

REVISÃO DA LITERATURA SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EM FÍSICA E CIÊNCIAS: DESAFIOS, POTENCIALIDADES E IMPACTOS NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM¹

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.057-011>

Alex Linhares Bezerra

Licenciatura em Física – Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Campus Santa Cruz-RN
E-mail: alexlinhares940@gmail.com

Valdenildo Pedro da Silva

Professor Orientador – Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Campus Santa Cruz-RN
E-mail: valdenildopedrosilva16@gmail.com

Resumo

A Inteligência Artificial Generativa (IAG) tem se consolidado como uma tecnologia emergente no contexto educacional, especialmente no ensino de Física e Ciências, a partir de 2022, suscitando debates sobre suas potencialidades e limitações pedagógicas. A relevância do tema justifica-se pelo caráter sensível e complexo de sua incorporação em áreas que exigem rigor conceitual, pensamento crítico e sólida mediação docente. O objetivo geral deste estudo é analisar como a literatura acadêmica aborda o uso da IAG no processo de ensino-aprendizagem de Física e Ciências entre 2022 e 2025, considerando impactos, desafios e possibilidades. Metodologicamente, adotou-se uma Revisão Sistemática da Literatura, orientada pelo protocolo PRISMA, com busca na base *Scopus*, resultando na análise de sete estudos. Os resultados indicam que a IAG apresenta potencial para apoiar a aprendizagem ativa, a resolução de problemas e a inovação metodológica, embora ainda enfrente limitações conceituais, riscos de uso superficial e dependência tecnológica. Conclui-se que a integração da IAG requer estratégias pedagógicas críticas, formação docente adequada e uso ético, de modo a potencializar a aprendizagem sem comprometer a qualidade do ensino.

Palavras-chave: Aprendizagem Ativa; Ensino de Ciências; Ensino de Física; Inteligência Artificial Generativa; Revisão Sistemática da Literatura.

¹ Este artigo corresponde à versão em inglês de trabalho originalmente publicado nos anais do **II Seminário sobre Inteligência Artificial e suas Aplicações na Pesquisa Acadêmica (SIA)**, sob o título "**Inteligência Artificial Generativa no Ensino de Física e Ciências: Desafios, Potencialidades e Impactos no Processo de Aprendizagem, uma Revisão Sistemática da Literatura**", com DOI [10.5281/zenodo.21269158](https://doi.org/10.5281/zenodo.21269158). A presente publicação consiste em uma versão revisada e traduzida para o inglês, adaptada ao formato de capítulo de livro internacional, preservando a autoria e o conteúdo científico da obra original.

1 INTRODUÇÃO

A ascensão da Inteligência Artificial Generativa (IAG), impulsionada por inovações emergentes a partir de 2022, tem provocado transformações significativas em diversos setores, especialmente na educação. Sua capacidade de gerar textos, figuras, imagens, sons, vozes, filmes e animações desperta crescente interesse nas áreas de Física e Ciências, destacando seu potencial para apoiar práticas pedagógicas inovadoras, aprimorar processos avaliativos e fortalecer a colaboração entre humanos e máquinas. No entanto, essa integração também revela limitações importantes, como falhas conceituais, interpretações visuais inadequadas e a exigência de novas competências por parte de docentes e discentes. Assim, este estudo delimita seu foco na análise crítica da aplicação da IAG no ensino de Física e Ciências, considerando os desafios associados à sua adoção em um campo marcado por metodologias tradicionais.

A relevância desse debate torna-se ainda mais evidente ao se observar que o ensino de Física permanece, em grande parte, ancorado em práticas transmissivas, o que contribui para o desinteresse dos estudantes e para uma limitada renovação metodológica no processo de ensino-aprendizagem. A introdução da IAG nesse cenário configura-se como um tema complexo, envolvendo questões técnicas, éticas, epistemológicas e pedagógicas. Estudos recentes indicam que, apesar de suas potencialidades, a IAG pode favorecer compreensões superficiais, dependência tecnológica e dificuldades no desenvolvimento do pensamento crítico. Assim, discutir sua incorporação ao ensino de Ciências e Física torna-se fundamental para compreender suas contribuições e limitações.

