revelou uma ampla variedade de abordagens, que foram categorizadas em dez grupos principais. Essas técnicas refletem a diversidade de estratégias empregadas para ensinar inteligência artificial e promover o engajamento por meio de métodos lúdicos, especialmente em contextos onde o acesso a meios digitais e a literacia digital são limitados. A seguir, detalhamos cada uma dessas categorias, destacando suas características, frequência de uso e implicações para a prática educacional.

5.4.1. Pensamento computacional e programação

O pensamento computacional e a programação foram umas das técnicas mais utilizadas, com 42 ocorrências. O pensamento computacional, mencionado em 10 estudos, foi amplamente adotado para desenvolver habilidades como decomposição de problemas, reconhecimento de padrões e abstração. Ferramentas como *Scratch* (ou *ScratchJr*) foram citadas em 9 artigos, destacando-se como uma plataforma acessível para introduzir conceitos de programação de forma visual e interativa. Atividades "*unplugged*" (desconectadas), presentes em 6 estudos, foram valorizadas por sua capacidade de ensinar conceitos computacionais sem a necessidade de dispositivos eletrônicos, tornando-as ideais para contextos com recursos limitados. A robótica educacional, também com 6 ocorrências, foi

utilizada para integrar conceitos de programação e engenharia, promovendo o aprendizado prático e colaborativo. Outras ferramentas, como *Micro:bit*, *code.org*, *Python*, programação em bloco, *raspberry pi* e *Arduino*, foram mencionadas por sua versatilidade e aplicabilidade em diferentes níveis educacionais.

Esses resultados destacam a predominância do pensamento computacional e da programação como pilares centrais no ensino de IA, refletindo sua importância no desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI. O pensamento computacional foi amplamente adotado para desenvolver habilidades como decomposição de problemas, reconhecimento de padrões e abstração [112]. O uso de ferramentas como *Scratch* e *ScratchJr* demonstra a eficácia de abordagens visuais e interativas para introduzir conceitos complexos de programação, especialmente para alunos iniciantes. Já as atividades "*unplugged*" emergem como uma solução inclusiva, permitindo que estudantes em contextos com poucos recursos tecnológicos também tenham acesso ao aprendizado de conceitos computacionais. Além disso, as atividades desplugadas podem complementar as atividades conectadas, oferecendo aos alunos oportunidades adicionais para praticar e aplicar habilidades de Pensamento Computacional em diferentes contextos" [83]. A robótica educacional, por sua vez, se destaca por integrar teoria e prática, incentivando a criatividade, a colaboração e a resolução de problemas de forma *hands-on*. Ferramentas como *Micro:bit*, *Python* e *Arduino* ampliam as possibilidades de aplicação, oferecendo recursos adaptáveis para diferentes faixas etárias e níveis de complexidade. Essas abordagens, combinadas, reforçam a importância de metodologias diversificadas e acessíveis para o ensino de IA, capazes de atender às necessidades de diversos contextos educacionais e promover o engajamento dos alunos, "ferramentas versáteis como *BBC:Micro Bit* ajudam os alunos a explorar e experimentar projetos multidisciplinares muito além de ensiná-los apenas conceitos de computação específicos" [72]

Tabela 16- Artigos que usaram técnicas de pensamento computacional e programação

Técnica pedagógica	Quant.	Ref.
Pensamento Computacional	10	[71-72,74,77,80-81,93,95,105, 112]
<i>Scratch (ScratchJr)</i>	9	[18, 28-29, 73, 76-77, 81, 92, 157]
Atividades <i>unplugged</i>	6	[76, 77, 83, 97, 119, 154]

Arduíno	2	[120,125]
Robótica educacional	6	[12, 82, 87, 94, 120, 140]
<i>Micro:bit</i>	3	[18, 67, 80]
<i>code.org</i>	1	[80]
<i>Python</i>	1	[28]
Programação em bloco	3	[79, 120, 179]
<i>Raspberry pi</i>	1	[77]

5.4.2. Inteligência Artificial e ferramentas de IA generativa

As técnicas relacionadas à IA e ferramentas de IA generativa foram identificadas em 24 ocorrências. O *ChatGPT*, mencionado em 7 estudos, destacou-se como uma ferramenta promissora para personalizar o aprendizado e automatizar tarefas educacionais. A IA generativa no geral (GAI) foi citada em 4 artigos, com aplicações que variam desde a criação de conteúdo educacional até a simulação de cenários de aprendizado. Ferramentas como *Teachable Machine* foram valorizadas por sua capacidade de permitir que alunos e professores criem modelos de aprendizado de máquina de forma acessível. Sistemas de tutoria inteligente (ITS) e híbrida, presentes em 2 estudos, foram utilizados para fornecer *feedback* personalizado e adaptativo, enquanto ferramentas de análise de dados, como *Elicit.org*, *Research Rabbit* e *TensorFlow* foram mencionadas por sua utilidade na pesquisa acadêmica. Essas ferramentas refletem a crescente integração da IA na educação, embora ainda haja desafios relacionados à sua acessibilidade e ao treinamento necessário para seu uso eficaz. Além disso, foi encontrado ferramentas que usam jogos para treinar IAs, como *Quick, Draw!* e usam IA para apoiar a preservação da natureza como *AI for Oceans*. Essas ferramentas refletem a crescente integração da IA na educação, embora ainda haja desafios relacionados à sua acessibilidade e ao treinamento necessário para seu uso eficaz.

O destaque dado ao *ChatGPT* e à IA generativa (GAI) evidencia o potencial dessas tecnologias para revolucionar a educação, oferecendo personalização, automação e criação de conteúdos dinâmicos. No entanto, a adoção dessas ferramentas ainda enfrenta barreiras, como a necessidade de capacitação dos educadores e a adaptação das tecnologias a diferentes

contextos educacionais. Ferramentas como *Teachable Machine* e sistemas de tutoria inteligente (ITS) demonstram como a IA pode ser democratizada, permitindo que até mesmo usuários sem conhecimentos técnicos avançados criem e utilizem modelos de aprendizado de máquina. [52] Por outro lado, ferramentas de análise de dados, como *Elicit.org* e *TensorFlow*, mostram a relevância da IA para a pesquisa acadêmica, auxiliando na coleta, processamento e interpretação de dados complexos. Já iniciativas como *Quick, Draw!* e *AI for Oceans* ilustram como a IA pode ser aplicada de forma lúdica e engajadora, conectando o aprendizado a questões práticas e sociais, como a preservação ambiental. Essas aplicações reforçam a importância de investir em treinamento e infraestrutura para garantir que a IA seja acessível e eficaz em diferentes contextos educacionais, promovendo uma integração mais ampla e equitativa dessas tecnologias.

Tabela 17- Artigos que usaram técnicas de inteligência artificial e ferramentas de IAGen

Técnica pedagógica	Quant.	Ref.
<i>ChatGPT</i>	7	[13, 17, 22, 39, 40, 63, 91]
IAGen no geral	4	[10, 19, 40, 91]
<i>Teachable Machine</i>	5	[24, 58, 92, 98, 125]
Sistema de tutoria inteligente e híbrida	2	[26, 57]
<i>Elicit.org, Research Rabbit e TensorFlow</i>	4	[25, 37, 58, 98]
<i>Quick, Draw!</i>	1	[24]
<i>AI for Oceans</i>	1	[24]

5.4.3. Aprendizado baseado em Jogos e Gamificação

O aprendizado baseado em jogos (GBL) e a gamificação foram amplamente adotados, com 44 ocorrências. O GBL foi mencionado em 9 estudos, destacando-se por sua capacidade de engajar os alunos por meio de desafios e recompensas. A gamificação, presente em 12 artigos, foi utilizada para incorporar elementos de jogos, como pontuações e rankings, em atividades educacionais, aumentando a motivação e o envolvimento dos estudantes. Jogos

sérios (*Serious Games*), citados em 13 estudos, foram valorizados por sua capacidade de combinar entretenimento com objetivos educacionais. Escape rooms educacionais e jogos de realidade virtual (RV) ou aumentada (RA) também foram mencionados por sua capacidade de criar experiências imersivas e colaborativas. Essas abordagens ressaltam o potencial dos jogos para tornar o aprendizado mais dinâmico e envolvente.

A popularidade do GBL e da gamificação reflete a eficácia dessas metodologias em promover o engajamento e a motivação dos alunos, transformando o processo de aprendizado em uma experiência mais interativa e divertida. "Décadas de pesquisa em aprendizado digital baseado em jogos demonstraram resultados positivos em termos de aumento da motivação e resultados para a aprendizagem de conteúdo"[99]. Jogos sérios e jogos digitais educacionais, por sua vez, demonstram como é possível aliar entretenimento e educação, permitindo que os estudantes explorem conceitos complexos de forma prática e contextualizada. Escape rooms educacionais e jogos de RV/RA ampliam ainda mais as possibilidades, criando ambientes imersivos que incentivam a colaboração, a resolução de problemas e a criatividade.[148] Simulações virtuais, como as oferecidas pela plataforma PhET, foram citadas entre esses jogos, sendo valorizadas por sua capacidade de permitir que os alunos explorem fenômenos científicos de forma interativa. Essas abordagens não apenas tornam o aprendizado mais atraente, mas também ajudam a desenvolver habilidades como pensamento crítico, trabalho em equipe e adaptabilidade. No entanto, para que essas metodologias sejam eficazes, é essencial que sejam bem planejadas e alinhadas aos objetivos educacionais, garantindo que o aspecto lúdico não sobreponha o foco no aprendizado. O uso de jogos na educação, portanto, representa uma poderosa ferramenta para engajar os alunos e prepará-los para os desafios do século XXI.

Tabela 18- Artigos que usaram aprendizado baseado em jogos e gamificação

Técnica pedagógica	Quant.	Ref.
Aprendizado baseado em jogos (GBL)	9	[24, 48, 50, 68, 99, 146, 148, 153, 171]
Gamificação	12	[47, 68, 69, 70, 111, 113, 114, 121, 145, 154, 155, 173]
Jogos Sérios (Físicos e Digitais)	13	[35, 50, 113, 117, 119, 149, 150, 151, 154, 168, 169, 171, 185]
Escape Room educacional	2	[117, 138]

Jogos de realidade Virtual (RV) ou aumentada (RA)	8	[20, 27, 89, 142, 143, 148, 168, 172]
---	---	---------------------------------------

5.4.4. Aprendizado baseado em projetos e colaborativo

O aprendizado baseado em projetos (PBL) e as abordagens colaborativas foram identificadas em 29 ocorrências. O PBL, mencionado em 6 estudos, foi amplamente adotado para promover a aplicação prática do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas e trabalho em equipe. O aprendizado colaborativo, presente em 10 artigos, foi valorizado por sua capacidade de incentivar a interação entre os alunos e a construção conjunta do conhecimento. A integração de STEM/STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) foi citada em 11 estudos, destacando-se por sua abordagem interdisciplinar e contextualizada. Outros tipos de aprendizagem citada é a aprendizagem baseada em investigação. Essas técnicas ressaltam a importância de metodologias que promovam a autonomia e a colaboração dos alunos.

O destaque dado ao PBL e às abordagens colaborativas reflete a eficácia dessas metodologias em preparar os alunos para os desafios do mundo real, onde a capacidade de resolver problemas complexos e trabalhar em equipe é essencial. O PBL, em particular, permite que os estudantes apliquem conceitos teóricos em projetos práticos, desenvolvendo não apenas conhecimento técnico, mas também habilidades como pensamento crítico, criatividade e gestão de tempo [75]. Já o aprendizado colaborativo promove a troca de ideias e a construção coletiva do conhecimento, preparando os alunos para ambientes de trabalho cada vez mais interconectados e colaborativos. A integração de STEM/STEAM amplia ainda mais essas possibilidades, conectando diferentes áreas do conhecimento e incentivando uma visão holística e inovadora. A aprendizagem baseada em investigação, por sua vez, estimula a curiosidade e a autonomia dos alunos, incentivando-os a explorar, questionar e descobrir por conta própria. “As cinco principais abordagens à pedagogia em cenários educacionais recentes são a aprendizagem construtivista, colaborativa, integrativa, reflexiva e baseada na investigação” [133] Essas abordagens, combinadas, reforçam a importância de metodologias ativas e centradas no aluno, que não apenas transmite conhecimento, mas também capacitam os estudantes a serem protagonistas de seu próprio aprendizado.

