

Aplicações da Inteligência Artificial na educação: possibilidades e potenciais riscos no ensino das ciências da natureza na educação básica

 <https://doi.org/10.47236/2594-7036.2026.v10.1926>

Paulo Maurício Costa Gomes¹
Arthur Emanuel de Oliveira Carosia²

Data de submissão concluída: 13/11/2025. Data de aprovação: 22/1/2026. Data de publicação: 5/3/2026.

Resumo – Vivencia-se, atualmente, a Quarta Revolução Industrial e, com ela, a Educação 4.0. Dentro desse contexto, em seu atual estágio de desenvolvimento, as Inteligências Artificiais (IA) se popularizaram. A IA generativa é um modelo capaz de criar novos conteúdos, como textos diversos, resolver problemas algébricos, produzir vídeos, músicas e desenvolver diálogos, através da reutilização de informações retiradas de enormes bancos de dados. No campo da educação, a IA generativa já se encontra presente, trazendo benefícios, malefícios e riscos. Através da exploração de alguns artigos em português entre os anos 2023 e 2025, este trabalho propõe apresentar um mapeamento e uma análise comparativa de algumas aplicações, possibilidades e potenciais riscos do uso das IA no ensino das ciências da natureza na educação básica. Os resultados apontam potenciais benefícios do uso das IA, colocando o aluno no centro do processo ensino-aprendizagem, juntamente com o professor atuando como mediador nesse processo, o que, até esse momento do estágio atual tecnológico das IA, é imprescindível, mas também há potenciais riscos e/ou malefícios, como perdas de algumas habilidades dos estudantes e questões éticas.

Palavras-chave: Educação. Ensino das Ciências da Natureza. Inteligência Artificial.

Applications of Artificial Intelligence in education: possibilities and potential risks in teaching natural sciences in basic education

Abstract – We are currently experiencing the Fourth Industrial Revolution and the emergence of Education 4.0. Within this context, Artificial Intelligence (AI) has gained significant popularity. Generative AI is a model capable of creating new content such as varied texts, algebraic solutions, videos, music, and dialogues by processing information from extensive datasets. In the field of education, generative AI is already present, bringing a combination of benefits and risks. Through an exploration of articles published in Portuguese between 2023 and 2025, this work presents a mapping and comparative analysis of AI applications in the teaching of Natural Sciences within basic education. The results indicate that AI can benefit the classroom by placing the student at the center of the learning process. Furthermore, the teacher's role as a mediator remains essential at the current technological stage. However, there are potential risks and harms, including the loss of specific student skills and various ethical concerns.

Keywords: Artificial Intelligence. Education. Natural Sciences Teaching.

¹ Mestre em Ciências e Técnicas Nucleares pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor celetista da área de Matemática do Colégio Instituto Itapoã. Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.  gcostamauricio@gmail.com  <https://orcid.org/0009-0009-3592-1663>  <http://lattes.cnpq.br/6642382347945469>.

² Doutor em Tecnologia pela Universidade Estadual de Campinas. Professor da área da Ciência da Computação do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do *Campus* São João da Boa Vista, do Instituto Federal de São Paulo. São João da Boa Vista, São Paulo, Brasil.  arthuremanuel.carosia@ifsp.edu.br  <https://orcid.org/0000-0002-6277-0014>  <http://lattes.cnpq.br/6360630975051205>.

Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en la educación: posibilidades y riesgos potenciales en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica

Resumen – Actualmente, transitamos por la Cuarta Revolución Industrial y, en consecuencia, por la Educación 4.0. En ese escenario, la Inteligencia Artificial (IA) ha alcanzado una notable popularidad. La IA generativa se destaca como un modelo capaz de crear contenidos originales, tales como textos diversos, soluciones algebraicas, videos y música, además de desarrollar diálogos mediante el procesamiento de vastas bases de datos. En el ámbito educativo, esa tecnología ya es una realidad que conlleva beneficios, desafíos y riesgos. El presente trabajo propone, a través de la revisión de artículos en portugués publicados entre 2023 y 2025, un mapeo y análisis comparativo de las aplicaciones y riesgos potenciales del uso de IA en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica. Los resultados indican que esas herramientas pueden favorecer el aprendizaje al situar al estudiante en el centro del proceso, siempre bajo la mediación indispensable del docente. No obstante, se identifican perjuicios potenciales, como la posible atrofia de ciertas habilidades cognitivas en los alumnos y diversos dilemas éticos.

Palabras clave: Educación. Enseñanza de las Ciencias Naturales. Inteligencia Artificial.

Introdução

Os resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) de 2022, realizado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), mostram que as médias brasileiras não possuem alterações significativas desde 2009, indicando uma estagnação no aprendizado dos nossos jovens, além de estarmos nas últimas colocações dos países que aplicam o exame (Brasil, 2023). Apesar de o Pisa avaliar conhecimentos e habilidades de estudantes na faixa etária de 15 anos, as baixas médias brasileiras refletem claramente no ensino médio, pois a experiência acumulada dos docentes e pesquisadores, atuando na educação básica na área das ciências da natureza, aponta constantemente a rejeição e o baixo desempenho dos alunos em relação às disciplinas da física, química, biologia e matemática.

Com o objetivo de criar um currículo mais atrativo para os alunos e sintonizado com as demandas produtivas do século XXI, o Novo Ensino Médio foi aprovado como resultado da alteração da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional por meio da Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017 (Brasil, 2017). A implementação iniciada em 2022 (Brasil, 2021) prevê o aumento da carga horária, novas disciplinas com caráter técnico profissionalizante (os itinerários formativos), um menor número de aulas expositivas, professores mediadores da aprendizagem, alunos protagonistas e aumento de projetos, atividades práticas, cursos e oficinas.

O Novo Ensino Médio deve estar alinhado com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que, no que tange ao uso das tecnologias digitais, diz:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 4).

Segundo Pires (1998), a escola é, guardada as devidas proporções, um espelho do mundo do trabalho industrial. Indo além do fordismo e do taylorismo, outros modelos de produção ganharam o protagonismo, como o toyotismo (pós-guerra) e, mais recentemente, a Indústria 4.0, na chamada Quarta Revolução Industrial (Gomes, 2021). Se de um lado existem os fatos históricos e as novas demandas do século XXI, do outro, há convergência entre as necessidades do Novo Ensino Médio e a BNCC na reorganização do processo ensino-aprendizagem na Educação 4.0.

Nas duas primeiras décadas do ano 2000, “aprender a programar” era uma das metas das disciplinas de tecnologia e informática na educação, mas o momento atual superou a necessidade desse aprendizado, somente, sendo reinventado com a popularização das Inteligências Artificiais (IA), mais especificamente das IA generativas, que ganharam os meios de comunicação, seja na mídia corporativa, seja nas redes sociais ou plataformas de *streaming*, noticiando os avanços desenvolvidos. IA generativas são modelos capazes de criar textos diversos, imagens e vídeos, músicas, resolver problemas algébricos, descobrir padrões científicos e artísticos, desenvolver diálogos etc., através da reutilização de grandes volumes de dados (*Big Data*) e previsões estatísticas. Com a excessiva valorização midiática das IA, é inevitável o uso dessa tecnologia na área da educação, fazendo-se necessário, portanto, que educadores, alunos e gestores educacionais entendam como a IA funciona ou é operacionalizada e possam mensurar as suas consequências no processo de ensino-aprendizagem (Gonsales, Kaufman, 2023; Kneusel, 2024).

Este trabalho possui a seguinte pergunta-problema: Quais são as aplicações, possibilidades e riscos/malefícios das IA na educação, especificamente no ensino das ciências da natureza na educação básica? Os objetivos foram: mapear e analisar qualitativamente alguns artigos produzidos por pesquisadores nacionais, no período entre 2023 e 2025, sobre aplicações do uso das IA no ensino das ciências da natureza na educação básica; e apontar alguns possíveis benefícios e riscos do uso da IA na educação e no processo de ensino-aprendizagem.