Diante disso, o objetivo geral deste estudo é analisar como a literatura acadêmica tem abordado o uso da IAG no processo de ensino de Física e Ciências entre 2022 e 2025, considerando seus impactos, limitações e potencialidades. Para alcançar esse objetivo, busca-se identificar os principais desafios conceituais e operacionais da IAG; analisar como os estudos descrevem seu uso por estudantes e professores; examinar suas potencialidades pedagógicas; discutir limitações e riscos; e apontar lacunas e tendências na produção científica recente.

2 METODOLOGIA

Este estudo adotou a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com etapas e procedimentos metodológicos definidos, com o objetivo de analisar e sintetizar resultados de pesquisas existentes sobre a Inteligência Artificial Generativa no ensino-aprendizagem de Física e Ciências. Todo esse rigor teve como finalidade assegurar que a RSL apresentasse validade, confiabilidade e possibilidade de reprodução, conforme assinala (Vilelas, 2022). A revisão consiste na construção de um método de pesquisa planejado, permitindo uma análise abrangente e transparente da literatura existente, conforme proposto por (Peijun Wang; Yuhui Jing; Shusheng Shen, 2025).

A pesquisa foi conduzida a partir de etapas previamente definidas², conforme o *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), assim como determina (Moher et al., 2009; Page et al., 2021). Para a busca dos estudos relevantes, foi realizada a consulta na base de dados *Scopus*, pois, além de estar entre os maiores bancos de dados de resumos e citações da literatura, com ampla cobertura global e regional de periódicos científicos, a *Scopus* também apresentou resultados para os termos pesquisados, diferentemente das bases *Web of Science* e *ERIC* que não retornaram registros com a mesma estratégia de busca por se tratar de um tema amplamente restrito. Além disso, devido à atual limitação e restrição temática na literatura, esta pesquisa não se restringiu exclusivamente a artigos científicos, abrangendo igualmente outras produções acadêmicas pertinentes, como artigos publicados em eventos, desde que alinhados ao objeto investigado.

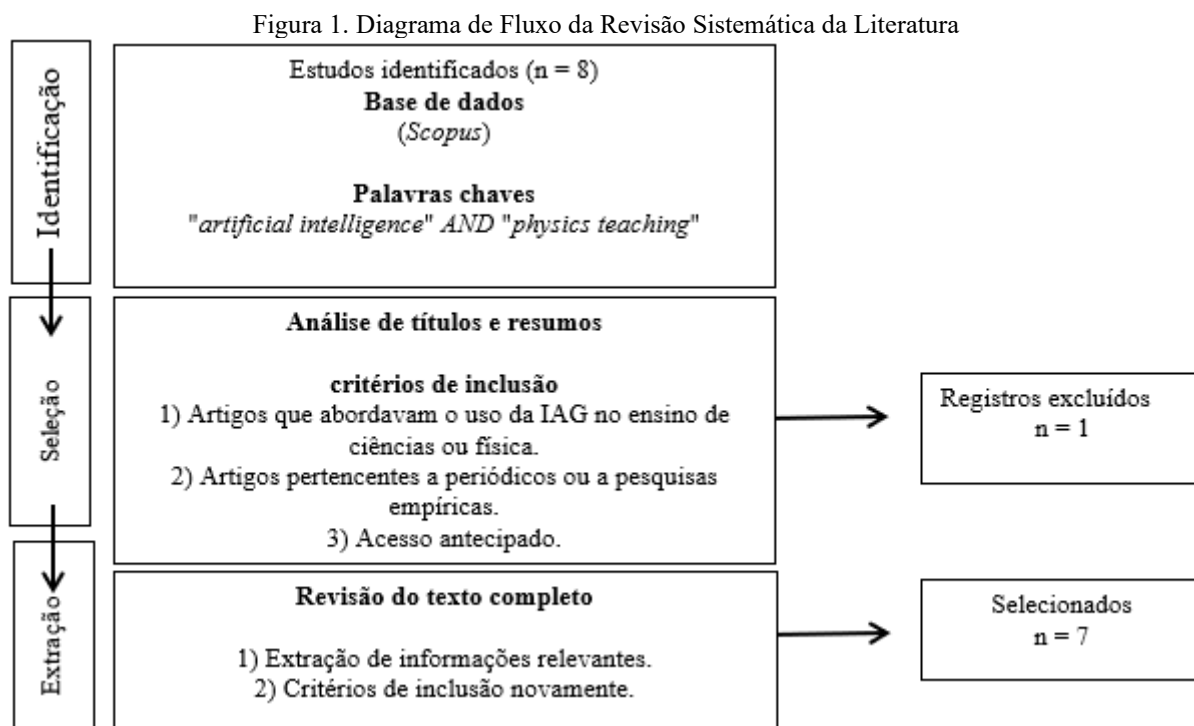
A investigação realizada no dia 5 de novembro de 2025 utilizou a seguinte *string* de busca: *TITLE-ABS-KEY ("artificial intelligence" AND "physics teaching")*, a qual resultou inicialmente em 18 documentos identificados na base de dados *Scopus*.