Tabela 19- Artigos que usaram aprendizado colaborativo e baseado em projetos

Técnica pedagógica	Quant.	Ref.
Aprendizado baseado em projetos e problemas	6	[14, 31, 62, 75, 85, 113, 125]
Aprendizado colaborativo, trabalho em equipe	10	[48, 62, 65, 106, 158, 159, 161, 166, 174, 175]
Integração de STEM/STEAM	11	[16, 18, 23, 73, 86, 96, 140, 144, 156, 167, 170]
Aprendizagem baseada em investigação	2	[48, 54]

5.4.5. Ferramentas de ensino e plataformas

As ferramentas de ensino e plataformas digitais foram mencionadas em 9 ocorrências. *Learning Management Systems* (LMS), como *Moodle* e *Blackboard*, foram citados em 2 estudos, destacando-se por sua capacidade de gerenciar e entregar conteúdo educacional de forma organizada. Plataformas online, como *ABC- Thinking*, *Edmodo* e *FicWebBoard*, foram mencionadas em 3 artigos, sendo valorizadas por sua acessibilidade e funcionalidades colaborativas. Ferramentas de programação visual, foram citadas em 3 estudos, enquanto ferramentas de análise de dados, como SPSS e *Winstep*, foram mencionadas por sua utilidade na pesquisa educacional. Essas ferramentas refletem a diversidade de recursos disponíveis para apoiar o ensino e a aprendizagem.

A variedade de ferramentas e plataformas digitais mencionadas evidencia a importância da tecnologia na modernização e na eficiência do processo educacional. Os LMS, como *Moodle* e *Blackboard*, são essenciais para a organização e distribuição de conteúdos, facilitando o gerenciamento de cursos e a interação entre professores e alunos. Plataformas online, como *ABC-Thinking* e *Edmodo*, ampliam as possibilidades de aprendizado colaborativo, permitindo que os estudantes acessem recursos educacionais e interajam entre si, independentemente de sua localização geográfica. Ferramentas de programação visual, como *Blockly*, são particularmente úteis para introduzir conceitos de programação de forma intuitiva e acessível, especialmente para alunos iniciantes. Já as ferramentas de análise de dados, como SPSS e *Winstep*, desempenham um papel crucial na pesquisa educacional,

auxiliando na coleta, processamento e interpretação de dados complexos. Essas ferramentas, em conjunto, demonstram como a tecnologia pode ser utilizada para enriquecer o ensino, promover a colaboração e fornecer insights valiosos para a melhoria contínua das práticas educacionais.

Tabela 20- Artigos usaram ferramentas de ensino e plataformas

Técnica pedagógica	Quant.	Ref.
<i>Learning Management Systems</i> (LMS)	2	[86, 123]
Plataformas Online	3	[78, 122,132]
Ferramentas de programação visual	2	[79, 81]
Ferramentas de análise de dados	2	[25, 126]

5.4.6. Metodologias ativas

As metodologias ativas e abordagens pedagógicas inovadoras foram identificadas em 17 ocorrências. Metodologias ativas, como a aula invertida e o *role-playing*, foram mencionadas em 8 estudos, destacando-se por sua capacidade de promover a participação ativa dos alunos. O *Design Thinking*, citado em 1 artigo, foi valorizado por sua abordagem centrada no usuário e na resolução criativa de problemas. O *storytelling* e a narração digital foram mencionados em 8 estudos, sendo utilizados para engajar os alunos por meio de narrativas envolventes. Essas abordagens ressaltam a importância de metodologias que incentivem a autonomia e a criatividade dos estudantes.

A adoção de metodologias ativas, como a aula invertida e o *role-playing*, reflete uma mudança significativa no paradigma educacional, onde o aluno assume um papel central no processo de aprendizagem. Essas metodologias não apenas aumentam o engajamento, mas também desenvolvem habilidades como pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas. O *Design Thinking*, por sua vez, traz uma perspectiva inovadora ao ensino, incentivando os alunos a pensar de forma criativa e a desenvolver soluções práticas para desafios reais [17]. Já o *storytelling* e a narração digital demonstram o poder das narrativas como ferramentas pedagógicas, capazes de tornar o aprendizado mais significativo e memorável ao conectar conceitos abstratos a histórias e contextos reais. Essas abordagens, combinadas, reforçam a necessidade de práticas educacionais que vão além da transmissão de

conhecimento, focando no desenvolvimento integral dos alunos e na preparação para os desafios do século XXI.

Tabela 21- Artigos que usaram metodologias ativas

Técnica pedagógica	Quant.	Ref.
Metodologias ativas	8	[26, 47, 56, 92, 113, 114, 125, 158]
<i>Design Thinking</i>	1	[96]
<i>Storytelling e Narração digital</i>	8	[24, 47, 74, 87, 108, 127, 129, 158]

5.4.7. Ferramentas de robótica e eletrônica

As ferramentas de robótica e eletrônica foram mencionadas em 13 ocorrências. Robôs educacionais, como *Thymio* e *Nemobot*, foram citados em 10 estudos, destacando-se por sua capacidade de integrar conceitos de programação e engenharia. Microcontroladores, como *Arduino* e *Raspberry Pi*, foram mencionados em 3 artigos, sendo valorizados por sua versatilidade e aplicabilidade em projetos interdisciplinares. Essas ferramentas refletem a tendência de utilizar tecnologias tangíveis para promover o aprendizado prático e contextualizado.

Tabela 22- Artigos que usaram ferramentas de robótica e eletrônica

Técnica pedagógica	Quant.	Ref.
Robôs educacionais	10	[12, 28, 77, 80, 82, 87, 94, 117, 120, 140]
Microcontroladores	3	[77, 120, 125]

5.5. TEMAS ABORDADOS

A análise quantitativa dos temas dos artigos selecionados evidencia a crescente importância do Pensamento Computacional (CT) e da Educação em Inteligência Artificial (IA) no cenário educacional contemporâneo. Os temas aparecem com 31 e 27 ocorrências respectivamente, destacando-se como áreas centrais de interesse e investigação. O Pensamento Computacional, com suas subcategorias como desenvolvimento, integração em

disciplinas e aplicação em STEM, reflete a necessidade de preparar os estudantes para resolver problemas complexos de forma estruturada e criativa.[83] Já a Educação em IA, com foco em alfabetização, ensino de conceitos e ética, demonstra a urgência de capacitar os indivíduos para interagir criticamente com tecnologias que estão cada vez mais presentes no cotidiano. “Nossa juventude deve ser equipada com conhecimentos de IA para este futuro, apesar da incerteza de como poderá ser” [72] Esses resultados sugerem que o Pensamento Computacional e a educação em IA não são apenas tendências, mas pilares essenciais para a formação de cidadãos capazes de navegar em um mundo cada vez mais digital e automatizado. A ênfase nesses temas indicam uma mudança no foco educacional, que passa a priorizar não apenas o conhecimento técnico, mas também a capacidade aplicá-lo de forma crítica e ética.

A integração de STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) com o Pensamento Computacional também se destaca, com 16 ocorrências, reforçando a relevância de abordagens interdisciplinares que conectam conhecimentos técnicos e habilidades digitais. A robótica educacional e a programação, por exemplo, são ferramentas amplamente utilizadas para promover essa integração, preparando os estudantes para os desafios de um mundo cada vez mais tecnológico. Além disso, a Alfabetização Digital e as Competências Digitais, com 14 ocorrências, ressaltam a necessidade de desenvolver habilidades que vão além do domínio técnico, incluindo a capacidade de navegar, analisar e criar em ambientes digitais de forma crítica e segura. Esses achados destacam a importância de uma educação que não apenas ensine a usar ferramentas tecnológicas, mas que também prepare os alunos para pensar de forma crítica sobre seu impacto e aplicação. A integração de STEM com o Pensamento Computacional, por exemplo, pode ser uma estratégia eficaz para conectar diferentes áreas do conhecimento e promover uma visão mais holística e aplicada da educação.

No que diz respeito às metodologias e abordagens pedagógicas, observa-se uma tendência para o uso de estratégias ativas e colaborativas, como o *Design Thinking*, o Aprendizado Baseado em Projetos (PBL) e o Ensino Híbrido. Essas metodologias, com 18 ocorrências, refletem a busca por práticas que promovam a autonomia, a criatividade e o engajamento dos estudantes, alinhadas às demandas de uma sociedade em constante transformação. A formação de professores e a educação infantil também emergem como áreas prioritárias, com 11 ocorrências, indicando a necessidade de preparar educadores e as novas gerações para um futuro marcado pela digitalização e pela inteligência artificial. Esses resultados sugerem que a formação docente e a educação infantil são pontos-chave para a implementação bem-sucedida dessas metodologias, garantindo que os educadores estejam

preparados para adotar práticas inovadoras e que as crianças comecem a desenvolver habilidades digitais desde cedo.

Por fim, a ética e a segurança na tecnologia, com 8 ocorrências, ganham destaque, especialmente no contexto da IA, onde questões como privacidade, viés sociopolítico e robustez dos sistemas são temas de grande preocupação. Essa ênfase reflete a consciência de que o avanço tecnológico deve ser acompanhado por uma reflexão crítica sobre seus impactos sociais e éticos. Em síntese, a análise revela uma clara tendência para a integração de tecnologia, pensamento computacional e IA na educação, com foco no desenvolvimento de habilidades técnicas, digitais e socioemocionais, preparando os indivíduos para os desafios e oportunidades do século XXI. Esses resultados têm implicações significativas para políticas educacionais, sugerindo a necessidade de investimentos em formação docente, infraestrutura tecnológica e currículos que integrem habilidades técnicas e éticas. Além disso, destacam a importância de uma abordagem equilibrada, que combine inovação tecnológica com reflexão crítica, garantindo que o avanço digital seja inclusivo, seguro e benéfico para todos.

Tabela 23- Artigos selecionados distribuídos por temas abordados

Técnica pedagógica	Quant.	Ref.
Pensamento Computacional	31	[11-13, 29, 44, 71-88, 93-95, 97, 105, 118-119, 161]
Educação em Inteligência Artificial	27	[10, 14-18, 21, 23-24, 29, 32, 37-38, 41-44, 48, 52-53, 56, 58-59, 92, 98, 163-164]
STEM	16	[16, 18, 23, 72, 73, 86, 94-96, 115, 128, 140, 144, 156, 167, 170]
Alfabetização Digital e Competências Digitais	14	[50, 58, 101, 103, 107, 117, 124, 126-129, 175, 180, 183]
Aprendizado Baseado em Projetos e Ensino Híbrido	18	[24, 26-27, 31, 48, 50, 57, 62, 69, 87, 105-107, 125, 132, 154, 171, 182]
Formação de professores e a educação infantil	11	[16, 24, 28, 89, 90, 95, 109, 124, 150, 176, 185]
Ética e a segurança na tecnologia	8	[33-34, 51, 54, 67, 108, 179-180]

5.6. PÚBLICO-ALVO

O público-alvo mais frequente nos artigos selecionados foram os estudantes, com destaque para o ensino fundamental I e II (55 ocorrências), ensino superior (33 ocorrências) e ensino médio (28 ocorrências). Professores e educadores também foram um grupo significativo (32 ocorrências), destacando a necessidade de capacitação docente. Comunidades específicas, como crianças em idade pré-escolar (3 ocorrências) e adultos mais velhos (2 ocorrências), também foram abordadas, indicando uma preocupação crescente com a inclusão digital. Fazendo uma exposição mais profunda desse público alvo, dividimos os público-alvos em 3 grupos que serão expostos nos próximos 3 gráficos:

Gráfico 9- Distribuição de público alvo das pesquisas - Estudantes

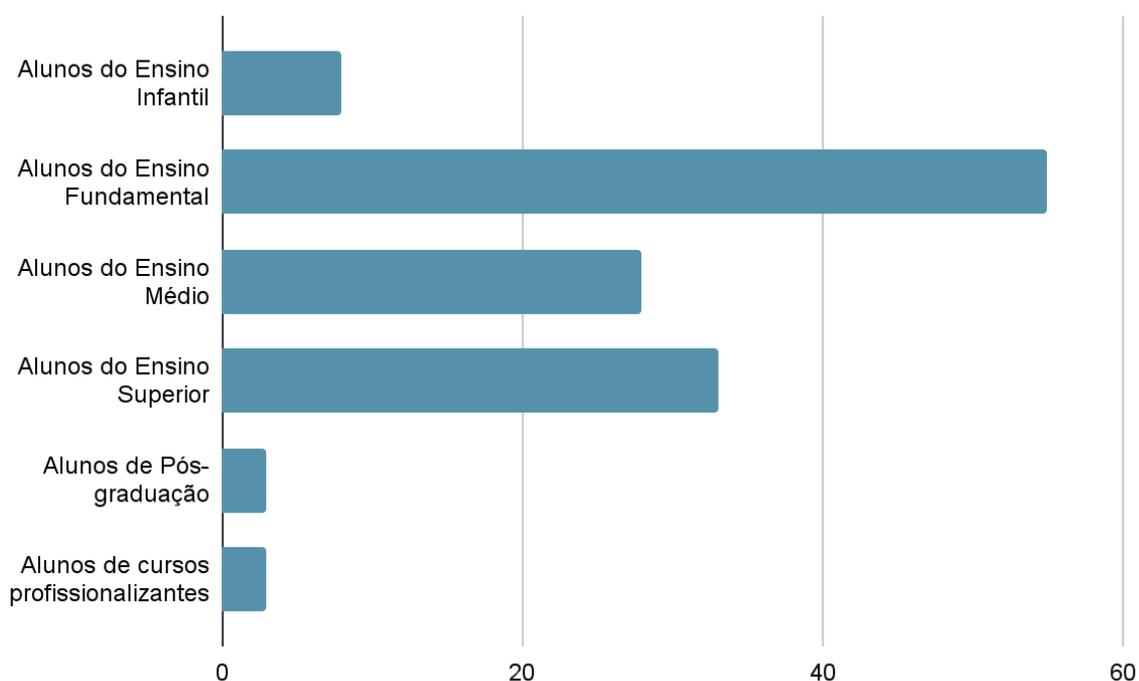
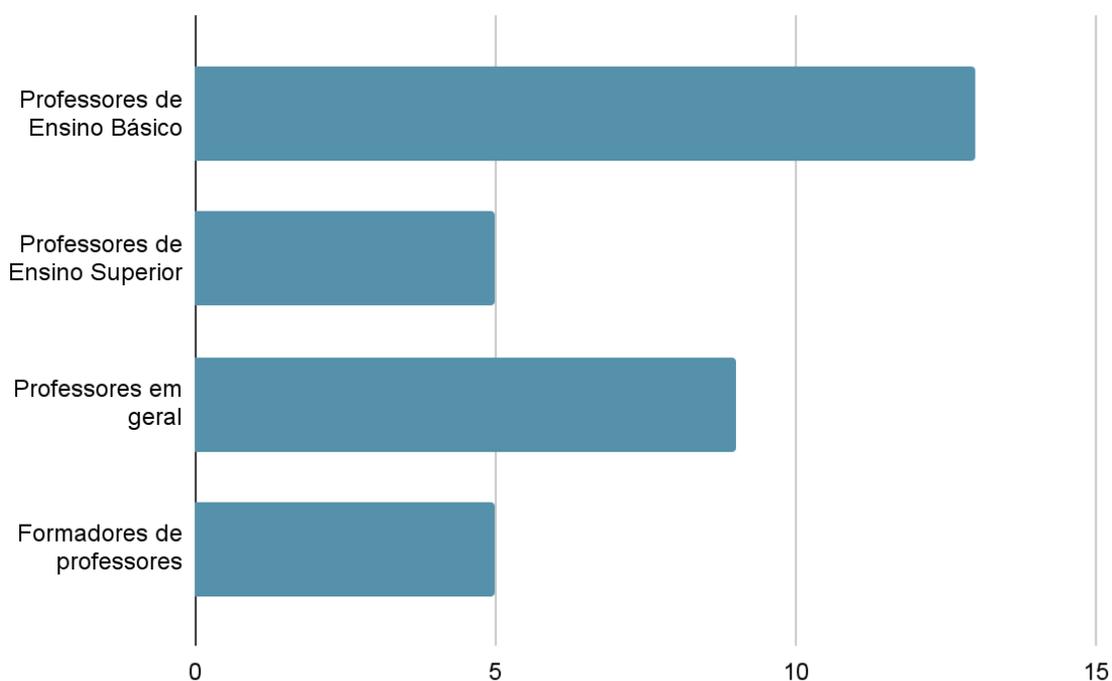
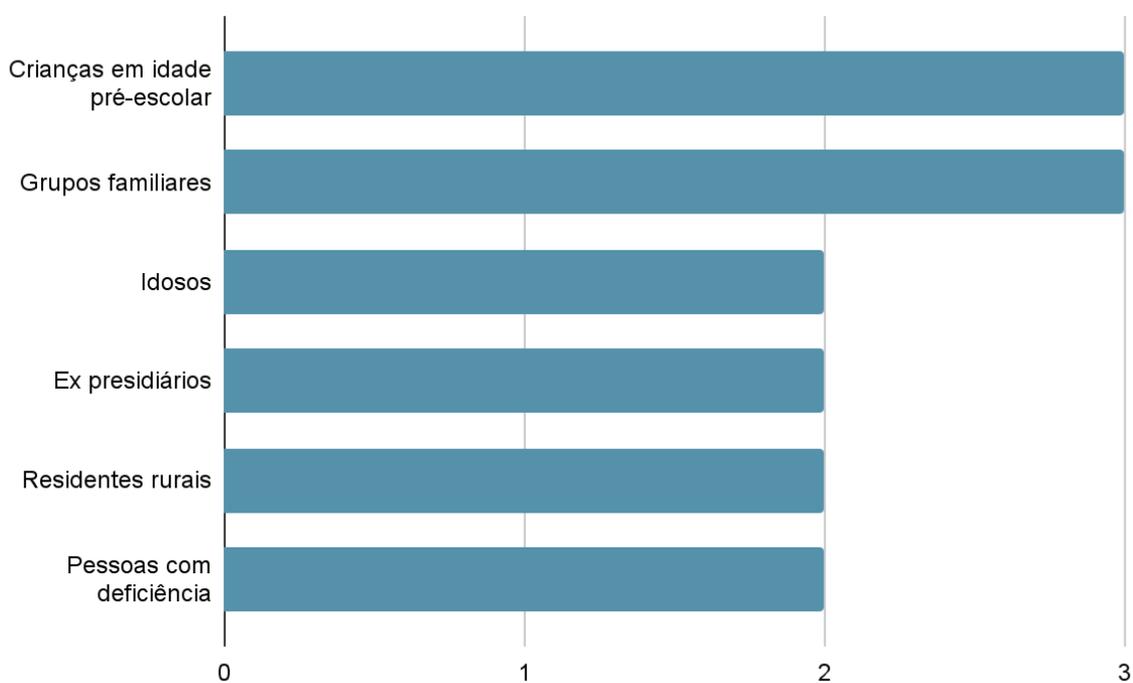


Gráfico 10- Distribuição de público alvo das pesquisas - Professores**Gráfico 11- Distribuição de público alvo das pesquisas - Comunidades**

Esses resultados têm implicações importantes para o planejamento e a implementação de políticas e práticas educacionais. A predominância de estudos focados no ensino superior,

fundamental e médio reflete a priorização de grupos etários que estão em fase crítica de formação acadêmica e profissional. No ensino superior, por exemplo, a ênfase pode estar relacionada à necessidade de preparar os estudantes para um mercado de trabalho cada vez mais dependente de habilidades digitais e de pensamento computacional. Já no ensino fundamental e médio, a atenção voltada para esses níveis sugere a importância de introduzir conceitos de tecnologia e IA desde cedo, garantindo que os alunos desenvolvam uma base sólida para enfrentar os desafios futuros.

A significativa presença de professores e educadores como público-alvo (32 ocorrências) ressalta a necessidade urgente de capacitação docente. Sem professores bem preparados, a integração de tecnologias como IA e pensamento computacional no currículo escolar pode ser comprometida. Isso indica que investimentos em formação continuada e desenvolvimento profissional são essenciais para garantir que os educadores estejam aptos a utilizar ferramentas tecnológicas e metodologias inovadoras em sala de aula.

Além disso, a inclusão de comunidades específicas, como crianças em idade pré-escolar e adultos mais velhos, aponta para uma preocupação crescente com a inclusão digital em diferentes fases da vida. A abordagem de crianças pequenas sugere um reconhecimento da importância de iniciar o desenvolvimento de habilidades digitais desde os primeiros anos, enquanto a atenção aos adultos mais velhos reflete a necessidade de reduzir a exclusão digital nessa faixa etária, promovendo a alfabetização digital e a participação ativa na sociedade tecnológica.

Esses resultados destacam a importância de uma abordagem abrangente e inclusiva na educação, que considere as necessidades de diferentes grupos etários e profissionais. Em síntese, os dados reforçam a necessidade de políticas e práticas que promovam a inclusão digital, a capacitação docente e o desenvolvimento de habilidades tecnológicas em todas as etapas da vida, garantindo que ninguém fique para trás na era digital.

Tabela 24- Distribuição de público alvo das pesquisas - Estudantes

Público alvo	Quant.	Ref.
Alunos do ensino infantil	8	[24, 71, 82, 83, 89, 124, 150, 176]
Alunos do ensino fundamental	55	[10, 12, 18, 21, 23, 29-32, 36-37, 39, 46, 48, 50, 57, 67, 68, 71-75, 78, 80-81, 83-85, 92, 94-97, 99, 105, 108-109, 112, 126, 131, 133, 135, 139, 140, 145, 147,

		150-151, 157, 160-161, 168, 180-181]
Alunos do ensino médio	28	[14, 23, 28, 30, 32, 41, 46, 48, 51, 54, 68, 71, 72, 74, 90, 97, 109-110, 131, 133, 135, 139, 146-147, 152, 156, 163, 179]
Alunos do ensino superior	33	[11, 15, 17, 19-20, 27-28, 31, 43, 49, 59-60, 64-66, 68-69, 93, 100, 110-114, 119, 134, 137, 149, 159, 169, 170-171, 177, 178]
Alunos de pós-graduação	3	[40, 63, 130]
Alunos de cursos profissionalizantes	3	[89, 141, 156]

Tabela 25- Distribuição de público alvo das pesquisas - Professores

Público alvo	Quant.	Ref.
Professores de ensino básico	13	[10, 16, 23, 26, 28, 32, 34, 46, 95, 97, 110, 145, 163]
Professores de ensino superior	5	[22, 101, 159, 166, 185]
Professores em geral	9	[27, 38, 42, 53, 123, 132, 177, 179, 184]
Formadores de professores	5	[31, 89, 90, 115, 160]

Tabela 26- Distribuição de público alvo das pesquisas - Comunidade

Público alvo	Quant.	Ref.
Crianças em idade pré-escolar	3	[24, 76, 176]
Grupos familiares	3	[58, 98, 144]
Idosos	2	[104, 148]
Ex presidiários	2	[103, 183]
Residentes rurais	2	[127, 129]
Pessoas com deficiência	2	[94, 118]

5.7. METODOLOGIAS DE PESQUISA E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO DE ENGAJAMENTO

A análise das metodologias de pesquisa utilizadas nos artigos selecionados revelou uma predominância de métodos mistos, que combinam abordagens qualitativas e quantitativas, com 38 ocorrências. Esses métodos foram valorizados por sua capacidade de fornecer uma compreensão abrangente dos fenômenos estudados, integrando dados numéricos com insights contextuais. Estudos experimentais, como aqueles que utilizam pré-teste e pós-teste ou grupos de controle, foram identificados em 31 ocorrências, destacando a importância de avaliar a eficácia das intervenções educacionais de forma rigorosa. Revisões sistemáticas e meta-análises, com 16 ocorrências, também foram amplamente utilizadas para sintetizar evidências existentes e identificar lacunas na literatura. Além disso, métodos qualitativos, como entrevistas semiestruturadas e estudos de caso, foram empregados em 39 ocorrências, permitindo uma exploração aprofundada das percepções e experiências dos participantes. Esses resultados ressaltam a diversidade de abordagens metodológicas no campo da educação tecnológica, cada uma contribuindo para uma compreensão mais completa dos desafios e oportunidades relacionados ao ensino de IA e técnicas lúdicas.

No que diz respeito às avaliações de engajamento, os métodos mais utilizados foram questionários e *surveys*, com 42 ocorrências. Essas ferramentas foram valorizadas por sua praticidade e capacidade de coletar dados quantitativos e qualitativos de forma padronizada. Testes de desempenho, como pré-teste e pós-teste, foram identificados em 14 ocorrências, sendo amplamente adotados para medir a eficácia das intervenções educacionais. Entrevistas e *feedback*, com 38 ocorrências, foram essenciais para capturar as percepções subjetivas dos participantes, enquanto a observação e análise de comportamento, com 11 ocorrências, permitiram avaliar o engajamento em tempo real e em contextos naturais. A análise estatística, como ANOVA e testes t, foi utilizada em 13 ocorrências para validar resultados e testar hipóteses, enquanto a avaliação de usabilidade e experiência do usuário, com 14 ocorrências, foi aplicada em contextos tecnológicos, como ferramentas de IA e realidade virtual. Esses métodos destacam a importância de uma abordagem multifacetada para avaliar o engajamento, combinando métricas quantitativas com insights qualitativos.

A integração das metodologias de pesquisa e das avaliações de engajamento revela uma tendência clara para a adoção de abordagens mistas e rigorosas, que combinam dados quantitativos e qualitativos para uma compreensão abrangente dos fenômenos estudados. A predominância de estudos experimentais e revisões sistemáticas reflete a necessidade de

evidências robustas para embasar práticas educacionais inovadoras. Ao mesmo tempo, a diversidade de métodos de avaliação de engajamento, desde questionários e testes de desempenho até observação e análise estatística, destaca a importância de considerar múltiplas perspectivas para medir a eficácia das intervenções. Esses resultados ressaltam a complexidade e a interdisciplinaridade do campo da educação tecnológica, que requer uma abordagem holística e adaptável para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades relacionadas ao ensino de IA e técnicas lúdicas.