Referencial teórico

Histórico da Inteligência Artificial

Kneusel (2024) afirma que o objetivo da Inteligência Artificial (IA) é simular, por meio de uma máquina, o comportamento inteligente do ser humano e que, nos dias atuais, algoritmos de IA impactam nosso cotidiano de forma abrangente. Como ocorre com qualquer tecnologia e seus avanços, a revolução proporcionada pela IA também possui uma história, que é antiga e remonta desde o mito grego de Talos, o robô gigante protetor da princesa Europa, passando pelos autômatos da Idade Média e da Renascença até os avanços da medicina ao longo do século XIX. Esses avanços contribuíram para a concepção de que os pensamentos humanos emergem de uma estrutura biológica chamada cérebro, e não de uma “alma espiritual”, possibilitando as primeiras reflexões sobre a possibilidade de o pensamento surgir a partir de estruturas não biológicas. Ainda no século XIX, destacam-se as contribuições do matemático e filósofo britânico George Boole (1815 – 1864), com a criação da álgebra booleana, na tentativa de representar o pensamento humano, bem como o desenvolvimento da máquina analítica programável pelo engenheiro mecânico inglês Charles Babbage (1791 – 1871), que possuía, em essência, os mesmos componentes de um computador moderno.

Já na primeira metade do século XX, o matemático Alan Turing (1912 – 1954) escreveu dois artigos: o primeiro, de 1936, apresentou uma máquina conceitual

genérica, conhecida como máquina de Turing, a qual seria capaz de calcular qualquer coisa que pudesse ser representada por um algoritmo; já no segundo, de 1950, com o título “Máquinas de computação e inteligência”, Turing propôs um teste, conhecido hoje como Teste de Turing, que, na verdade, é uma espécie de jogo da imitação, como o próprio autor o chamou, um teste em que os humanos seriam capazes de dizer se uma máquina (computador) é ou não inteligente como um ser humano. Turing é conhecido como o Pai da Ciência da Computação. Também na primeira metade do século XX, paralelamente ao trabalho de Turing, dois outros pesquisadores têm seus nomes na história do desenvolvimento da IA: o neuropsicólogo estadunidense Warren McCulloch (1898 – 1969) e o lógico, também estadunidense, Walter Pitts (1923 – 1969). McCulloch e Pitts foram os pioneiros da neurociência computacional, criando modelos computacionais baseados em processos biológicos do cérebro, uma área da ciência da computação conhecida como rede neural (Wazlawick, 2016; Silva, Spatti, Flauzino, 2016; Kneusel, 2024).

Em 1956, ocorreu o seminário Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence no Dartmouth College (Estados Unidos), considerado um marco histórico, pois foi nesse seminário que a IA foi pensada como um novo campo de pesquisa. Em 1957, o psicólogo estadunidense Frank Rosenblatt (1928 – 1971) inventou um dispositivo eletrônico chamado *Mark I Perceptron*, considerado o primeiro uso das redes neurais artificiais, sendo desenvolvido para reconhecimento de imagens, que só foi bem-sucedido em 2012, segundo Kneusel (2024), pela utilização de algoritmos de aprendizado profundo. O primeiro modelo de aprendizado profundo (*machine learning*) surgiu em 1967 pelo teórico da informação estadunidense Thomas Cover (1938 – 2012) e o cientista da computação, também estadunidense, Peter Hart (1941) (Silva, Spatti, Flauzino, 2016; Kneusel, 2024).

A década de 1980 foi marcada pelo desenvolvimento de sistemas comerciais de IA especialistas (IA simbólica), fazendo-se uso da linguagem de programação *Lisp* (a linguagem, na época, adotada pela comunidade IA), como também por um artigo de 1986, em que o psicólogo estadunidense David Rumelhart (1942 – 2011), o cientista da computação anglo-canadense e ganhador do Nobel de física de 2024 Geoffrey Hinton (1947) e o cientista da computação estadunidense Ronald Williams (1945 – 2024) apresentaram o seu algoritmo de retropropagação, no qual uma rede neural (IA conexonista) era alimentada e treinada, ajustando os pesos entre os “neurônios”, fazendo com que a rede, de forma iterativa, corrigisse seus erros, forçando-a então a ter um desempenho melhor na próxima iteração, portando uma saída melhor (Kneusel, 2024).

Sobrepondo-se aos acontecimentos citados anteriormente, a história da IA é marcada também por um fenômeno conhecido como os “invernos da IA”, no qual refere-se a períodos de estagnação no seu desenvolvimento e financiamento, marcados por uma queda acentuada no entusiasmo, investimento e confiança nas promessas da área. O primeiro inverno ocorreu entre 1974 e 1980, marcado pelas expectativas exageradas e previsões grandiosas realizadas pelos pesquisadores de IA, como pelo economista e, também, pesquisador em informática alemão e ganhador do Nobel, Herbert Simon (1916 – 2001), que, em 1965, fez afirmações dizendo que em 20 anos as máquinas seriam capazes de fazer qualquer trabalho que um homem pudesse fazer. Essas expectativas exageradas não concretizadas levaram a desilusões, devido às limitações técnicas da capacidade das máquinas de resolver problemas complexos reais na época. O segundo inverno ocorreu entre 1987 e 1997, devido ao colapso das máquinas *Lisp*, que se tornaram caras e obsoletas com o surgimento das estações de trabalho de propósito geral e pelo fracasso, em 1992,

também por limitações técnicas, de um projeto japonês de criar computadores capazes de conversar, traduzir, interpretar imagens e pensar como seres humanos. Esse segundo inverno é finalizado com a vitória, em 1997, do supercomputador *Deep Blue* da IBM, vencendo o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov (1963) (Kneusel, 2024; Favaron, 2024).

Do início do século XXI aos dias atuais, tem-se os seguintes marcos de avanços da IA (Kneusel, 2024):

- Em 2012, a rede neural *AlexNet* venceu o desafio *ImageNet*, apresentando um erro em torno de 15 % no reconhecimento de um tema formado por imagens coloridas – essa margem de erro para a época foi um marco histórico. Posteriormente, em 2017, a margem de erro do reconhecimento de imagens caiu para 3 %, sendo que em testes manuais realizados por humanos, a margem de erro fica em torno de 5 %.
- Em 2013, o grupo do *Google DeepMind* apresentou um sistema de aprendizado profundo (por reforço) no qual poderia jogar videogames *Atari 2600* melhor que humanos treinados. Posteriormente, em 2016, o sistema *AlphaGo*, também do Google, derrotou o campeão de *Go* (um jogo abstrato de estratégia) Lee Sedol (1983).
- Em 2014, o cientista da computação estadunidense Ian Goodfellow (1987) apresentou uma inovação que foi considerada o mais significativo avanço das redes neurais das últimas três décadas: as chamadas redes adversárias generativas (GAN). Tais redes são capazes de gerar saídas relacionadas, mas com um banco de dados diferente do seu treinamento. Este avanço favoreceu as IA generativas, como o popular *ChatGPT*.

O marco contemporâneo das IA foi proporcionado pela *OpenAI*, uma organização de pesquisa em IA fundada em 2015, com o *Chief Executive Officer* (CEO) e programador estadunidense Sam Altman (1985) à frente da organização. A *OpenAI* tornou a IA popular com a criação do *ChatGPT*, um sistema de conversação inteligente. A história do *ChatGPT* inicia-se em 2018 com GPT-1, que foi o primeiro que introduziu o conceito de *transformer* em redes neurais, com aprendizado profundo no processamento de linguagem natural (GPT: *Generative Pre-trained Transformer*). Na versão atual, GPT-4.5, de 2025, para usuários pagantes, tem-se maior compreensão de contextos e nuances e capacidade de *inputs* multimodais, com a interação de textos e imagens, mais “inteligência emocional” e uma menor taxa de “alucinações”, ou seja, de erros (MKT Digital, 2024; G1 Tecnologia, 2025).

Do robô do mito grego ao *ChatGPT* e seu concorrente direto chinês, a *Deepseek* (Infomoney, 2025), de código aberto, tem-se atualmente uma significativa oferta mercadológica de diversas IA atuando em várias frentes, como no marketing e na criação de conteúdo, no desenvolvimento de software e na programação, na saúde e na assistência médica, na pesquisa e na inovação, na engenharia e na educação, sendo esta última desenvolvida neste artigo.³

IA na educação: potenciais e riscos

A Inteligência Artificial tem promovido transformações significativas no campo da educação, permitindo o desenvolvimento de métodos inovadores que tornam o

³ Os dados apresentados nesse histórico podem ser visualizados através de um mapa mental produzido pela IA NotebookLM no seguinte link: https://drive.google.com/drive/folders/12Kfq2CWgF92lemxouWCjHRa3urbt_DPm?usp=sharing.

processo de aprendizagem mais dinâmico e eficiente. Por meio de ferramentas como simulações em realidade virtual e plataformas adaptativas, os estudantes têm acesso a experiências educacionais mais imersivas e personalizadas, que estimulam habilidades importantes como criatividade, pensamento crítico e resolução de problemas. Com o apoio dessas tecnologias, os educadores conseguem criar ambientes de ensino mais flexíveis e inclusivos, capazes de atender às diversas necessidades dos alunos, ao mesmo tempo que se concentram em atividades que valorizam o protagonismo estudantil.