A pesquisa não foi refinada quanto ao tipo de documento, abrangendo, portanto, não apenas artigos de publicação, mas também artigos de apresentação. Também não houve refinamento por idioma, sendo considerados trabalhos em inglês e em português. Além disso, não foram aplicados filtros referentes a palavras-chave, país, tipo de fonte, título da fonte, nome do autor, fase de publicação, afiliação, patrocinador de financiamento ou acesso aberto. O único refinamento realizado correspondeu ao período de 2022 a 2025, visto que 2022 marcou o surgimento da IAG, especialmente com a popularização de modelos como o ChatGPT. Assim, foram consideradas apenas publicações dos últimos três anos, filtradas pela área temática, abrangendo Física e Astronomia. Após a aplicação desses critérios, a busca delimitou-se a 8 documentos identificados na base de dados.

Posteriormente, como critério de inclusão, foram considerados apenas estudos que tratavam especificamente da aplicação da IAG no ensino-aprendizagem de Ciências e Física, artigos pertencentes a estudos de periódicos ou pesquisas empíricas, que tivessem acesso antecipado, foram excluídos: revisões, editoriais ou outros artigos teóricos; e artigos que mencionem o termo "IA" ou "IAG", mas que, na verdade, abordem a aplicação da IAG na educação ou sobre o investimento nas atitudes, intenções ou percepções dos participantes sobre a educação em IAG, sem detalhes de implementação de práticas educativas de sala de aula de docentes do campo das Ciências e da Física. Ao término do processo de seleção, foram escolhidos

² As etapas definidas para este estudo de acordo com a checklist: Critérios de elegibilidade, fontes de informação, estratégia de pesquisa, processo de seleção, processo de recolha de dados, dados dos itens, avaliação do risco de viés nos estudos, medidas de efeito, método de síntese, avaliação do viés reportado e avaliação do grau de confiança. De acordo com a declaração PRISMA 2020 (Page et al., 2021; Abreu et al., 2024).

7 artigos para compor a análise desta revisão sistemática, conforme a figura 1, do diagrama sistemático do fluxo.



Fonte: Autoria própria, 2025.