Tabela 27- Artigos selecionados por metodologias de pesquisa usadas

Metodologias e técnicas	Quant.	Ref.
Métodos mistos, que combinam abordagens qualitativas e quantitativas	38	[12, 14, 16, 18, 19, 24-26, 28-29, 34, 36-37, 39-40, 47, 52, 73, 76, 78-79, 85, 90, 92, 114, 121-122, 124, 127, 130-131, 133, 140, 147, 154, 157, 164, 173]
Pré-teste e pós-teste ou grupos de controle	31	[11, 13, 18, 29, 31, 33, 39, 40, 48, 49, 50, 55, 62, 65, 70, 76, 79, 82, 84, 86, 87, 88, 105, 116, 126, 132, 149, 151, 157, 168, 169]
Revisões sistemáticas e meta-análises	16	[10, 25, 32, 43, 44, 48, 49, 68, 83, 91, 113, 150, 159, 163, 176, 180]
Entrevistas semiestruturadas e estudos de caso	39	[12, 15-16, 18, 19, 24, 26-27, 34, 39-40, 47, 53-54, 59-61, 67, 73-74, 85, 96, 98, 114, 127, 130, 143-144, 146, 148, 158, 160, 166, 168-169, 173, 177-178, 181]

Tabela 28- Artigos selecionados por técnicas de avaliação de engajamento usadas

Metodologias e técnicas	Quant.	Ref.
Questionários e <i>surveys</i>	42	[11, 16, 28, 29, 37, 44, 47, 48, 49, 50, 56, 60, 61, 64, 67, 71, 72, 76, 77, 89, 92, 97, 106, 107, 109, 112, 122, 126, 131, 133, 135, 140, 141, 143, 145, 160, 169, 171, 173, 177, 181, 184]
Pré-teste e pós-teste	14	[11, 13, 18, 29, 31, 39, 48, 62, 65, 76, 78, 82, 86-88, 108, 112,

		116, 132, 149, 151, 156-157, 168]
Entrevistas e <i>feedback</i>	38	[15, 17-19, 28, 30, 34, 37, 39, 41, 47, 52-54, 61, 73, 82, 94, 97-98, 113-114, 117, 121-122, 127-128, 130-131, 133, 137, 144-146, 150, 160, 166, 169]
Observação e análise de comportamento	11	[25, 54-55, 65, 95, 99, 106, 127-128, 168, 176]
ANOVA e testes t	13	[47, 50, 57, 70, 77, 84, 107-108, 116, 134, 160, 177]
Avaliação de usabilidade e experiência	14	[34, 40, 59, 61, 99, 104, 106, 142-143, 155, 166, 169, 175, 178]

6. DISCUSSÃO

A discussão dos resultados obtidos na revisão sistemática realizada será feita com foco em responder às quatro questões de pesquisa propostas. A análise dos 176 artigos selecionados permitiu identificar as principais barreiras tecnológicas, abordagens pedagógicas, avaliações de engajamento e tecnologias utilizadas no ensino de inteligência artificial (IA). A discussão está organizada em seções que correspondem a cada uma das questões de pesquisa, seguida de uma análise integrada que contextualiza os achados no cenário educacional atual. A partir dos dados obtidos, será possível refletir sobre como o ensino de IA pode ser aprimorado, abordando os desafios, as melhores práticas pedagógicas e as ferramentas mais eficientes no contexto educacional

6.1. BARREIRAS TECNOLÓGICAS NO APRENDIZADO DE IA

A revisão sistemática identificou uma série de barreiras tecnológicas que impactam o aprendizado de IA, especialmente em contextos onde o acesso a recursos digitais e a literacia tecnológica são limitados. Essas barreiras foram categorizadas em nove grupos principais, conforme detalhado na seção de resultados. A seguir, discutimos as mais relevantes:

- **Infraestrutura Tecnológica Precária:** A falta de infraestrutura adequada foi mencionada em vários estudos, especialmente em regiões com recursos limitados. A ausência de computadores, internet de alta velocidade e ferramentas educacionais robustas dificulta a implementação de práticas pedagógicas que dependem de tecnologia. Essa barreira é particularmente crítica no ensino de IA, que requer acesso a *hardware e software* específicos para a execução de algoritmos e modelos de aprendizado de máquina. A disponibilidade de tecnologia, como uma conexão de internet estável e outros recursos digitais, é uma premissa básica para abordagens suportadas por IA. A divisão digital pode levar à exclusão de estudantes de setores economicamente mais fracos [83].
- **Complexidade da Tecnologia:** A IA é uma área complexa que exige um entendimento profundo de conceitos matemáticos, estatísticos e computacionais. Muitos estudantes e educadores enfrentam dificuldades em compreender e aplicar esses conceitos, especialmente quando não há suporte adequado. A falta de treinamento formal em IA para professores foi citada como um obstáculo significativo, limitando a capacidade de integrar efetivamente a IA no currículo educacional. [52]

- **Acessibilidade e Usabilidade de Ferramentas de IA:** Embora ferramentas como *ChatGPT* e *Teachable Machine* tenham sido destacadas como promissoras, sua acessibilidade e usabilidade ainda são desafios. Muitas dessas ferramentas exigem um nível de conhecimento técnico que pode não estar disponível para todos os educadores e alunos. Além disso, a falta de documentação clara e suporte técnico pode dificultar a adoção dessas tecnologias em sala de aula.
- **Desafios Éticos e de Segurança:** O uso de IA na educação levanta questões éticas, como privacidade de dados, viés algorítmico e integridade acadêmica. Esses desafios foram mencionados em vários estudos, destacando a necessidade de políticas claras e diretrizes éticas para o uso responsável de IA no ambiente educacional.
- **Impacto da Pandemia:** A pandemia de COVID-19 exacerbou muitas dessas barreiras, especialmente em regiões onde o acesso à tecnologia já era limitado. O fechamento de escolas e a transição abrupta para o ensino remoto destacaram as desigualdades digitais e a necessidade de investimentos em infraestrutura e capacitação docente.

"A falta de recursos econômicos, a falta de apropriação de tecnologia, a limitada expertise tecnológica dos professores, a escassez de materiais amigáveis para instrução em grupo e a ausência de materiais acessíveis adaptados às variadas habilidades dos alunos desafiam a integração de tecnologia nas escolas públicas" [94].

Essas barreiras tecnológicas ressaltam a importância de políticas públicas e iniciativas que promovam a inclusão digital e a capacitação de educadores e alunos para o uso efetivo de IA na educação.

6.2. ABORDAGENS PEDAGÓGICAS NO ENSINO DE IA

A análise das abordagens pedagógicas utilizadas no ensino de Inteligência Artificial (IA) revelou uma ampla gama de estratégias, refletindo a diversidade de contextos e objetivos educacionais encontrados nas iniciativas pesquisadas. Essas estratégias foram agrupadas em categorias principais, e sua eficácia no engajamento e aprendizado dos alunos foi profundamente influenciada pela forma como foram implementadas e pelo perfil dos estudantes. A seguir, discutem-se as abordagens mais relevantes que surgiram na pesquisa, com base nos resultados encontrados.

- **Pensamento Computacional e Programação:**

Essa abordagem foca no desenvolvimento de habilidades cognitivas essenciais, como a decomposição de problemas, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, que são fundamentais para a aprendizagem de IA. Ferramentas como Scratch e atividades "*unplugged*" (sem o uso de tecnologia) se destacaram como recursos essenciais para introduzir conceitos de programação de maneira acessível, especialmente para públicos mais jovens ou iniciantes.

A adoção do pensamento computacional é, de fato, uma das maneiras mais eficazes de preparar os alunos para o aprendizado de IA, uma vez que esse conjunto de habilidades ajuda a organizar o pensamento de forma lógica e estruturada, facilitando a compreensão de conceitos complexos. Em particular, o *Scratch*, uma linguagem de programação visual, tem sido amplamente utilizada em ambientes educacionais para facilitar a construção de programas simples, como animações e jogos. Essa ferramenta permite que os alunos desenvolvam suas primeiras noções de lógica de programação e, simultaneamente, se familiarizem com a ideia de algoritmos – um conceito central em IA.

Outro aspecto importante do pensamento computacional é o uso de atividades "*unplugged*", que proporcionam aos alunos a oportunidade de aprender sobre lógica de programação e IA sem depender de dispositivos eletrônicos. Essas atividades são particularmente úteis para ensinar conceitos básicos de computação, como sequência de ações e estruturação de problemas, sem as distrações ou limitações de dispositivos digitais. Ao permitir que os alunos visualizem e experimentem conceitos de forma concreta, as atividades "*unplugged*" oferecem uma base sólida para o entendimento dos sistemas computacionais que alimentam a IA.

- **Aprendizado Baseado em Jogos e Gamificação:**

A utilização de jogos educativos, jogos sérios (*serious games*) e técnicas de gamificação tem se mostrado uma estratégia poderosa para engajar os alunos no aprendizado de IA. Tais abordagens tornam o processo de ensino mais dinâmico, interativo e, talvez mais importante, divertido, o que ajuda a reduzir as barreiras cognitivas associadas ao estudo de tópicos complexos.

A gamificação, que incorpora elementos de jogos (como recompensas, pontos e competições) em contextos não lúdicos, proporciona uma forma envolvente e motivadora de aprendizado. Ao transformar tarefas acadêmicas em "desafios" ou "missões", a gamificação favorece o engajamento dos alunos, incentivando-os a completar atividades e alcançar metas

progressivas. No contexto de IA, essa abordagem tem sido eficaz para ensinar conceitos como tomada de decisão autônoma, estratégias de aprendizado por reforço e construção de modelos preditivos.

Os jogos sérios e as *escape rooms* educacionais são exemplos específicos de como os conceitos de IA podem ser introduzidos de maneira lúdica e prática. Em jogos como esses, os alunos enfrentam desafios que exigem raciocínio lógico, resolução de problemas e tomada de decisões, habilidades que são fundamentais tanto para o aprendizado de IA quanto para o desenvolvimento de soluções práticas para problemas reais. As *escape rooms* educacionais, em particular, são inovadoras ao envolver os alunos em um ambiente de "resolução de mistérios", onde eles aplicam suas habilidades em IA para decifrar códigos e solucionar enigmas, tudo dentro de um contexto colaborativo e competitivo.

Essas abordagens não só aumentam a motivação dos alunos, mas também facilitam o entendimento de conceitos complexos por meio de simulações práticas, criando um ambiente onde o aprendizado de IA se torna uma experiência prática e interativa.

- **Inteligência Artificial e Ferramentas de IA Generativa:**

Ferramentas como *ChatGPT* e *Teachable Machine* foram amplamente utilizadas para personalizar o aprendizado e automatizar tarefas educacionais. Essas tecnologias permitem que os alunos explorem conceitos de IA de forma prática, criando modelos de aprendizado de máquina e interagindo com sistemas inteligentes.

O *ChatGPT*, por exemplo, pode ser utilizado como um assistente virtual para esclarecer dúvidas, fornecer explicações sobre conceitos complexos ou até auxiliar na criação de exemplos práticos de IA. Isso permite que os alunos se envolvam de maneira interativa com o conteúdo, promovendo um aprendizado mais dinâmico e menos dependente de fontes externas.

Por outro lado, o *Teachable Machine* da *Google* oferece uma plataforma simples e acessível para a criação de modelos de aprendizado de máquina. Com essa ferramenta, os alunos podem criar, treinar e testar seus próprios modelos de IA sem a necessidade de habilidades avançadas de programação. A ferramenta é uma excelente introdução ao mundo da IA, pois permite que os alunos explorem conceitos fundamentais, como treinamento de modelos, classificação de dados e avaliação de desempenho, de maneira prática e interativa.

Essas ferramentas de IA generativa são particularmente valiosas porque fornecem aos alunos uma maneira direta e acessível de criar e experimentar com IA, sem a necessidade de

um profundo conhecimento técnico prévio. Isso democratiza o acesso ao aprendizado de IA e proporciona uma compreensão mais prática da tecnologia.

- **Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA):**

A Realidade Virtual permite que os alunos se "transportem" para mundos digitais simulados, onde podem interagir com modelos de IA e realizar tarefas como programar robôs, criar algoritmos ou simular cenários de aprendizado. Isso não só facilita o entendimento de conceitos abstratos, como redes neurais ou sistemas autônomos, mas também torna o aprendizado mais intuitivo e envolvente. A RV proporciona uma maneira de visualizar o funcionamento interno de um modelo de IA, promovendo uma compreensão mais profunda de como os algoritmos e dados interagem para gerar resultados.