Em nível global, esse movimento ganhou força com iniciativas como o Consenso de Pequim sobre IA e Educação, elaborado em 2019, que definiu diretrizes estratégicas para a integração da IA às políticas educacionais. Entre as medidas propostas, estão a valorização da equidade no acesso às tecnologias, a promoção de competências essenciais para a vida e o trabalho, e a defesa de princípios éticos no uso da IA. O documento também destaca a importância da inovação contínua, da formação docente e da superação de barreiras digitais, sempre com o objetivo de alinhar os avanços tecnológicos às metas de desenvolvimento sustentável da educação definidas pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) (Oliveira *et al.*, 2023).

Observando o crescimento explosivo do *ChatGPT* e baseando-se na teoria crítica da tecnologia, do filósofo estadunidense Feenberg (2004), que diz essencialmente que as tecnologias não são neutras e, sim, atendem a interesses utilitários no campo da economia e da política, Rodrigues e Rodrigues (2023) questionaram se as IA generativas são uma ameaça ou um desafio para a educação, ou ambos, e, por tal razão, as IA devem ser discutidas com seriedade pelas instituições de ensino. A tecnologia carrega consigo riscos e poderes e, no caso do contexto das IA generativas, não está isenta de respostas com erros, apresentar fatos inexistentes ou imprecisos (também designados de “delírios”), podendo realizar manipulações socioculturais e tendenciosas, necessitando, portanto, de um uso reflexivo, ético e consciente, pois trata-se de uma mudança de paradigma instrumental, visto que essa tecnologia é disruptiva (Rodrigues, Rodrigues, 2023; Canaltech, 2024).

Lima e Serrano (2024) realizaram uma revisão da literatura sobre o potencial e os riscos do *ChatGPT* na educação, e apontam o seguinte:

Por outro lado, a IA tem o potencial de prover ferramentas e recursos aos educadores que aprimorem seus métodos de ensino e elevem o desempenho dos estudantes, através dos quais a criação de experiências de aprendizado personalizadas se torna viável por meio da análise de dados individuais de cada aluno, revelando suas características fortes e fracas e estilos de aprendizagem. Com isso, a IA é capaz de sugerir aos professores estratégias de ensino, conteúdos e métodos de avaliação adequados às necessidades e preferências dos alunos. Além disso, ao automatizar tarefas administrativas como a avaliação de desempenho e a produção de feedbacks, a IA permite que os educadores dediquem mais atenção ao ensino e sejam capazes de dar mais suporte aos alunos. Por meio de análises em tempo real, a IA auxilia os professores na identificação das dificuldades dos estudantes, surgindo como uma aliada valiosa no processo educacional (Costa Júnio *et al.*, 2023 *apud* Lima; Serrano, 2024, p. 2).

Especificamente no ensino de ciências, tanto no ensino fundamental como no médio, as IA generativas podem produzir explicações interativas sobre conceitos e fenômenos complexos, citando como exemplo o efeito estufa ou a teoria da evolução, simulando diálogos ou, mesmo, promovendo debates. O contato dos estudantes com

as IA pode ser concomitante ou não com os livros convencionais ou verificações experimentais, favorecendo a compreensão dos temas científicos conduzidos pelos professores (Lima; Serrano, 2024).

Sobre os riscos e questões éticas, Lima e Serrano (2024) apontam essencialmente a utilização das IA pelos estudantes na produção de trabalhos escolares de forma automatizada, e serem induzidos a confiar irrefletidamente nas respostas das plataformas sem desenvolverem o necessário pensamento crítico. Dessa forma, é importante salientar a intenção pedagógica na utilização das IA no ambiente escolar para que haja verdadeiramente aprendizado, ou seja, faz-se necessário uma abordagem equilibrada e crítica ao integrar as IA no currículo educacional.

Já Durso (2024) diz, em sua resenha, que no campo das tecnologias educacionais as plataformas de IA não são apenas ferramentas/instrumentos intermediários no sentido convencional, que auxiliam em uma atividade específica para se atingir uma meta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem, discutidos e utilizados até o momento antes da popularização das IA, mas tecnologias que “são a própria atividade”. Durso (2024, p. 5) conclui: “Isso implica uma reavaliação fundamental do papel dos educadores, da estrutura curricular e das competências necessárias para o sucesso no ambiente educacional na presença dos desafios do século XXI”.

Como as IA generativas impactarão, em médio e longo prazo, o processo de ensino-aprendizagem dos discentes para além da discussão da substituição do trabalho do docente pelas *EduTechs*? Qual teoria do processo de ensino-aprendizagem melhor se adapta ao contexto das IA generativas no campo educacional? Para potencializar as aplicações das IA na sala de aula e minimizar seus riscos, deve-se adaptar as teorias já existentes ou criar uma nova? Citando Durso (2024),

Muitas teorias têm sido utilizadas no campo da educação no intuito de compreender o processo de ensino-aprendizagem nos mais variados níveis educacionais e modalidades de ensino. Apenas a título de exemplo, tem-se a teoria da aprendizagem significativa (Ausubel, 1968), a teoria da aprendizagem transformadora (Mezirow, 1991) e a teoria da pedagogia do oprimido (Freire, 1970). Grande parte dessas estruturas teóricas, contudo, foram pensadas e testadas em cenários socioeconômicos e políticos nos quais a tecnologia existente em sala de aula, em muitos aspectos, distanciou-se das possibilidades e aplicações de uma IA. Até mesmo as teorias que se aproximam da tecnologia para contextualizar o processo de ensino-aprendizagem podem, portanto, necessitar de adaptações neste novo cenário educacional. Sendo assim, a primeira indagação que se realiza considerando o contexto tecnológico atual é: como o uso de IA no âmbito da educação altera o processo de ensino-aprendizagem? (Durso, 2024, p. 2).

As IA generativas têm provocado mudanças significativas na educação, oferecendo novas possibilidades de ensino personalizado e apoio ao trabalho docente, mas também levantando sérias questões éticas e pedagógicas. Citando Mosciaro e Kanashiro (2025, p. 8), “O que fica evidente é que a IA traz mudanças no desenvolvimento de aplicativos, nas organizações de trabalhos [...], assim como [as IA generativas] devem incorporar mudanças no âmbito da educação, no sentido de exigir outras ações humanas mais críticas e criativas”. Por isso, sua incorporação nas escolas exige uma abordagem crítica e consciente, com base em princípios educacionais claros e na revisão ou adaptação das teorias de ensino, a fim de alinhar

a prática pedagógica aos desafios e potencialidades dessa nova realidade tecnológica.

Materiais e métodos

O presente estudo adotou uma abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, com foco no mapeamento e análise de produções científicas nacionais acerca das aplicações da IA no ensino das ciências da natureza na educação básica, no período de 2023 a 2025. A escolha desse intervalo temporal justifica-se pela popularização das IA generativas e pelo surgimento de publicações recentes voltadas ao contexto educacional, tornando pertinente um levantamento sistemático atualizado.

Etapas do levantamento bibliográfico

O processo de revisão ocorreu em quatro etapas sistemáticas:

1. **Definição do escopo temático:** Foram delimitados os eixos (a) Inteligência Artificial na Educação e (b) IA no Ensino das Ciências da Natureza (Física, Química e Ciências). Essa delimitação visou a garantir a coerência entre o tema central do estudo e os descritores utilizados nas buscas.
2. **Seleção das bases de dados:** Para o referencial teórico do histórico da IA, das aplicações da IA na educação e no ensino das ciências da natureza, realizou-se pesquisas bibliográficas em livros, monografias, sites e em plataformas virtuais como Google Acadêmico, SciELO e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). O Google Acadêmico foi utilizado por sua abrangência e capacidade de indexar literatura cinzenta e publicações nacionais emergentes; já SciELO e Portal Capes foram incluídos para garantir rigor científico e acesso a revistas revisadas por pares. Embora a tabela 1 apresente resultados consolidados do Google Acadêmico – base que retornou o maior volume de publicações recentes – os mesmos descritores e operadores foram replicados nas demais plataformas, de modo a permitir triangulação dos resultados.
3. **Procedimentos de busca e descritores:** As buscas foram realizadas utilizando os descritores combinados por meio do operador booleano AND, conforme segue:
 - “Inteligência Artificial” AND “Aplicações” AND “Ensino de Ciências da Natureza”.
 - “Inteligência Artificial” AND “Aplicações” AND “Ensino de Física”.
 - “Inteligência Artificial” AND “Aplicações” AND “Ensino de Química”.
 - “Inteligência Artificial” AND “Aplicações” AND “Ensino de Ciências no Ensino Fundamental”.

Essa estratégia buscou garantir amplitude temática e, ao mesmo tempo, especificidade nas subáreas de interesse.

4. **Triagem, seleção e análise dos estudos:** A triagem inicial resultou em 757 registros, posteriormente filtrados com base em critérios de inclusão e exclusão definidos *a priori* (descritos a seguir). O processo foi conduzido em três fases:
 - Leitura de títulos e resumos para exclusão de textos fora do escopo.
 - Leitura integral dos estudos potencialmente elegíveis.
 - Síntese analítica e codificação temática segundo Oliveira et al. (2003).

CrITÉRIOS de inclusão

Foram incluídas apenas produções que:

- abordassem explicitamente o uso ou a discussão de IA aplicada ao ensino de ciências da natureza (ciências, física ou química) na educação básica brasileira;
- apresentassem descrição metodológica clara, permitindo avaliar a aplicação pedagógica ou empírica;
- estivessem publicadas entre 2023 e 2025, período associado à consolidação das IA generativas na educação;
- estivessem disponíveis em texto completo nas bases selecionadas.

CrITÉRIOS de exclusão

Foram excluídos estudos que:

- tratavam de IA aplicada a áreas não educacionais (saúde, negócios, engenharia etc.);
- abordavam apenas perspectivas teóricas gerais de IA sem conexão com o ensino de ciências da natureza;
- eram duplicatas entre bases;
- não apresentavam clareza metodológica ou acesso público ao conteúdo completo.

Operacionalização dos critérios e justificativas

- Cada artigo identificado foi avaliado segundo uma planilha de categorização contendo os seguintes campos: título, autores, ano, base de dados, área de ensino, tipo de IA utilizada, tipo de abordagem (empírica ou teórica), foco pedagógico e alinhamento com os objetivos do estudo.
- A exclusão da maioria dos artigos (752, de 757) decorreu da inadequação temática: grande parte tratava de IA em contextos corporativos, técnicos ou de ensino superior, sem relação direta com a educação básica ou o ensino de ciências da natureza.

Justificativa para a seleção final de cinco artigos

Dos 757 registros iniciais, apenas cinco atenderam plenamente aos critérios e apresentaram relevância pedagógica comprovada, evidenciada por:

- descrição de intervenções educativas concretas envolvendo IA;
- análise crítica sobre a mediação docente e os limites da tecnologia;
- potencial inovador no uso pedagógico das ferramentas de IA;
- alinhamento direto com os objetivos do presente estudo.

Esses trabalhos representam diversidade metodológica e disciplinar, cobrindo as três principais áreas das ciências da natureza (física, química e ciências), e foram analisados qualitativamente por meio de análise de conteúdo da temática, identificando padrões convergentes e divergentes nas abordagens.

Após a seleção dos artigos, realizou-se uma descrição síntese deles, apontando os objetivos, suas metodologias, resultados e conclusões. Também, sobre esses artigos selecionados, foi realizada uma análise qualitativa baseada em análise de conteúdos (Oliveira et al., 2003), a partir de que, com o auxílio do *ChatGPT 3.5*, obteve-se as seguintes categorias e subcategorias, organizadas em dois quadros apresentados nos resultados:

- 1) Pontos convergentes: importância da mediação docente, potencialidades e limitações da IA, enfoque crítico no uso da IA e relevância das tecnologias no ensino.
- 2) Pontos divergentes: metodologias de análise, ferramentas de IA utilizadas, enfoque pedagógico, aplicabilidade da IA ao ensino.

A metodologia adotada busca garantir transparência, replicabilidade e rigor analítico ao processo de mapeamento bibliográfico. Ao combinar bases amplas e específicas, critérios operacionais claros e justificativas fundamentadas, pretende-se oferecer uma leitura consistente e atual sobre o papel da IA no ensino das ciências da natureza no contexto brasileiro contemporâneo.

Resultados e discussões

A seguir, são apresentados os resultados obtidos a partir da análise qualitativa dos artigos selecionados, que versam sobre as aplicações das IA no ensino das ciências da natureza na educação básica, no contexto nacional entre os anos de 2023 e 2025. A análise permitiu identificar pontos convergentes e divergentes nas abordagens, metodologias e percepções dos autores escolhidos sobre o uso da IA na educação. Inicialmente, a tabela 1 mostra os resultados das buscas no Google Acadêmico:

Tabela 1 - Resultados das buscas

Termos Chave	Google Acadêmico
“Inteligência Artificial” AND “Aplicações” AND “Ensino de Ciências da Natureza”	68
“Inteligência Artificial” AND “Aplicações” AND “Ensino de Física”	435
“Inteligência Artificial” AND “Aplicações” AND “Ensino de Química”	234
“Inteligência Artificial” AND “Aplicações” AND “Ensino de Ciências no Ensino Fundamental”	20

Fonte: elaborado pelos autores (2025)

Com retorno das buscas e dos critérios de inclusão, exclusão e operacionalização apresentados em “Materiais e métodos”, foram selecionados cinco artigos que os autores deste trabalho julgaram relevantes e que fornecem um panorama nacional pela diversidade das aplicações das IA no ensino das ciências da natureza na educação básica. Os trabalhos são detalhados a seguir.

1) **Leite (2023)**, com seu artigo “Inteligência Artificial e ensino de química: uma análise propedêutica do *ChatGPT* na definição de conceitos químicos”, realizou uma pesquisa qualitativa com abordagem descritiva e interpretativa das respostas do *ChatGPT*, com o objetivo de investigar as potencialidades e limitações dessa ferramenta na capacidade de responder a algumas questões sobre conceitos químicos e verificar até onde essa IA pode contribuir na construção do conhecimento do ensino da química. Como metodologia, elaborou-se cinco questões comuns no ensino da química para serem respondidas pelo *ChatGPT*: 1) defina átomo, 2) defina ligação química, 3) defina equilíbrio-químico, 4) defina isomeria e 5) defina ácido-base. Para todas as perguntas, foi solicitado ao *ChatGPT* que melhorasse sua definição. Para a análise das respostas, o pesquisador utilizou como referência o *Compêndio de Terminologia Química da IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)*. Antes de realizar as perguntas referentes às definições e às respectivas análises,

Leite (2023, p. 918) fez a seguinte pergunta ao *ChatGPT*: “Qual a possibilidade de usar o *ChatGPT* na química?”. A resposta da IA foi:

O *ChatGPT* pode ser usado na química para responder perguntas sobre conceitos, fórmulas, reações químicas, propriedades de elementos e compostos etc. Além disso, pode ser usado para fornecer informações sobre experimentos e pesquisas químicas recentes. No entanto, é importante lembrar que o modelo não é especialista em química e as respostas devem ser verificadas antes de serem usadas para fins críticos.

Aqui, Leite (2023) ressalta que o próprio *ChatGPT* diz que não é especialista em química, frisando o papel do professor como mediador do processo de ensino-aprendizagem no ensino da química e colocando, também, ressalvas no uso indiscriminado da IA pelos estudantes nas resoluções de problemas.

Os resultados das respostas do *ChatGPT* para as definições apontam o seguinte, segundo Leite (2023):

Em relação às respostas apresentadas pelo *ChatGPT*, professores que valorizam a educação bancária (baseada no “depósito” de ideias e conteúdos nos alunos) provavelmente dariam boas notas aos estudantes na maioria das definições disponibilizadas pela IA, considerando-os preparados para as demandas da sociedade, pois “escrevem bem” e, talvez, tenham “cometido pequenos equívocos”. Entretanto, a educação para o século [XXI], que precisa de pensamento crítico, criatividade e resolução real de problemas, busca desenvolver habilidades e competências dos estudantes que vão além da escrita formal. Avaliar o conhecimento dos estudantes baseados apenas na escrita (produção textual) pode se configurar como um problema no ensino, principalmente quando esta avaliação é baseada no modelo de ensino tradicional (constituído de aulas expositivas e não dialogadas). Existem estudantes que são criativos, críticos e inovadores que podem não escrever tão bem quanto o *ChatGPT*, porém, não existe construção de conhecimento sem reflexão. Assim, por mais que o *ChatGPT* crie situações, responda corretamente boa parte das questões, é preciso que o estudante pense, reflita, confronte e construa seu próprio conhecimento (Leite, 2023, p. 921).