A Realidade Aumentada, por sua vez, sobrepõe elementos virtuais ao ambiente físico do aluno, criando uma interface interativa onde conceitos de IA podem ser visualizados de maneira mais contextualizada. Por exemplo, os alunos podem usar RA para visualizar redes neurais em 3D ou observar como um modelo de aprendizado de máquina toma decisões em tempo real. Essa abordagem facilita a compreensão de conceitos que, de outra forma, poderiam parecer abstratos e difíceis de visualizar.

Essas tecnologias são particularmente eficazes na educação de IA porque ajudam os alunos a experimentar e visualizar o funcionamento dos sistemas de IA de uma maneira que seria impossível em uma abordagem tradicional de ensino. A imersão proporcionada pela RV e RA cria uma experiência prática e vivencial, aumentando significativamente o engajamento e a retenção de informações.

- **Aprendizado Baseado em Projetos (PBL):**

No PBL, os alunos são desafiados a trabalhar em projetos reais ou simulações de cenários do mundo real, nos quais precisam aplicar os conceitos aprendidos para resolver problemas complexos.

Essa abordagem tem uma vantagem significativa, pois permite que os alunos adquiram experiência prática na aplicação de IA em contextos reais, como o desenvolvimento de modelos de aprendizado de máquina para análise de dados, ou a criação de sistemas inteligentes para a automação de tarefas. O PBL também promove a colaboração, a criatividade e o pensamento crítico, competências essenciais para o trabalho em equipe e para o desenvolvimento de soluções inovadoras com IA.

Em um contexto educacional, o PBL é valioso porque conecta a teoria à prática, permitindo que os alunos vejam os resultados concretos do que estão aprendendo e se sintam mais motivados a continuar desenvolvendo suas habilidades em IA.

- **Metodologias Ativas:**

Por fim, metodologias ativas como a aula invertida e o *Design Thinking* foram amplamente adotadas para promover um aprendizado mais engajado e centrado no aluno. A aula invertida permite que os alunos se preparem para os temas antes da aula, por meio de vídeos, leituras ou podcasts, enquanto o tempo de aula é dedicado a atividades práticas, discussões e aplicação de conceitos.

O *Design Thinking*, por sua vez, foi utilizado para incentivar os alunos a adotar uma abordagem de resolução de problemas centrada no usuário. Ao aplicar o *Design Thinking*, os alunos têm a oportunidade de trabalhar em projetos de IA com um foco claro nas necessidades e desafios do mundo real, o que facilita a compreensão de como a IA pode ser aplicada de forma eficaz.

Essas metodologias são eficazes porque promovem a autonomia, a colaboração e o pensamento criativo dos alunos, elementos fundamentais para o aprendizado de IA. Ao focar na participação ativa dos alunos no processo de aprendizado, essas abordagens facilitam a internalização dos conceitos de IA e desenvolvem habilidades essenciais para a aplicação da tecnologia.

Essas abordagens pedagógicas destacam a importância de estratégias diversificadas e centradas no aluno para o ensino de IA. A combinação de técnicas tradicionais e inovadoras pode promover um aprendizado mais eficaz e engajador.

6.3. AVALIAÇÃO DE ENGAJAMENTO NO APRENDIZADO DE IA

A revisão sistemática identificou uma variedade de métodos utilizados para avaliar o engajamento no aprendizado de IA. Os mais relevantes são discutidos a seguir:

- **Questionários e Surveys:** Essas ferramentas foram as mais utilizadas, com 55 ocorrências. Elas permitem coletar dados quantitativos e qualitativos de forma padronizada, fornecendo insights sobre a percepção dos alunos em relação às atividades de aprendizado.
- **Testes de Desempenho:** Pré-testes e pós-testes foram utilizados em 41 ocorrências para medir a eficácia das intervenções educacionais. Esses métodos são eficazes para avaliar o progresso dos alunos e identificar áreas que necessitam de reforço.

- **Entrevistas e Feedback:** Entrevistas semiestruturadas e *feedback* dos alunos foram utilizados em 38 ocorrências para capturar percepções subjetivas e experiências pessoais. Esses métodos são valiosos para entender como os alunos interagem com as tecnologias e abordagens pedagógicas.
- **Observação e Análise de Comportamento:** A observação direta do comportamento dos alunos foi utilizada em 22 ocorrências para avaliar o engajamento em tempo real. Essa abordagem é particularmente útil em contextos onde o aprendizado ocorre em ambientes colaborativos ou imersivos.
- **Análise Estatística:** Métodos estatísticos, como ANOVA e testes t, foram utilizados em 29 ocorrências para validar resultados e testar hipóteses. Essas análises são essenciais para garantir a robustez dos dados e a confiabilidade das conclusões.
- **Avaliação de Usabilidade e Experiência do Usuário:** Em contextos tecnológicos, como o uso de ferramentas de IA e realidade virtual, a avaliação de usabilidade foi utilizada em 14 ocorrências. Esses métodos ajudam a identificar problemas de design e melhorar a experiência do usuário.

Essas avaliações de engajamento destacam a importância de uma abordagem multifacetada para medir a eficácia das intervenções educacionais. A combinação de métodos quantitativos e qualitativos permite uma compreensão mais completa do engajamento dos alunos e dos fatores que influenciam seu aprendizado.

6.4. TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO ENSINO DE IA

A análise das tecnologias utilizadas no ensino de IA revelou uma variedade de ferramentas e plataformas, que foram categorizadas em dez grupos principais. As mais relevantes são discutidas a seguir:

- **Ferramentas de Programação Visual:** *Scratch* e *Blockly* foram amplamente utilizados para introduzir conceitos de programação de forma visual e interativa. Essas ferramentas são acessíveis e adequadas para alunos de diferentes níveis de habilidade.
- **Ferramentas de IA Generativa:** *ChatGPT* e *Teachable Machine* foram destacados como tecnologias promissoras para o ensino de IA. Essas ferramentas permitem que os alunos explorem conceitos de IA de forma prática, criando modelos de aprendizado de máquina e interagindo com sistemas inteligentes.
- **Plataformas de Aprendizado Online:** *Moodle* e Edmodo foram utilizados para gerenciar e entregar conteúdo educacional de forma organizada. Essas plataformas são eficazes para apoiar o aprendizado remoto e híbrido.

- **Robótica Educacional:** Robôs como *Thymio* e *Nemobot* foram utilizados para integrar conceitos de programação e engenharia. Essas tecnologias promovem o aprendizado prático e colaborativo, preparando os alunos para desafios reais.
- **Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA):** A RV e a RA foram utilizadas para criar ambientes imersivos que facilitam a compreensão de conceitos complexos de IA. Essas tecnologias são particularmente úteis para simular cenários de aprendizado e promover o engajamento dos alunos.
- **Ferramentas de Análise de Dados:** SPSS e *Winstep* foram utilizados para análise estatística e pesquisa educacional. Essas ferramentas são essenciais para validar resultados e testar hipóteses.

Essas tecnologias destacam a importância de ferramentas acessíveis e versáteis para o ensino de IA. A combinação de tecnologias tradicionais e inovadoras pode promover um aprendizado mais eficaz e engajador.

7. CONCLUSÃO

A presente monografia teve como objetivo principal investigar as barreiras tecnológicas, abordagens pedagógicas, avaliações de engajamento e tecnologias utilizadas no ensino de IA, com base em uma revisão sistemática de 176 artigos científicos. A análise dos resultados permitiu identificar tendências, lacunas e oportunidades no campo da educação em IA, oferecendo insights valiosos para educadores, pesquisadores e formuladores de políticas públicas.

A infraestrutura tecnológica precária, a complexidade da tecnologia, a acessibilidade e usabilidade de ferramentas de IA, os desafios éticos e de segurança, e o impacto da pandemia foram identificados como os principais obstáculos para o ensino de IA. Essas barreiras ressaltam a necessidade de investimentos em infraestrutura, capacitação docente e políticas públicas que promovam a inclusão digital.

O pensamento computacional e a programação, o aprendizado baseado em jogos e gamificação, o uso de ferramentas de IA generativa, a realidade virtual e aumentada, o aprendizado baseado em projetos e as metodologias ativas foram as abordagens mais utilizadas e eficazes para o ensino de IA. Essas estratégias destacam a importância de métodos diversificados e centrados no aluno para promover o engajamento e a motivação.

Questionários e *surveys*, testes de desempenho, entrevistas e *feedback*, observação e análise de comportamento, análise estatística e avaliação de usabilidade foram os métodos mais utilizados para avaliar o engajamento no aprendizado de IA. A combinação de métodos quantitativos e qualitativos mostrou-se essencial para uma compreensão abrangente do engajamento dos alunos.

Ferramentas de programação visual, ferramentas de IA generativa, plataformas de aprendizado online, robótica educacional, realidade virtual e aumentada, e ferramentas de análise de dados foram as tecnologias mais destacadas no ensino de IA. Essas ferramentas são fundamentais para tornar o aprendizado de IA mais acessível, prático e engajador.

Os resultados desta revisão sistemática têm implicações significativas para a prática educacional. Em primeiro lugar, é essencial que instituições educacionais e governos invistam em infraestrutura tecnológica e capacitação docente para superar as barreiras identificadas. Em segundo lugar, educadores devem adotar abordagens pedagógicas diversificadas e centradas no aluno, combinando técnicas tradicionais e inovadoras para promover o engajamento e a motivação. Por fim, é crucial que as avaliações de engajamento sejam

multifacetadas, combinando métodos quantitativos e qualitativos para garantir uma compreensão abrangente do aprendizado dos alunos.

Para futuras pesquisas, sugere-se a realização de estudos longitudinais que avaliem o impacto de longo prazo das abordagens pedagógicas e tecnologias identificadas. Além disso, é importante investigar como as barreiras tecnológicas e pedagógicas podem ser superadas em contextos com recursos limitados. Por fim, estudos comparativos que avaliem a eficácia de diferentes abordagens e tecnologias no ensino de IA podem fornecer insights valiosos para a prática educacional.

A integração de tecnologia, abordagens pedagógicas inovadoras e avaliações rigorosas é essencial para promover um aprendizado eficaz e engajador em IA. Esta monografia contribui para o campo da educação tecnológica ao identificar tendências, lacunas e oportunidades no ensino de IA, oferecendo recomendações práticas para educadores, pesquisadores e formuladores de políticas públicas. Espera-se que os resultados desta revisão sistemática inspirem novas pesquisas e práticas educacionais que preparem os alunos para os desafios e oportunidades do século.

8. REFERÊNCIAS

- [1] Chui, M., Hazan, E., Roberts, R., Singla, A., Smaje, K., Sukharevsky, A., & Yee, L. **The economic potential of generative AI: The next productivity frontier**, McKinsey & Company, 2023
- [2] GARTNER. **Gartner Survey Reveals 37% of Organizations Have Implemented AI in Some Form**. 2022.
- [3] PSCHIEDT, Allan Carlos. **Inteligência Artificial na Sala de Aula: Como a tecnologia está revolucionando a educação**. São Paulo: Editora Matrix, 2024.
- [4] VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. Martins Fontes, 1998.
- [5] UNESCO. **Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action**. 2020.
- [6] HAIGH, Thomas. **Artificial Intelligence Then and Now**. Communications of the ACM, v. 68, n. 1, p. 4-7, 2025.
- [7] KASINIDOU, Maria; KLEANTHOS, Styliani; OTTERBACHER, Jahna. **“Artificial intelligence is a very broad term”: how educators perceive artificial intelligence?** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY FOR SOCIAL GOOD, 2024, Bremen. *Proceedings...* New York: ACM, 2024. p. 1-9.
- [8] CAVALCANTE, Livia Teixeira Canuto; OLIVEIRA, Adélia Augusta Souto de. **Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos**. *Psicol. rev.* (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 26, n. 1, p. 83-102, abr. 2020.
- [9] ROCHA, Fábio Gomes et al. **Um modelo de mapeamento sistemático para a Educação**. *Cadernos da FUCAMP*, v. 17, n. 29, 2018.
- [10] Stefania Druga, Nancy Otero, and Amy J. Ko. 2022. **The Landscape of Teaching Resources for AI Education**. In Proceedings of the 27th ACM Conference on on Innovation and Technology in Computer Science Education Vol. 1 (ITiCSE '22). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 96–102. <https://doi.org/10.1145/3502718.3524782>
- [11] Wang HH, Wang CA. **Teaching design students machine learning to enhance motivation for learning computational thinking skills**. *Acta Psychol (Amst)*. 2024 Nov;251:104619. doi: 10.1016/j.actpsy.2024.104619. Epub 2024 Dec 2. PMID: 39626463.
- [12] Kopcha, T. J., & Ocak, C. (2023). **Children's computational thinking as the development of a possibility space**. *Computers & Education Open*, 5, Article 100156. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2023.100156>
- [13] Yılmaz, R., & Yılmaz, F.G. . **The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills**, programming self-efficacy and motivation. *Comput. Educ. Artif. Intell.*, 4, 2023, 100147.