Além de o *ChatGPT* produzir somente textos, que podem “carregar” algum nível de confusão, imprecisão e incompletude nas respostas das definições solicitadas, Leite (2023) cita a ausência de representações simbólicas dos conceitos (exemplos de equações ou reações) e, também, ausência de referências (ausência de citações: “segundo o pesquisador...”), principalmente para aqueles que têm diferentes definições, fundamentadas em diferentes teorias, como é o caso da definição de ácido e base.

A conclusão de Leite (2023) é que, apesar dos riscos no processo de ensino-aprendizagem, o *ChatGPT* apresenta potencialidades de novas formas de aprendizado, que deverão ser aprimoradas e, até, descobertas: um aprendizado baseado na exploração dos conceitos, baseado em um diálogo com a IA, em uma perspectiva centrada no aluno; sem substituição do professor, mas mediado por ele.

2) **Ferraz e Lino (2025)** realizaram o estudo “Investigando o uso da Inteligência Artificial *ChatGPT-3.5* no ensino de física” com o objetivo de avaliar a eficácia do uso da ferramenta de IA na resolução de questões de física, identificando erros e acertos e explorando o seu uso no contexto educacional. A realização do estudo foi estimulada pelos resultados de uma outra pesquisa, feita pela *DeltaFolha* (Diaz, 2023 *apud* Ferraz; Lino, 2025, p. 6), em que o *ChatGPT-3.5* foi utilizado para responder às

questões do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) das provas de humanidades, matemática e ciências da natureza entre 2017 e 2021. Especificamente a de ciências da natureza foi a prova na qual ocorreu a maior variação das notas das questões realizadas pela IA.

Como metodologia, Ferraz e Lino (2025) fizeram uma abordagem qualitativa (apesar da quantificação dos erros e acertos das questões), que, segundo eles, é justificada pela análise da compreensão aprofundada das respostas fornecidas pelo *ChatGPT-3.5*. Os pesquisadores dividiram as abordagens em quatro categorias, com seus respectivos resultados:

- 1) Análise de questões de física (tanto algébricas como conceituais): Foram utilizadas 40 questões (20 questões de álgebra e 20 questões de conceitos) coletadas em provas do Enem e sites comumente utilizados pelos alunos. Para cada questão, foi solicitado à IA 10 respostas com objetivo de avaliar a consistência da resolução, em que tomou-se o cuidado para que o histórico da ferramenta fosse limpo, como se a IA estivesse respondendo pela primeira vez. Resultados: das 400 questões analisadas, o *ChatGPT-3.5* acertou 210 e errou 190, sendo que a taxa de acerto das questões de conceitos foi de 62 % em comparação com as questões com resolução de álgebra, que foi de 43 %.
- 2) Explicações de conceitos de física: Foi solicitado à IA que explicasse 11 conceitos físicos, 3 vezes cada um, por meio da seguinte pergunta: “Explique para uma sala de ensino médio os conceitos físicos de [conceito]”. Resultados: constatou-se respostas com “[...] consistência notável em sua capacidade de formular explicações [...] incorporou elementos adicionais, tais como curiosidades sobre o assunto, fórmulas, leis e aplicações práticas” (Ferraz; Lino, 2025, p. 15).
- 3) Formulações de equações físicas: Foi solicitado à IA que formulasse equações físicas de temas da física. Resultados: não foram identificadas variações nas formulações, mas alterações na nomenclatura, o que pode induzir confusões nos alunos.
- 4) Formulações de experimentos de física: Solicitou-se à IA que elaborasse experimentos práticos de física com a questão “Crie para mim um experimento de física, destinado à realização em uma sala de aula do ensino médio, utilizando materiais acessíveis, com foco no tema [tema selecionado]”. Resultados: apesar de os procedimentos experimentais criados serem consistentes do ponto de vista lógico, o *ChatGPT-3.5* falha no aspecto do sentido prático das suas realizações.

A principal conclusão do estudo de Ferraz e Lino (2025) mostra que o *ChatGPT-3.5* é ainda uma ferramenta de IA que gera erros em percentuais significativos na resolução das questões de física, possibilitando confusões nos alunos e falhas no sentido prático da realidade ao criar experimentos, ou seja, novamente os chamados “delírios” (Canaltech, 2024), mas possui também muitas possibilidades, inclusive no campo criativo dos professores e alunos. É uma ferramenta nova no processo de ensino-aprendizagem que exige, em seu atual estágio, a mediação do professor, pois faz-se necessário o conhecimento da disciplina para seu adequado uso.

3) **Albuquerque e Dores (2023)**, no seu estudo sobre as IA na educação, apresentaram no artigo “Uso da Inteligência Artificial no ensino de física: potencialidades e desafios” o uso do *ChatGPT-3.5* e da IA *Studio D-ID* como ferramentas auxiliares no ensino de física moderna, especificamente da teoria da relatividade restrita de Einstein, na terceira série do ensino médio. O objetivo dos

autores (Albuquerque; Dore, 2023, p. 3) foi “[...] analisar a confiabilidade das respostas da IA com o conteúdo abordado no livro adotado através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o terceiro ano do ensino médio” e desenvolver um produto educacional (texto e vídeo) para o ensino de física moderna.

Citando essencialmente Paulo Freire (1921 – 1997) e contextualizando sua pedagogia, foram utilizadas as metodologias ativas da aprendizagem baseada em problemas (PBL) e a aprendizagem baseada em equipe (TLB), além de conteúdo contemplado na BNCC. A pesquisa teve abordagem qualitativa, exploratória com procedimento experimental. As fases do trabalho foram as seguintes (Albuquerque; Dore, 2023, p. 9):

- 1) Escolha do conteúdo explorado: teoria da relatividade restrita.
- 2) Escolha do livro (livro didático do colégio): *Conexões com a física, volume 3 (Eletricidade e física do século XXI)*, dos autores Glorinha Martini, Walter Spinelli, Hugo Carneiro Reis e Blaidi Sant’anna, terceira edição, editora Moderna (São Paulo), 2016.
- 3) Fazendo-se uso do capítulo 15 do livro didático, com o título “A teoria da relatividade restrita”, mapeou-se 15 palavras-chave no livro com os seguintes critérios: palavras em negrito, títulos secundários, palavras repetidas com frequência superior a 10 vezes no capítulo.
- 4) Foi solicitado ao *ChatGPT-3.5* que listasse 15 palavras-chave sobre o tema “relatividade restrita” com o comando “Crie uma lista com 15 palavras-chave sobre a teoria de relatividade restrita com seus devidos conceitos”.
- 5) Criação de um texto baseado nas informações do livro e da IA.
- 6) Criação de um avatar utilizando-se da IA *Studio D-ID*.
- 7) Análise dos resultados do *ChatGPT* e do livro adotado.

Nos resultados dos itens 3 e 4, que foram organizados em duas tabelas e comparados, constata-se que, no conjunto das palavras, a IA apresenta apenas duas palavras que não aparecem no livro didático, mostrando que há muita semelhança nesse quesito dos recursos didáticos (IA e livro). Porém, o livro didático não apresenta os conceitos das palavras, mostrando, segundo Albuquerque e Dore (2023, p. 11), um “[...] um equívoco grave e que a IA pode ajudar como ferramenta auxiliar para ajudar o estudante no entendimento do conteúdo”. Como resultado também do procedimento experimental, a turma da terceira série produziu um texto e um vídeo com a IA *Studio D-ID*, com um avatar explicando a teoria da relatividade restrita.⁴

Como conclusão, os autores apontam as potencialidades do tripé Professor-IA-Alunos no processo de ensino-aprendizagem baseado na PBL e na TLB, em que especificamente desenvolveu-se um produto educacional para o ensino de física moderna, no qual IA e livro didático tradicional atuaram de forma complementares. Ainda segundo os autores, o professor deve atuar como mediador e orientador, pois não se deve ter ilusões a respeito dessas tecnologias, pois elas estão sujeitas a produzir possíveis equívocos e distorções, também, no atual estágio das IA.

4) Santos (2024), em seu trabalho “Inteligência Artificial aplicada nas aulas de ciências do ensino fundamental II”, apresentou resultados da aplicação da plataforma de IA *Khan Academy* no processo de ensino-aprendizagem em ciências para turmas do 8º ano do ensino fundamental II de uma escola pública. Guiado pela pedagogia humanista de Carl Roger (1902 – 1987), Santos (2024) aponta três atitudes positivas que o educador deve ter:

⁴ O produto educacional produzido pode ser visto em Albuquerque e Dore (2023, p. 12), no link: https://studio.did.com/share?id=eb9d50ecc41f11c8dc0a6871f820f2f9&utm_source=copy.

1 - Destaca-se a necessidade de o professor estabelecer uma relação honesta com o aluno. O trabalho pedagógico torna-se mais eficaz quando há autenticidade e integridade na interação entre aluno e professor. 2 - É fundamental valorizar o aluno, compreendendo sua história, seus sentimentos e suas ideias. Um educador que aceita, inclusive, a possível indiferença de alguns estudantes em determinados momentos em relação ao conteúdo pode utilizar essas situações como oportunidades para enriquecer o processo de ensino e aprendizagem. 3 - O professor deve cultivar a empatia e aceitar os alunos em sua singularidade. Quando o educador consegue se colocar no lugar do estudante, compreendendo suas facilidades, medos, fraquezas e dificuldades, o aluno se sente compreendido e mais propenso a progredir (Santos, 2024, p. 44-45).

Nessa perspectiva, Santos (2024) questiona o novo papel dos docentes e alunos com os usos das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) na educação, em que, na pedagogia humanista de Carl Rogers, o processo de ensino-aprendizagem deve ser centrado no aluno e promover um ambiente acolhedor de aprendizagem, ou seja, uma educação empática exercida pelo docente.

Como qualquer tecnologia educacional, e dado o avanço e a popularização das IA, Santos (2024) diz:

A formação docente para a utilização da Inteligência Artificial (IA) surge como uma demanda urgente em um mundo cada vez mais digitalizado. Os educadores enfrentam o desafio de não apenas compreender as potencialidades e limitações da IA, mas também de integrá-la de forma significativa e ética em suas práticas pedagógicas. Nesse contexto, é essencial que os programas de formação de professores incorporem tanto conhecimentos técnicos sobre as ferramentas de IA quanto uma compreensão crítica de seu impacto na educação e na sociedade em geral (Santos, 2024, p. 48).

Dessa forma, Santos (2024, p. 48) aponta que “os professores precisam não apenas dominar as ferramentas tecnológicas, mas também compreender como essas ferramentas podem ser utilizadas de maneira eficaz para promover a aprendizagem dos alunos”. Ou seja, para que a utilização das IA seja, de fato, efetiva no processo de ensino-aprendizagem, ela deve ocorrer com planejamento e intenção pedagógica.

Apesar das dificuldades dos professores em aprender a lidar com as novas tecnologias, os problemas que envolvem a infraestrutura das escolas, como turmas lotadas e, também, questões éticas envolvendo o uso das IA, Santos (2024) acredita que

Sistemas de Tutores Inteligentes (STIs) têm a capacidade de identificar características, preferências e estilos de aprendizagem dos alunos, além de fornecer dicas e feedbacks, simplificando o trabalho do educador ao proporcionar uma abordagem mais individualizada para cada aluno (Santos, 2024, p. 50).

Na proposta experimental do autor, utilizou-se a plataforma de IA gratuita *Khan Academy* (Estados Unidos), que se trata de um STI com várias atividades em diversas disciplinas, sendo uma delas as ciências da natureza. Ela possui milhares de problemas, com possibilidades de *feedbacks* tanto em nível individual quanto no coletivo (no caso, uma turma). O professor cadastra escola, turma e alunos e as atividades podem ser transferidas para o *Google Classroom*, em que, fora do ambiente escolar, os alunos podem desenvolver as atividades (em qualquer dispositivo eletrônico, como *smartphones*). Santos (2024) completa:

A plataforma oferta medalhas para premiar os acertos, o sistema identifica os erros mais comuns de cada um e sugere métodos para que o educando consiga entender o assunto que ele está com dificuldade. Para o professor, o sistema gera gráficos informando dados, coletivos e individuais, como: progresso, dificuldades, números de acertos, de erros e quantidade de tentativas. Dessa forma, é possível atender cada uma dentro das suas necessidades (Santos, 2024, p. 5).

O público-alvo do experimento foram três turmas do 8º ano do ensino fundamental II, do ano de 2023, de uma escola pública, com o tema “fontes e tipos de energia”. Obteve-se os seguintes resultados para uma turma específica:

Na turma em questão, pode-se observar que a aluna que mais explorou a plataforma foi a única que acertou 100 % da avaliação. Entre os dez alunos com mais tempo de uso da plataforma, oito acertaram mais que 60 % da prova (nota dos dez alunos com mais tempo de uso da plataforma: 10, 8,8, 4, 8, 5, 4, 9, 9). Doze alunos dessa turma não acessaram a plataforma por diferentes motivos, sendo que quatro destes acertaram mais que 60 % da prova (nota dos alunos que não acessaram a plataforma: 2, 7, 7, 5, 4, 2, 5, 7, 9, 4, 5, 2). Em outras turmas [em] que a plataforma foi usada como recurso para revisão de conteúdos, os resultados obtidos apresentaram elevada similaridade (Santos, 2024, p. 52-53).

Em suas conclusões, Santos (2024, p. 53) diz que “mesmo não sendo possível afirmar que o rendimento está vinculado ao uso da plataforma *Khan Academy*, até porque diversas variáveis estão envolvidas nesses resultados”, a plataforma proporcionou aos alunos um aprendizado individualizado e humanizado, mas elas (as plataformas de IA) não são panaceias de processos de ensino-aprendizagem, e, sim, facilitadores, que são úteis quando utilizadas com adequada intenção pedagógica.

5) Santos e Veraszto (2024), com seu trabalho “Animação atômica: descobrindo o processo de criação de animação com Inteligência Artificial”, apresentaram uma descrição da criação e justificativas para a produção de um filme de animação (objeto educacional), baseando seu roteiro no livro paradidático *Os outros somos nós*, desenvolvido junto ao mestrado de um dos autores (Santos, 2021 *apud* Santos; Veraszto, 2024, p. 5). O livro aborda questões de inclusão social de pessoas com deficiência visual e o poder da força da ciência na transformação das vidas das pessoas. Portanto, o filme teve eixos conceituais, pedagógicos e de comunicação centrados nas necessidades dos alunos com deficiência visual. Para a criação do filme, os autores utilizaram duas ferramentas de IA, as plataformas *Eleven Labs* e *Adobe Express*, e disseram que “o ponto focal do filme é a radiação, abrangendo uma infinidade de tópicos cruciais que vão desde os princípios fundamentais da radiação até suas diversas aplicações na medicina, indústria e pesquisa” (Santos; Veraszto, 2024, p. 2).⁵ Os autores acreditam no potencial da criação de filmes paradidáticos. Sobre a importância da mídia,

Paulo Freire explica a importância da mídia como ferramenta educativa e de conscientização. Ele argumentou que a mídia pode ser usada não apenas para transmitir informações, mas também para estimular a reflexão crítica e o diálogo entre os indivíduos. Freire enfatizou a necessidade de uma abordagem educacional que vá além da simples reprodução de conteúdos

⁵ O filme pode ser encontrado no seguinte link do YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=WV256tek3Tw>.

mediáticos e promova a capacidade de analisar, questionar e interpretar as mensagens veiculadas pela mídia (Freire, 1984 *apud* Santos; Veraszto, 2024, p. 3).

Santos e Veraszto (2024) também apontam, citando Russel (2021), sobre os riscos associados ao uso das IA, que

[...] Russell (2021) alerta sobre os riscos associados ao desenvolvimento da IA incluindo preocupações éticas, de segurança e de governação. Isto sublinha a importância do desenvolvimento e utilização responsável da Inteligência Artificial, ao mesmo tempo que se consideram as implicações sociais e éticas das suas aplicações (Russel, 2021 *apud* Santos; Veraszto, 2024, p. 3).

Os autores não apresentaram resultados quantitativos ou qualitativos do impacto do filme no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, pois não mostraram nenhuma estatística relativa a algum tipo de métrica na exibição do filme, mas Santos e Veraszto (2024, p. 12), em suas conclusões, dizem que “[...] pode-se inferir que o filme cumpriu com sucesso o seu objetivo principal de servir como uma ferramenta educacional potente, cativante esteticamente e ao mesmo tempo ilustrando o impacto dos elementos audiovisuais na educação científica”. Para os autores, a IA como ferramenta criadora de objetos educacionais proporciona ao ensino da química o potencial de personalizar o processo de ensino-aprendizagem de conceitos químicos, criando conteúdos dinâmicos, com possibilidades de *feedbacks* individualizados, ajudando os alunos – com ou sem necessidades específicas – a corrigir erros e melhorando sua compreensão dos fenômenos tratados nas ciências da natureza.