- [14] WU, Di et al. Analyzing K-12 AI education: **A large language model study of classroom instruction on learning theories**, pedagogy, tools, and AI literacy. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 7, p. 100295, 2024.
- [15] TZIRIDES, Anastasia Olga Olnancy et al. **Combining human and artificial intelligence for enhanced AI literacy in higher education**. *Computers and Education Open*, v. 6, p. 100184, 2024.
- [16] PARVIZ, Muhammed. AI in education: **Comparative perspectives from STEM and Non-STEM instructors**. *Computers and Education Open*, v. 6, p. 100190, 2024.
- [17] CHIU, Thomas KF. **Future research recommendations for transforming higher education with generative AI**. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 6, p. 100197, 2024.
- [18] KIM, Keunjae; KWON, Kyungbin. **Tangible computing tools in AI education: Approach to improve elementary students' knowledge**, perception, and behavioral intention towards AI. *Education and Information Technologies*, p. 1-32, 2024.
- [19] GUILLÉN-YPARREA, Nicia; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, Felipe. Unveiling generative AI in higher education: Insights from engineering students and professors. In: **2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. IEEE, 2024. p. 1-5.
- [20] XU, Xiaofei. The Sustainable Competency Oriented Computing Education for IT-Shape Elites and New Forms of Digital Education in the Future. In: **2024 36th International Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)**. IEEE, 2024. p. 1-2.
- [21] HE, Zhewei; NIU, Xiaohong. Applying Artificial Intelligence to Primary and Secondary School Physical Education. In: **2021 2nd International Conference on Information Science and Education (ICISE-IE)**. IEEE, 2021. p. 1577-1581.
- [22] LIU, Yunkai. Leveraging the Power of AI in Undergraduate Computer Science Education: Opportunities and Challenges. In: **2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2023. p. 1-5.
- [23] MA, Ming; ALI, Muhammad; WONG, Gary KW. Empowering K-12 STEM Teachers to Be AI-ready: The Insights from a Bibliometrics Study. In: **2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)**. IEEE, 2024. p. 1-5.
- [24] SU, Jiahong. Kindergarten parents' perceptions of the use of AI technologies and AI literacy education: Positive views but practical concerns. **Education and Information Technologies**, v. 30, n. 1, p. 279-295, 2025.
- [25] CASEBOURNE, Imogen et al. Using AI to Support Education for Collective Intelligence. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, p. 1-33, 2024.
- [26] BOHARA, Dipak Kumar; RANA, Karna. Unmasking teachers' proficiency in harnessing Artificial Intelligence (AI) for transformative education. **SN Social Sciences**, v. 4, n. 11, p. 203, 2024.

- [27] ZHANG, Yin et al. Digital Transition Framework for Higher Education in AI-Assisted Engineering Teaching. **Science & Education**, p. 1-22, 2024.
- [28] BELLAS, Francisco et al. Education in the AI era: a long-term classroom technology based on intelligent robotics. **Humanities and Social Sciences Communications**, v. 11, n. 1, p. 1-20, 2024.
- [29] MORENO-LEÓN, Jesus et al. Investigating the Impact of Programming Activities on Computational Thinking and AI Literacy in Spanish Schools. In: **Proceedings of the 19th WiPSCE Conference on Primary and Secondary Computing Education Research**. 2024. p. 1-10.
- [30] WANG, Yuchen et al. Nemobot: Crafting Strategic Gaming LLM Agents for K-12 AI Education. In: **Proceedings of the Eleventh ACM Conference on Learning@ Scale**. 2024. p. 393-397.
- [31] OTTENBREIT-LEFTWICH, Anne et al. Is Elementary AI Education Possible?. In: **Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2**. 2022. p. 1364-1364.
- [32] DRUGA, Stefania; OTERO, Nancy; KO, Amy J. The landscape of teaching resources for ai education. In: **Proceedings of the 27th ACM Conference on on Innovation and Technology in Computer Science Education Vol. 1**. 2022. p. 96-102.
- [33] BARBER, Gillian L. et al. Towards an educational framework for integrating AI education into second-level education in Ireland: Preliminary insights from a national workshop series on AI ethics and privacy (Work in Progress). In: **Proceedings of the 2024 Conference on Human Centred Artificial Intelligence-Education and Practice**. 2024. p. 29-33.
- [34] LEE, Irene et al. AI book club: An innovative professional development model for AI education. In: **Proceedings of the 53rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education-Volume 1**. 2022. p. 202-208.
- [35] GELETA, Margarita et al. Design Factors of Maestro: A Serious Game for Robust AI Education. In: **Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 2**. 2022. p. 1318-1318.
- [36] KAHILA, Juho et al. Enhancing Understanding of Data Traces and Profiling Among K--9 Students Through an Interactive Classroom Game. In: **Proceedings of the 19th WiPSCE Conference on Primary and Secondary Computing Education Research**. 2024. p. 1-9.
- [37] SIMBECK, Katharina; KALFF, Yannick. Understanding how Computers Learn: AI Literacy for Elementary School Learners. In: **Proceedings of Mensch und Computer 2024**. 2024. p. 375-380.

- [38] DIPAOLA, Daniella et al. Make-a-Thon for Middle School AI Educators. In: **Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1**. 2023. p. 305-311.
- [39] YIM, Iris Heung Yue. Artificial intelligence literacy in primary education: An arts-based approach to overcoming age and gender barriers. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, v. 7, p. 100321, 2024.
- [40] TZIRIDES, Anastasia Olga Olnancy et al. Combining human and artificial intelligence for enhanced AI literacy in higher education. **Computers and Education Open**, v. 6, p. 100184, 2024.
- [41] BARBER, Gillian L. et al. Towards an educational framework for integrating AI education into second-level education in Ireland: Preliminary insights from a national workshop series on AI ethics and privacy (Work in Progress). In: **Proceedings of the 2024 Conference on Human Centred Artificial Intelligence-Education and Practice**. 2024. p. 29-33.
- [42] BITTENCOURT, Ig Ibert et al. Positive artificial intelligence in education (P-AIED): A roadmap. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 34, n. 3, p. 732-792, 2024.
- [43] BALI, Bulus et al. Analysis of emerging trends in artificial intelligence for education in Nigeria. **Discover Artificial Intelligence**, v. 4, n. 1, p. 110, 2024.
- [44] LIN, Xiao-Fan et al. Modeling the structural relationships among Chinese secondary school students' computational thinking efficacy in learning AI, AI literacy, and approaches to learning AI. **Education and Information Technologies**, v. 29, n. 5, p. 6189-6215, 2024.
- [45] HSU, Ting-Chia; CHEN, Mu-Sheng. Effects of students using different learning approaches for learning computational thinking and AI applications. **Education and Information Technologies**, p. 1-23, 2024.
- [46] DU, Hua et al. Exploring the effects of AI literacy in teacher learning: an empirical study. **Humanities and Social Sciences Communications**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2024.
- [47] LIU, Liu. Impact of AI gamification on EFL learning outcomes and nonlinear dynamic motivation: Comparing adaptive learning paths, conversational agents, and storytelling. **Education and Information Technologies**, p. 1-40, 2024.
- [48] YIM, Iris Heung Yue; SU, Jiahong. Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review. **Journal of Computers in Education**, p. 1-39, 2024.
- [49] MEMARIAN, Bahar; DOLECK, Tenzin. Teaching and learning artificial intelligence: Insights from the literature. **Education and Information Technologies**, p. 1-24, 2024.
- [50] CHEN, Shumin et al. Effects of digital game-based learning on students' digital commerce literacy and learning engagement. In: **2024 International Symposium on Educational Technology (ISET)**. IEEE, 2024. p. 463-467.

- [51] GROVER, Shuchi; BROLL, Brian; BABB, Derek. Cybersecurity education in the age of ai: Integrating ai learning into cybersecurity high school curricula. In: **Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1**. 2023. p. 980-986.
- [52] BHAT, Maalvika; LONG, Duri. Designing Interactive Explainable AI Tools for Algorithmic Literacy and Transparency. In: **Proceedings of the 2024 ACM Designing Interactive Systems Conference**. 2024. p. 939-957.
- [53] LEE, Irene et al. AI book club: An innovative professional development model for AI education. In: **Proceedings of the 53rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education-Volume 1**. 2022. p. 202-208.
- [54] SANUSI, Ismaila Temitayo et al. AI MyData: Fostering Middle School Students' Engagement with Machine Learning through an Ethics-Infused AI Curriculum. **ACM Transactions on Computing Education**, v. 24, n. 4, p. 1-37, 2024.
- [55] LEONG, Joanne et al. Putting Things into Context: Generative AI-Enabled Context Personalization for Vocabulary Learning Improves Learning Motivation. In: **Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. 2024. p. 1-15.
- [56] SIMBECK, Katharina; KALFF, Yannick. Understanding how Computers Learn: AI Literacy for Elementary School Learners. In: **Proceedings of Mensch und Computer 2024**. 2024. p. 375-380.
- [57] THOMAS, Danielle R. et al. Improving student learning with hybrid human-AI tutoring: A three-study quasi-experimental investigation. In: **Proceedings of the 14th Learning Analytics and Knowledge Conference**. 2024. p. 404-415.
- [58] LONG, Duri; TEACHEY, Anthony; MAGERKO, Brian. Family learning talk in AI literacy learning activities. In: **Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. 2022. p. 1-20.
- [59] RUFAL, Ashiru Ahmad; KHAN, Md Shahadat Hossain; HASAN, Mahbub. An exploration of pedagogical approaches in teaching artificial intelligence courses: Experience from undergraduates students of Bangladesh. **Social Sciences & Humanities Open**, v. 10, p. 101075, 2024.
- [60] BRESSANE, Adriano et al. Understanding the role of study strategies and learning disabilities on student academic performance to enhance educational approaches: A proposal using artificial intelligence. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, v. 6, p. 100196, 2024.
- [61] GAO, Fengsen; FANG, Ke; CHAN, Wai Kin. Humanizing Artifacts: An Educational Game For Cultural Heritage Artifacts and History Using Generative AI. In: **Companion Proceedings of the 2024 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play**. 2024. p. 91-96.
- [62] HUANG, Duen-Huang. Innovative interactive instruction to enhance learning behaviors. **Journal of Innovation & Knowledge**, v. 10, n. 1, p. 100641, 2025.

- [63] SOTO, David et al. Enhancing Learning Dynamics: Integrating Interactive Learning Environments and ChatGPT for Computer Networking Lessons. **Procedia Computer Science**, v. 246, p. 3595-3604, 2024.
- [64] KRUSCHE, Stephan et al. An interactive learning method to engage students in modeling. In: **Proceedings of the ACM/IEEE 42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training**. 2020. p. 12-22.
- [65] HAYASHI, Yugo; SHIMOJO, Shigen; KAWAMURA, Tatsuyuki. Scripted interventions versus reciprocal teaching in collaborative learning: A comparison of pedagogical and teachable agents using a cognitive architecture. **Learning and Instruction**, v. 96, p. 102057, 2025.
- [66] JAFARIAN, Nanda R.; KRAMER, Anne-Wil. AI-assisted audio-learning improves academic achievement through motivation and reading engagement. **Computers and Education: Artificial Intelligence**, v. 8, p. 100357, 2025.
- [67] SANUSI, Ismaila Temitayo et al. AI MyData: Fostering Middle School Students' Engagement with Machine Learning through an Ethics-Infused AI Curriculum. **ACM Transactions on Computing Education**, v. 24, n. 4, p. 1-37, 2024.
- [68] LU, Yingxiang; LAN, Jiaming; LI, Kangkang. Enhancing AI Education Through Educational Games: Evidence From a Meta-Analysis Study. In: **2024 13th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)**. IEEE, 2024. p. 72-77.
- [69] GALLINI, Nadezhda I. et al. Gamification Components of a Software Solution Using a Neural Network in the Design of Unified Information and Analytical Space of a University. In: **2021 International Conference on Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies (IT&QM&IS)**. IEEE, 2021. p. 629-633.
- [70] KUČAK, Danijel; BELE, Daniel; PAŠIĆ, Đani. Climbing up the leaderboard: an empirical study of improving student outcome by applying Gamification principles to an object-oriented programming course on a university level. In: **2021 44th International Convention on Information, Communication and Electronic Technology (MIPRO)**. IEEE, 2021. p. 527-531.
- [71] PASTERK, Stefan; BENKE, Gertraud. Computational Thinking for Self-Regulated Learning. In: **Proceedings of the 2024 on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1**. 2024. p. 640-645.
- [72] TRILLES, Sergio et al. Sucre4Stem: A K-12 Educational Tool for Integrating Computational Thinking and Programming Across Multidisciplinary Disciplines. **IEEE Transactions on Education**, 2024.
- [73] CANTLON, Jessica F.; BECKER, Katherine T.; DELONG, Caroline M. Computational Thinking During a Short, Authentic, Interdisciplinary STEM Experience for Elementary Students. **Journal for STEM Education Research**, p. 1-19, 2024.

- [74] YENI, Sabiha et al. Computational thinking integrated in school subjects—A cross-case analysis of students' experiences. **International Journal of Child-Computer Interaction**, v. 42, p. 100696, 2024.
- [75] FALLOON, Garry. Advancing young students' computational thinking: An investigation of structured curriculum in early years primary schooling. **Computers & Education**, v. 216, p. 105045, 2024.
- [76] LOUKA, Konstantina; PAPADAKIS, Stamatios. Enhancing computational thinking in early childhood education through ScratchJr integration. **Heliyon**, v. 10, n. 10, 2024.
- [77] AGBO, Friday Joseph et al. How can unplugged approach facilitate novice students' understanding of computational thinking? An exploratory study from a Nigerian university. **Thinking Skills and Creativity**, v. 51, p. 101458, 2024.
- [78] ZAPATA-CÁCERES, María et al. A Bebras Computational Thinking (ABC-Thinking) program for primary school: Evaluation using the competent computational thinking test. **Education And Information Technologies**, p. 1-30, 2024.
- [79] AYTEKİN, Aydan; TOPÇU, Mustafa Sami. Improving 6th Grade Students' Creative Problem Solving Skills Through Plugged and Unplugged Computational Thinking Approaches. **Journal of Science Education and Technology**, p. 1-25, 2024.
- [80] CASTRO, Carolina Robledo; RODRÍGUEZ, Luz Helena Rodríguez; OSSA, Luis Fernando Castillo. Effect of COGNI-MACHINE computational thinking training on executive functions in children aged 9 to 11: Protocol of a cluster randomized controlled trial. **MethodsX**, v. 11, p. 102329, 2023.
- [81] VOURLETSIS, Ioannis; POLITIS, Panagiotis. Exploring the effect of remixing stories and games on the development of students' computational thinking. **Computers and Education Open**, v. 3, p. 100069, 2022.
- [82] CHEVALIER, Morgane et al. The role of feedback and guidance as intervention methods to foster computational thinking in educational robotics learning activities for primary school. **Computers & Education**, v. 180, p. 104431, 2022.
- [83] ZHANG, Yanjun et al. The effects of unplugged programming activities on K-9 students' computational thinking: meta-analysis. **Educational technology research and development**, p. 1-26, 2024.
- [84] S. Saenboonsong and A. Poonsawad, "Promoting Computational Thinking Skills Through Game-Based Learning of Students in Lower Secondary School," **2024 9th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)**, Cha-am, Hua Hin, Thailand, 2024
- [85] LESMONO, Albertus Djoko et al. Bringing computational thinking skills into physics classroom through project-based learning. In: **2022 8th International Conference on Education and Technology (ICET)**. IEEE, 2022. p. 76-80.

- [86] DEHBOZORGI, Nasrin; ROOPAEI, Mehdi. Improving Computational Thinking Competencies in STEM Higher Education. In: **2024 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)**. IEEE, 2024. p. 01-04.
- [87] HU, Chih-Chien et al. The effects of constructing robot-based storytelling system on college students' computational thinking skill and technology comprehension. In: **2022 24th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)**. IEEE, 2022. p. 496-500.
- [88] XUE, Tianyu; HE, Shiyan; GUO, Weitong. Design and implementation of a graphical programming class for computational thinking in elementary schools. In: **2024 International Symposium on Educational Technology (ISET)**. IEEE, 2024. p. 376-380.
- [89] SUN, Yingchun. Virtual Reality Environment Construction and Teaching Simulation of Vocational Preschool Education Professional Practice Center Based on Cloud Computing Technology. In: **2024 Third International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics (ICDCECE)**. IEEE, 2024. p. 1-6.
- [90] LACHNEY, Michael et al. Sparring with technology: collaborating with coaches, mentors, and academic staff to develop culturally responsive computing education for a youth boxing program. **Educational technology research and development**, p. 1-33, 2024.
- [91] AHMED, Zishan et al. The Generative AI Landscape in Education: Mapping the Terrain of Opportunities, Challenges and Student Perception. **IEEE Access**, 2024.
- [92] YU, Wonjin; HUANG, Wanju. Design and Development of an AI Education Program for Young Learners: A Case Study. **TechTrends**, v. 68, n. 6, p. 1183-1194, 2024.
- [93] BENKARROUM, Younes; AZHAR, Mohammad Q. Infusing Computational Thinking into a Computer Science Gateway Course. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, v. 39, n. 8, p. 143-157, 2024.
- [94] PIRES, Ana Cristina et al. Inclusive Computational Thinking in Public Schools: A Case Study from Lisbon. **Interactions**, v. 31, n. 4, p. 32-37, 2024.
- [95] OTTENBREIT-LEFTWICH, Anne; YADAV, Aman. Computational thinking in PreK-5: Empirical evidence for integration and future directions. **ACM**, New York, NY, USA, 2022.
- [96] GRIZIOTI, Marianthi; KYNIGOS, Chronis; NIKOLAOU, Maria-Stella. Enhancing Computational Thinking with 3D printing: Imagining, designing, and printing 3D objects to solve real-world problems. In: **Proceedings of the 23rd Annual ACM Interaction Design and Children Conference**. 2024. p. 133-141.
- [97] LEHTIMÄKI, Taina et al. A Computational Thinking Obstacle Course based on Bebras tasks for K-12 schools. In: **Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1**. 2023. p. 478-484.
- [98] LONG, Duri; TEACHEY, Anthony; MAGERKO, Brian. Family learning talk in AI literacy learning activities. In: **Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems**. 2022. p. 1-20.

- [99] IRGENS, Golnaz Arastoopour et al. User experience testing and co-designing a digital game for broadening participation in computing with and for elementary school children. **International Journal of Child-Computer Interaction**, v. 42, p. 100699, 2024.
- [100] DZIALLAS, Sebastian. Using Participatory Narrative Inquiry to Explore Cooperative Education in Computing Education. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, v. 39, n. 10, p. 9-15, 2024.
- [101] HÖPER, Lukas; SCHULTE, Carsten. New Perspectives on the Future of Computing Education: Teaching and Learning Explanatory Models. In: **Proceedings of the 24th Koli Calling International Conference on Computing Education Research**. 2024. p. 1-8.
- [102] LIU, Yang et al. Using Accessibility Awareness Interventions to Improve Computing Education. In: **Proceedings of the 46th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training**. 2024. p. 66-71.
- [103] GAUTAM, Aakash; GANDHI, Khushboo; SENDEJO, Jessica. Enhancing Reentry Support Programs Through Digital Literacy Integration. In: **Proceedings of the 2024 ACM Designing Interactive Systems Conference**. 2024. p. 2882-2896.
- [104] BRÅTHEN, Heidi. Might Older Adult Participants Have the Richest Technological Imagination of Us All?: Experience as the Material Basis of Imagination. In: **Proceedings of the Participatory Design Conference 2024: Full Papers-Volume 1**. 2024. p. 197-207.
- [105] JOO, Kil Hong; PARK, Nam Hun. Teaching and Learning Model for Artificial Intelligence Education. **Procedia Computer Science**, v. 239, p. 226-233, 2024.
- [106] STAMENKOVIĆ, Srećko et al. Software tools for learning artificial intelligence algorithms. **Artificial Intelligence Review**, v. 56, n. 9, p. 10297-10326, 2023.
- [107] QING, Zhujun; ZHANG, Guangya. An Investigation on the Status Quo and Improvement Path of Students' Digital Literacy in Local Universities. In: **2023 Twelfth International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)**. IEEE, 2023. p. 223-227.
- [108] KAPTAN, Erdem; CAKIR, Recep. The effect of digital storytelling on digital literacy, 21st century skills and achievement. **Education and Information Technologies**, p. 1-25, 2024.
- [109] POTAPCHUK, Olha et al. The Use of Immersive Technologies to Implement a Multimodal Approach in the Educational Process. In: **2023 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)**. IEEE, 2023. p. 660-665.
- [110] RAFAEL, Silviano; JUSTINO, Júlia. A 5-step pedagogical design for engineering courses. In: **2023 5th International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education (CISPEE)**. IEEE, 2023. p. 1-4.
- [111] ALCANTARA, Antonilson Da Silva; OLIVEIRA, Sandro Ronaldo Bezerra. A gamification to support teaching-learning of knowledge management in information

technology: a plan based on features of pedagogical approaches. In: **2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2021. p. 1-9.

[112] STUPURIENĖ, Gabrielė et al. To plug or not to plug: exploring pedagogical differences for teaching informatics in primary schools. **Education and Information Technologies**, p. 1-38, 2024.

[113] GARCIA, Fabrício Wickey Da Silva; CARVALHO, Elielton Da Costa; OLIVEIRA, Sandro Ronaldo Bezerra. Use of active methodologies for the development of a teaching plan for the algorithms subject. In: **2021 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2021. p. 1-9.

[114] GARCIA, Fabrício Wickey Da Silva; OLIVEIRA, Sandro Ronaldo Bezerra. Application of a Teaching Plan for Algorithm Subjects with Active Methodologies: a Pilot Case Study Report. In: **2022 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2022. p. 1-9.

[115] CHEN, Hao et al. Visualization Analysis of Game-based Teaching in China Based on CiteSpace. In: **2021 International Symposium on Educational Technology (ISET)**. IEEE, 2021. p. 281-285.

[116] LI, Meng; XUE, Tianyu; FAN, Minsheng. A Study of Precision Instructional Interventions Based on Learner Profiles. In: **2024 International Symposium on Educational Technology (ISET)**. IEEE, 2024. p. 334-338.

[117] JACOBS, Sven et al. Promoting Competences for the Digital World by an Educational Escape Room. In: **2023 IEEE 2nd German Education Conference (GECon)**. IEEE, 2023. p. 1-4.

[118] GEREMIAS, Matheus Soppa et al. An educational game to promote the development of computational thinking in children both neurotypical and with intellectual disabilities. In: **2023 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)**. IEEE, 2023. p. 105-107.

[119] FERNANDES, Kleber Tavares et al. Developing computational thinking and reading and writing skills through an approach for creating games. In: **2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2020. p. 1-8.

[120] SALLES, Jessica Toledo et al. Educational robotics with tangible programming: A digital circuit for blocks communication with code and visual feedback transfer capabilities. In: **2022 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2022 Brazilian Symposium on Robotics (SBR), and 2022 Workshop on Robotics in Education (WRE)**. IEEE, 2022. p. 436-441.

[121] COSTA, Igor Ernesto Ferreira; OLIVEIRA, Sandro Ronaldo Bezerra. The use of gamification to support the teaching-learning of software exploratory testing: an experience report based on the application of a framework. In: **2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2020. p. 1-9.

- [122] CARON, Eddy; CHAPPE, Nicolas. Fic WebBoard: A Playful and Collaborative Learning Platform Built for All People and All Programming Languages. In: **2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)**. IEEE, 2023. p. 1-8.
- [123] HUBER, Stefan E. et al. Leveraging the potential of large language models in education through playful and game-based learning. **Educational Psychology Review**, v. 36, n. 1, p. 25, 2024.
- [124] OLLONEN, Briitta; KANGAS, Marjaana. Teacher Motivational Scaffolding and Preschoolers' Motivational Triggers in the Context of Playful Learning of Multiliteracy and Digital Skills. **Early Childhood Education Journal**, p. 1-15, 2024.
- [125] OROZCO, Eduardo et al. Low-cost desktop learning factory to support the teaching of artificial intelligence. **HardwareX**, v. 18, p. e00528, 2024.
- [126] KOMARUDIN, Komarudin; SUHERMAN, Suherman; VIDÁKOVICH, Tibor. The RMS teaching model with brainstorming technique and student digital literacy as predictors of mathematical literacy. **Heliyon**, v. 10, n. 13, 2024.
- [127] JONAS, Rebecca M. Addressing Digital Divides in Rural Appalachia with Digital Literacy Education. In: **Companion Publication of the 2022 Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing**. 2022. p. 255-258.
- [128] GUNUPUDI, Laxmi et al. Scaffolding Digital Literacy Through Digital Skills Training for Disabled People in the Global South. In: **Proceedings of the 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility**. 2024. p. 1-14.
- [129] JONAS, Rebecca M.; HANRAHAN, Benjamin V. Digital Storytelling for Developing Computer Skills in Rural Appalachia. **Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction**, v. 6, n. CSCW2, p. 1-22, 2022.
- [130] SMEPLASS, Eli. Investigating adult learners' experiences from using slow reading as a pedagogical approach. **International Journal of Educational Research**, v. 122, p. 102252, 2023.
- [131] COJAN, M. et al. Control Engineering and Mathematics: a new hands-on pedagogical approach through the perspective of Art. **IFAC-PapersOnLine**, v. 58, n. 3, p. 88-93, 2024.
- [132] MARIE, S. Maria Josephine Arokia. Improved pedagogical practices strengthens the performance of student teachers by a blended learning approach. **Social Sciences & Humanities Open**, v. 4, n. 1, p. 100199, 2021.
- [133] OBIONWU, Victor; BRONESKE, David; SAAKE, Gunter. Topic maps as a tool for facilitating collaborative work pedagogy in knowledge management systems. In: **Proceedings of the 12th International Conference on Information Communication and Management**. 2022. p. 50-60.
- [134] GÓMEZ-TEJEDOR, José A. et al. Effectiveness of flip teaching on engineering students' performance in the physics lab. **Computers & Education**, v. 144, p. 103708, 2020.