Analisando por categorias e subcategorias os usos, os potenciais e riscos das IA especificamente no ensino das ciências da natureza na educação básica, obteve-se os seguintes pontos convergentes e divergentes dos autores, conforme mostram os quadros 1 e 2:

Quadro 1 - Pontos convergentes

Critério	Descrição	Autores
Importância da Mediação Docente	A IA deve ser usada como ferramenta auxiliar, mas sem substituir o professor. O acompanhamento docente é essencial para evitar erros conceituais e reforçar o aprendizado.	Leite (2023), Ferraz e Lino (2025), Albuquerque e Dorez (2023)
Potencialidades e Limitações da IA	A IA pode gerar explicações e auxiliar na resolução de problemas, mas apresenta erros em questões de álgebra, ausência de referências e dificuldade na viabilidade de experimentos educacionais de baixo custo.	Ferraz e Lino (2025), Leite (2023), Albuquerque e Dorez (2023)
Enfoque Crítico no Uso da IA	A IA deve ser utilizada de forma crítica e pedagógica, evitando a repetição mecânica de informações e estimulando metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL).	Leite (2023), Santos (2024), Albuquerque e Dorez (2023)
Relevância das Tecnologias no Ensino	IA pode personalizar o ensino e tornar a aprendizagem mais acessível, por meio de objetos educacionais interativos e sistemas de tutoria inteligente.	Santos e Veraszto (2024), Santos (2024)

Fonte: elaborado pelos autores (2025)

Quadro 2 - Pontos divergentes

Critério	Descrição	Autores
Metodologias de Análise	Métodos distintos: abordagem qualitativa descritiva, análise estatística, metodologia experimental (PBL e TLB), avaliação de desempenho escolar e criação de animações.	Leite (2023), Ferraz e Lino (2025), Albuquerque e Dorés (2023), Santos (2024), Santos e Veraszto (2024)
Ferramentas de IA Utilizadas	Diferentes ferramentas: <i>ChatGPT-3.5</i> , <i>Khan Academy</i> (tutoria educacional), e IA para geração de mídia (<i>Eleven Labs</i> , <i>Adobe Express</i>).	Leite (2023), Ferraz e Lino (2025), Albuquerque e Dorés (2023), Santos (2024), Santos e Veraszto (2024)
Enfoque Pedagógico	Alguns autores avaliam a IA de forma técnica (erros e acertos), enquanto outros focam em metodologias ativas ou na inclusão digital e produção de materiais acessíveis.	Leite (2023), Ferraz e Lino (2025), Albuquerque e Dorés (2023), Santos (2024), Santos e Veraszto (2024)
Aplicabilidade da IA no Ensino	A IA pode ser usada para definições conceituais, discussões críticas, complemento aos livros didáticos, aprendizado individualizado e acesso a materiais interativos.	Leite (2023), Ferraz e Lino (2025), Albuquerque e Dorés (2023), Santos (2024), Santos e Veraszto (2024)

Fonte: elaborado pelos autores (2025)

Os quadros 1 e 2 mostram os seguintes pontos: o consenso entre educadores e pesquisadores em ensino das ciências da natureza quanto à importância da mediação docente, ressaltando que a IA deve ser uma ferramenta auxiliar, e não substituir o professor; há reconhecimento dos benefícios da IA, como a personalização do ensino e auxílio na resolução de problemas, mas também são apontadas limitações, como erros em respostas e dificuldades na criação de experimentos educacionais viáveis; o uso da IA deve ser crítico e pedagógico, evitando a simples repetição de informações. Entre as divergências, os autores adotam diferentes metodologias para análise da IA, variando entre abordagens qualitativas, estatísticas e experimentais. As ferramentas de IA estudadas também diferem, abrangendo desde o *ChatGPT* até plataformas educacionais como a *Khan Academy* e softwares de geração de mídia. Quanto ao enfoque pedagógico, alguns autores analisam a IA sob uma perspectiva técnica, enquanto outros enfatizam abordagens humanistas e inclusivas. Por fim, a aplicabilidade da IA ao ensino varia conforme o estudo, indo desde o suporte para definições conceituais até a criação de materiais educacionais interativos.

As IA, apesar de oferecerem inúmeras possibilidades para inovar o processo de ensino-aprendizagem, também apresentam riscos significativos que merecem atenção. Um dos principais desafios apontados por Leite (2023) é o uso indiscriminado das IA por estudantes, o que pode comprometer o desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade e da autonomia intelectual ao priorizarem respostas prontas em detrimento da reflexão e construção do conhecimento. Ferraz e Lino (2025) destacam a inconsistência e os erros frequentes nas respostas da IA em questões de física, o que pode gerar confusões conceituais entre os alunos. Além disso, conforme Santos (2024), a falta de formação adequada dos docentes e os problemas estruturais das escolas – como turmas lotadas – dificultam a integração crítica e eficaz dessas tecnologias em sala de aula. Há também riscos éticos e pedagógicos, como alertado por Santos e Veraszto (2024), que lembram que o uso da IA precisa considerar implicações sociais, segurança e governança. Assim, sem uma mediação adequada por parte dos professores, planejamento pedagógico intencional e uma abordagem crítica, as IA podem mais atrapalhar do que ajudar no processo educativo.

Em relação às lacunas dos artigos analisados, observou-se três pontos:

- 1) Ausência de validação empírica ampla: Apesar de alguns estudos mencionarem aplicações práticas da IA em sala de aula, eles carecem de validação empírica robusta, ou seja, experimentos controlados, amostras mais representativas e acompanhamento longitudinal dos impactos no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, há limitações metodológicas e ausência de triangulação de dados, pois, apesar da variabilidade de métodos (análises qualitativas, experimentais, estudos de caso), percebe-se a escassez de modelos metodológicos mistos que permitam relacionar percepções de docentes/alunos com os resultados de aprendizagem.
- 2) Escassez de pesquisas comparativas entre disciplinas: Os trabalhos analisados tendem a focar isoladamente em física, química ou ciências, sem promover análises comparativas entre as áreas. Dessa forma, ocorre a ausência de abordagens interdisciplinares que investiguem como a IA pode favorecer a integração dos componentes das ciências da natureza.
- 3) Desconsideração da formação docente em IA: Os estudos reconhecem a importância da mediação do professor, mas não analisam de forma sistemática como os docentes estão sendo formados para usar a IA e quais competências digitais e pedagógicas são necessárias para uma prática realmente eficaz da utilização da IA no ensino das ciências da natureza.

Essas lacunas configuram oportunidades de pesquisa futura, especialmente para investigações que aliem robustez empírica, análise ética e inovação pedagógica, contribuindo para uma educação digital crítica e inclusiva.

Considerações finais

A IA na educação deve ser compreendida por educadores, alunos e gestores como além de uma mera ferramenta, pois agrega benefícios e malefícios. Em seus benefícios, estão novas possibilidades no processo de ensino-aprendizagem; por exemplo, como as IA (generativas de textos, imagens ou vídeos) trabalham com dados de entrada (fornecidos pelo usuário ou por *Big Data*), os dados de saída podendo ser analisados e conferidos com informações contidas por fontes convencionais seguras (livros, artigos, monografias e teses), mostrando a importância (ainda) do professor como mediador e/ou portador do conhecimento teórico para a realização dessas análises ou conferências. Já entre os malefícios, estão questões éticas envolvendo a má conduta acadêmica, que acabam exigindo softwares capazes de detectar usos indevidos de IA e pessoal treinado apto a diferenciar seu uso ou não. Daí a necessidade de regulamentações.

Por fim, pode-se afirmar que as IA são uma realidade na sociedade atual e seu uso é cada vez mais abrangente; a escola, sendo o espelho da sociedade, em parte já faz seu uso, sendo que em breve sua utilização estará completamente disseminada no ambiente escolar. Dessa forma, o ponto central é como usar IA, e não se vamos usá-la. Este trabalho não possui a intenção de esgotar o assunto, pois as IA encontram-se em desenvolvimento, e o questionamento essencial em aberto é: qual o futuro do processo de ensino-aprendizagem dos alunos e o papel dos educadores em uma realidade em que o docente “cria” uma atividade avaliativa utilizando a IA, o aluno “faz” a atividade usando a IA e o docente a “corrige” através da IA?

Referências

ALBUQUERQUE, Jader; DORES, Jorge. Uso da inteligência artificial no ensino de física: potencialidades e desafios. **Caminhos da Educação: Diálogos, Culturas e**

Diversidades, v. 5, n. 3, p. 1-14, 2023. DOI: 10.26694/caedu.v5i3.4657. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/cedsd/article/view/4657>. Acesso em: 12 mar. 2025.

BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e a Lei nº 11.494, de 20 de junho de 2007 [...]. **Lex**: Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm. Acesso em: 23 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. **Resolução nº 4, de 17 de novembro de 2018**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=104101-rcp004-18&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 26 mar. 2025.

BRASIL. Novo Ensino Médio começa a ser implementado gradualmente a partir de 2022. **Site gov.br**. Brasília: Serviços e Informações do Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/educacao-e-pesquisa/2021/07/novo-ensino-medio-comeca-a-ser-implementado-gradualmente-a-partir-de-2022>. Acesso em: 26 jul. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Inep**: divulgados os resultados do Pisa 2022. Brasília, DF: MEC, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso em: 23 jul. 2024.

CANALTECH. O que é uma alucinação de IA. **Site**. Última atualização: 26 maio 2024. Disponível em: <https://canaltech.com.br/inteligencia-artificial/o-que-e-alucinacao-de-ia/>. Acesso em: 3 abr. 2025.

DURSO, Samuel. Reflexões sobre a aplicação da Inteligência Artificial na educação e seus impactos para a atuação docente. **Educação em Revista**, v. 40, p. e47980, 2024.

FAVARON, Guilherme. Os invernos da IA: ciclos da ascensão e queda da Inteligência Artificial. **IA Aplicada**. Atualizada em: 5 jul. 2024. Disponível em: <https://iaaplicada.substack.com/p/os-invernos-da-ia-ciclos-de-ascensao-e-queda-na-historia-da-inteligencia-artificial>. Acesso em: 7 maio 2025.

FEENBERG, Andrew. **Teoria crítica da tecnologia**. Tradução equipe do Colóquio Internacional Teoria Crítica e Educação. [S. l.]: Unimep; UFSCar; Unesp, 2004. Disponível em: <https://www.sfu.ca/~andrewf/critport.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2023.

FERRAZ, Allan; LINO, Alex. Investigando o uso da Inteligência Artificial ChatGPT-3.5 no ensino de física. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, [S. l.], p. e025004, 2025. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rbic/article/view/1797>. Acesso em: 12 mar. 2025.

G1 TECNOLOGIA. Reuters. OpenAI lança nova versão do ChatGPT, chamada GPT-4.5, para usuários pagantes. **Portal**. Última atualização: 28 fev. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2025/02/28/openai-lanca-nova-versao-do-chatgpt-chamada-gpt-45-para-usuarios-pagantes.ghtml>. Acesso em: 4 mar. 2025.

GOMES, Paulo. **Análise de uma pesquisa de mercado sobre a percepção de demanda de um curso de engenharia de inovação para a Indústria 4.0**. 2021. 50 f. Monografia (Especialização em Gestão Estratégica em Negócios) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

GONSALES, Priscila; KAUFMAN, Dora. IA na educação: da programação à alfabetização em dados. **ETD – Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 25, n. 00, p. e023032, 2023. DOI: 10.20396/etd.v25i00.8666522. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8666522>. Acesso em: 27 jul. 2024.

INFOMONEY. O que é DeepSeek? Conheça IA chinesa que desafia gigantes da tecnologia global. **Site**. Última atualização: 27 jan. 2025. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/business/o-que-e-deepseek-conheca-ia-chinesa-que-desafia-gigantes-da-tecnologia-global/>. Acesso em: 3 abr. 2025.

KNEUSEL, Ronald. **Como a Inteligência Artificial funciona**: da magia à ciência. São Paulo: Novatec, 2024.

LEITE, Bruno. Inteligência Artificial e ensino de química: uma análise propedêutica do ChatGPT na definição de conceitos químicos. **Química Nova**, v. 46, n. 9, p. 915-923, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20230059>.

LIMA, Cleosanice; SERRANO, Agostinho. Inteligência Artificial generativa e ChatGPT: uma investigação sobre seu potencial na educação. **Transinformação**, v. 36, p. e2410839, 2024.

MKT DIGITAL. Quem criou o ChatGPT: a história, evolução e impacto da OpenAI no desenvolvimento da Inteligência Artificial conversacional. **Portal**. Última atualização: 16 nov. 2024. Disponível em: <https://portalmktdigital.com.br/quem-criou-o-chatgpt-a-historia-evolucao-e/>. Acesso em: 26 fev. 2025.

MOSCIARO, Henrique; KANASHIRO, Daniela. Problematizações das soluções de Inteligência Artificial generativa relacionadas aos profissionais da educação. **Revista Sítio Novo**, Palmas, v. 9, p. e1637, 2025. DOI: 10.47236/2594-7036.2025.v9.1637. Disponível em: <https://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/1637>. Acesso em: 15 jan. 2026.

OLIVEIRA, Eliana *et al.* Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional**, Paraná, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, v. 4, n. 9, p. 1-17, maio-ago. 2003. DOI: <https://doi.org/10.7213/rde.v4i9.6479>. Acesso em: 15 jan. 2026.

OLIVEIRA, Laize Almeida *et al.* Inteligência Artificial na educação: uma revisão integrativa da literatura. **Peer Review**, v. 5, n. 24, p. 248-268, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.53660/1369.prw2905>. Acesso em: 7 fev. 2025.

PIRES, Marília. Multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade no ensino. **Interface – Comunicação, Saúde, Educação**, [s. l.], 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-32831998000100010>.

RODRIGUES, Olira; RODRIGUES, Karoline. A Inteligência Artificial na educação: os desafios do ChatGPT. **Texto Livre**, v. 16, p. e45997, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.45997>. Acesso em: 15 jan. 2026.

SANTOS, Michele; VERASZTO, Estéfano. Animação atômica: descobrindo o processo de criação de animação com Inteligência Artificial. **Revista de Estudos Interdisciplinares**, v. 6, n. 6, p. 1-13, 2024. DOI: 10.56579/rei.v6i6.1293. Disponível em: <https://revistas.ceeinter.com.br/revistadeestudosinterdisciplinar/article/view/1293>. Acesso em: 23 mar. 2025.

SANTOS, Zaqueu. Inteligência Artificial aplicada nas aulas de ciências no ensino fundamental II. **Cadernos da Fucamp**, v. 26, 2024. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/3295>. Acesso em: 7 fev. 2025.

SILVA, Ivan; SPATTI, Danilo; FLAUZINO, Rogério. **Redes neurais artificiais**: para engenharia e ciências aplicadas. 2. ed. São Paulo: Artliber, 2016.

WAZLAWICK, Raul. **História da computação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.

ZENDESK. Inteligência Artificial simbólica e conexcionista: veja as diferenças. **Blog**. Última atualização: 12 dez. 2023. Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/inteligencia-artificial-simbolica-e-conexionista/>. Acesso em: 22 fev. 2025.

Informações complementares

Descrição		Declaração
Financiamento		Não se aplica.
Aprovação ética		Não se aplica.
Conflito de interesses		Não há.
Disponibilidade dos dados de pesquisa subjacentes		O trabalho não é um <i>preprint</i> e os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos neste artigo.
Uso de Inteligência Artificial		Sim. A IA generativa foi usada em duas ocasiões: 1) O NotebookLM foi utilizado na geração do mapa mental da história da IA, produzindo síntese cronológica. 2) O ChatGPT 3.5 foi utilizado no auxílio da análise qualitativa dos pontos convergentes e divergentes dos artigos selecionados na escrita do artigo.
CrediT	Paulo Maurício Costa Gomes	Funções: conceituação, análise formal, investigação, metodologia, escrita, rascunho original, revisão e edição.
	Arthur Emanuel de Oliveira Carosia	Funções: análise formal, supervisão, revisão e edição.

Avaliadores: Dr.^a Rosa Alfredo Mechiço* (Universidade Pedagógica de Maputo. Maputo, Moçambique). O avaliador “B” optou pela avaliação fechada e pelo anonimato.

Revisor do texto em português: Jéssica Rejane Lima.

Revisora do texto em inglês: Patrícia Luciano de Farias Teixeira Vidal.

Revisora do texto em espanhol: Jéssica Rejane Lima.

Como citar:

GOMES, Paulo Maurício Costa; CAROSIA, Arthur Emanuel de Oliveira. Aplicações da Inteligência Artificial na educação: possibilidades e potenciais riscos no ensino das ciências da natureza na educação básica. **Revista Sítio Novo**, Palmas, v. 10, p. e1926, 2026. DOI: 10.47236/2594-7036.2026.v10.1926. Disponível em: <https://sitionovo.ifto.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/1926>.

* Optou pela avaliação aberta e autorizou a divulgação da identidade no trabalho publicado e do parecer na página da Revista.