- [135] TAN, Ivan; POSKITT, Christopher M. Fixing Your Own Smells: Adding a Mistake-Based Familiarisation Step When Teaching Code Refactoring. In: **Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1.** 2024. p. 1307-1313.
- [136] ELSTNER, Theresa et al. Classification of Shared Tasks Used in Teaching. In: **Proceedings of the 2024 on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1.** 2024. p. 164-170.
- [137] LEIST, Eleanor; LEE, Jaejoon. Adopting an Agile Approach for Reflective Learning and Teaching. In: **Proceedings of the 46th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training.** 2024. p. 46-55.
- [138] REUTER, Jessica et al. How to create Educational Escape rooms? Strategies for creation and design. In: **Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality.** 2020. p. 694-698.
- [139] HOLLY, Michael; HABICH, Lisa; PIRKER, Johanna. GameDevDojo-An Educational Game for Teaching Game Development Concepts. In: **Proceedings of the 19th International Conference on the Foundations of Digital Games.** 2024. p. 1-9.
- [140] TSAGARIS, Apostolos; CHATZIKYRKOU, Maria. Usability Evaluation of Educational Robotics. In: **Proceedings of the 7th International Conference on Education and Multimedia Technology.** 2023. p. 62-68.
- [141] VAN DER WERF, Vivian et al. Promoting Deliberate Naming Practices in Programming Education: A Set of Interactive Educational Activities. In: **Proceedings of the 2024 on ACM Virtual Global Computing Education Conference V. 1.** 2024. p. 235-241.
- [142] SORATHIA, Keyur; BAHETI, Kaushiki; KUMAR, Nikhil. Design and Evaluation of Gravity's Grip: A VR-based Educational Tool Designed for Novice Users. In: **Proceedings of the 27th International Academic Mindtrek Conference.** 2024. p. 147-154.
- [143] CHENG, Lee; LAU, Leung Kwok Prudence; PANG, Wing Yan Jasman. Augmented Reality Book Design for Teaching and Learning Architectural Heritage: Educational Heritage in Hong Kong Central and Western District. **ACM Journal on Computing and Cultural Heritage**, 2024.
- [144] BERMUDEZ, Vanessa N. et al. Designing culturally situated playful environments for early STEM learning with a Latine community. **Early Childhood Research Quarterly**, v. 65, p. 205-216, 2023.
- [145] MYLONAS, Georgios et al. Playful interventions for sustainability awareness in educational environments: A longitudinal, large-scale study in three countries. **International Journal of Child-Computer Interaction**, v. 35, p. 100562, 2023.
- [146] WEINGÄRTNER, Maurice; WEINGÄRTNER, Tim. Quantum Tic-Tac-Toe-learning the concepts of quantum mechanics in a playful way. **Computers and Education Open**, v. 4, p. 100125, 2023.

- [147] KEJSTOVÁ, Magdaléna et al. Construct and Play: Engaging Students with Visualizations through Playful Methods. In: **Companion Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play**. 2023. p. 96-101.
- [148] FORSELL, Mirkka et al. Older adults' playful experiences of VR gaming. In: **Proceedings of the 2024 ACM International Conference on Interactive Media Experiences**. 2024. p. 182-191.
- [149] RODRIGUEZ-CALZADA, Lorena; PAREDES-VELASCO, Maximiliano; URQUIZA-FUENTES, Jaime. The educational impact of a comprehensive serious game within the university setting: Improving learning and fostering motivation. **Heliyon**, v. 10, n. 16, 2024.
- [150] ASADZADEH, Afsoon et al. Serious educational games for children: A comprehensive framework. **Heliyon**, v. 10, n. 6, 2024.
- [151] ZHONG, Jinping; ZHENG, Yunxiang. "What It Means to be a Digital Citizen": Using concept mapping and an educational game to explore children's conceptualization of digital citizenship. **Heliyon**, v. 9, n. 9, 2023.
- [152] SHAIKHMETOV, Dim et al. Criteria for Assessing the Quality of Educational Games and Their Impact on Student Learning Outcomes. In: **Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies 2024**. 2024. p. 200-206.
- [153] CAMINGUE, Janelynn; MELCER, Edward F.; CARSTENSDOTTIR, Elin. A (visual) novel route to learning: a taxonomy of teaching strategies in visual novels. In: **Proceedings of the 15th International Conference on the Foundations of Digital Games**. 2020. p. 1-13.
- [154] DE CARVALHO BARROS BEZERRA, Gabriela et al. Exploring the Use of Unplugged Gamification on Programming Learners' Experience. **ACM Transactions on Computing Education**, v. 24, n. 3, p. 1-25, 2024.
- [155] TAN, Chek Tien et al. The Effect of Gamification Mechanics on User Experiences of AdventureLEARN: A Self-Driven Learning Platform. **Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction**, v. 7, n. CHI PLAY, p. 1091-1114, 2023.
- [156] SIBLEY, Leonie et al. Does technology-based non-interactive teaching enhance students' learning in the classroom?. **Computers and Education Open**, v. 7, p. 100233, 2024.
- [157] ATTARWALA, Abbas. Engaging Middle Schoolers in Game Programming: A Scratch-Based Workshop Experience. **Journal of Computing Sciences in Colleges**, v. 39, n. 6, p. 70-78, 2024.
- [158] CORDOVA, Felisa; MONTT, Cecilia; GUTIERREZ, Margareth. Model of collaborative organizational learning using soft systems and storytelling. **Procedia Computer Science**, v. 242, p. 1410-1416, 2024.

- [159] HAWLITSCHKEK, Anja; BERNDT, Sarah; SCHULZ, Sandra. Towards a framework of planning collaborative learning scenarios in computer science. In: **Proceedings of the 21st Koli Calling International Conference on Computing Education Research**. 2021. p. 1-5.
- [160] YANG, Kexin Bella et al. Pair-up: prototyping human-AI co-orchestration of dynamic transitions between individual and collaborative learning in the classroom. In: **Proceedings of the 2023 CHI conference on human factors in computing systems**. 2023. p. 1-17.
- [161] GARDELI, Anna; VOSINAKIS, Spyros. Exploring the co-manipulation of physical and virtual objects in tangible mobile augmented reality for collaborative learning. In: **Proceedings of the 2nd International Conference of the ACM Greek SIGCHI Chapter**. 2023. p. 1-8.
- [162] SHAH, Anshul et al. A Comparison of Student Behavioral Engagement in Traditional Live Coding and Active Live Coding Lectures. In: **Proceedings of the 2024 on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1**. 2024. p. 513-519.
- [163] DRUGA, Stefania; OTERO, Nancy; KO, Amy J. The landscape of teaching resources for ai education. In: **Proceedings of the 27th ACM Conference on on Innovation and Technology in Computer Science Education Vol. 1**. 2022. p. 96-102.
- [164] ENGELMANN, Severin et al. Visions of a Discipline: Analyzing Introductory AI Courses on YouTube. In: **The 2024 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency**. 2024. p. 2400-2420.
- [165] FANG, Jingchao et al. EduLive: Re-Creating Cues for Instructor-Learners Interaction in Educational Live Streams with Learners' Transcript-Based Annotations. **Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction**, v. 8, n. CSCW2, p. 1-33, 2024.
- [166] WEELDENBURG, Gwen et al. TARGET-tool: Participatory design of an interactive professional development tool for secondary school physical education teachers. In: **Proceedings of the 2023 9th International Conference on Frontiers of Educational Technologies**. 2023. p. 40-51.
- [167] YU, Renzhe et al. Technology-Based Instructional Strategies Show Promise in Improving Self-Regulated Learning Skills at Broad-Access Postsecondary Institutions. In: **Proceedings of the Eleventh ACM Conference on Learning@ Scale**. 2024. p. 408-411.
- [168] HE, Shiyang; FAN, Minsheng; LIU, Zhenhua. Research on the design and effect of early childhood education games supported by ar technology. In: **2022 International Symposium on Educational Technology (ISET)**. IEEE, 2022. p. 183-185.
- [169] LI, Yatao. Educational game design based on experiential learning theory. In: **2021 9th International Conference on Information and Education Technology (ICIET)**. IEEE, 2021. p. 190-193.
- [170] HE, Ling et al. Curriculum design with the integration of STEAM and educational game. In: **2020 International Symposium on Educational Technology (ISET)**. IEEE, 2020. p. 127-129.

- [171] TRIANTAFYLLOU, Serafeim A.; SAPOUNIDIS, Theodosios. Game-based Learning approach and Serious Games to learn while you play. In: **2023 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE)**. IEEE, 2023. p. 1-6.
- [172] BLAZHKO, Oleksandr; SHTEFAN, Natalia. Development of Marker-Based Web Augmented Reality Educational Board Games for Learning Process Support in Computer Science. In: **2023 6th Experiment@ International Conference (exp. at'23)**. IEEE, 2023. p. 146-151.
- [173] MARINATO, Matheus Serrão; ALVES, Socorro Vânia Lourenço; ALVES, Enoque Calvino Melo. Analysis of the effects of the use of Gamification as a teaching strategy in disciplines related to the area of Software Engineering. In: **2020 XV Conferencia Latinoamericana de Tecnologias de Aprendizaje (LACLO)**. IEEE, 2020. p. 1-10.
- [174] ZHENG, Lanqin et al. An AI-enabled feedback-feedforward approach to promoting online collaborative learning. **Education and Information Technologies**, v. 29, n. 9, p. 11385-11406, 2024.
- [175] ANDONE, Diana; FRYDENBERG, Mark. Students as Open Educational Resources Co-Creators in the TalkTech Project. In: **2023 IEEE Learning with MOOCS (LWMOOCS)**. IEEE, 2023. p. 1-6.
- [176] HE, Shiyang; FAN, Minsheng; LIU, Zhenhua. Research on the design and effect of early childhood education games supported by ar technology. In: **2022 International Symposium on Educational Technology (ISET)**. IEEE, 2022. p. 183-185.
- [177] GUO, Kongsheng; XUE, Huili. AI+ 5G Empowers the Construction of a Smart Learning Space for Private Higher Vocational Education in the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area. In: **2021 3rd International Conference on Internet Technology and Educational Informization (ITEI)**. IEEE, 2021. p. 181-184.
- [178] CHE, Xianhui; IP, Barry. An assessment framework for creative production in computing and engineering disciplines. **Computers and Education Open**, v. 7, p. 100220, 2024.
- [179] CONWAY, Brian; NOLAN, Keith; QUILL, Keith. HCAI Block Model: A competence model for Human Centred Artificial Intelligence at K-12. In: **Proceedings of the 2024 Conference on Human Centred Artificial Intelligence-Education and Practice**. 2024. p. 22-28.
- [180] BUCHAN, M. Claire; BHAWRA, Jasmin; KATAPALLY, Tarun Reddy. Navigating the digital world: development of an evidence-based digital literacy program and assessment tool for youth. **Smart Learning Environments**, v. 11, n. 1, p. 8, 2024.
- [181] VANDENBERG, Jessica; MOTT, Bradford. " AI Teaches Itself": Exploring Young Learners' Perspectives on Artificial Intelligence for Instrument Development. In: **Proceedings of the 2023 Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education V. 1**. 2023. p. 485-490.

- [182] SPITZER, Philipp et al. (X) AI as a Teacher: Learning with Explainable Artificial Intelligence. In: **Proceedings of Mensch und Computer 2024**. 2024. p. 571-576.
- [183] GAUTAM, Aakash; GANDHI, Khushboo; SENDEJO, Jessica. Enhancing Reentry Support Programs Through Digital Literacy Integration. In: **Proceedings of the 2024 ACM Designing Interactive Systems Conference**. 2024. p. 2882-2896.
- [184] JENSEN, Hanne; RØRBÆK, Lasse Lykke. Smoothing the path to practice: Playful learning raises study happiness and confidence in future roles among student teachers and student ECE teachers. **Studies in Educational Evaluation**, v. 74, p. 101156, 2022.
- [185] DANKOV, Yavor. A Conception of an Instrument Supporting the Design of Educational Video Games for Cultural Heritage. **IFAC-PapersOnLine**, v. 58, n. 3, p. 363-368, 2024.