3 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

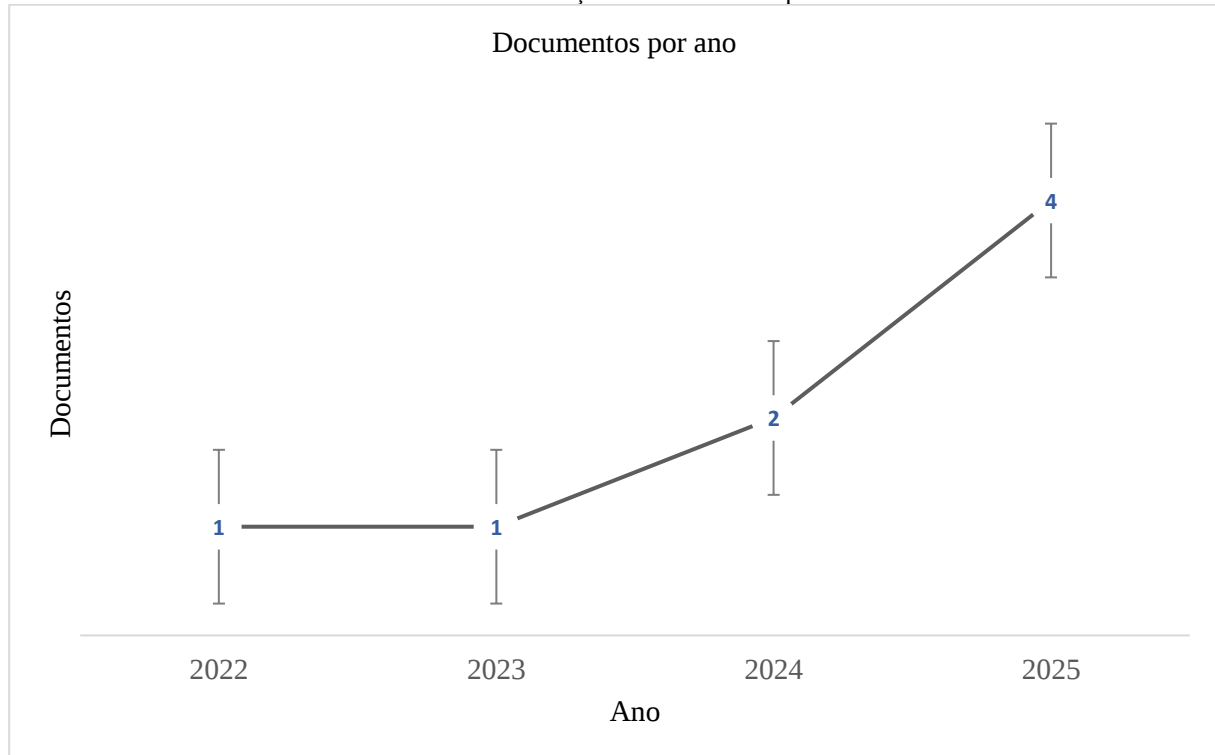
Nesta seção, os trabalhos serão analisados por meio de uma análise bibliométrica, a qual possibilita uma melhor compreensão dos estudos de acordo com o ano de publicação, os autores e a distribuição dos documentos por países e territórios. Dessa forma, torna-se possível observar com maior clareza a distribuição das pesquisas ao longo desses três anos, contribuindo para a replicabilidade e maior rigor da revisão sistemática.

3.1 PUBLICAÇÃO POR ANO

O primeiro passo consistiu em categorizar os trabalhos de acordo com o ano de publicação, a fim de possibilitar uma melhor compreensão da evolução dos estudos, conforme apresentado no Gráfico 1. Observa-se um crescimento nas publicações ao longo dos anos, passando de um artigo em 2022 e um em 2023 para dois em 2024 e quatro em 2025, o que indica um aumento do interesse acadêmico pela aplicação da IAG no ensino de Física nesse período.

Percebe-se, portanto, que, embora o tema ainda não seja amplamente explorado no contexto do ensino de Física, há um interesse crescente ao longo do tempo, contribuindo para maior visibilidade da implementação da IAG nessa área.

Gráfico 1 - Distribuição de documentos por ano.



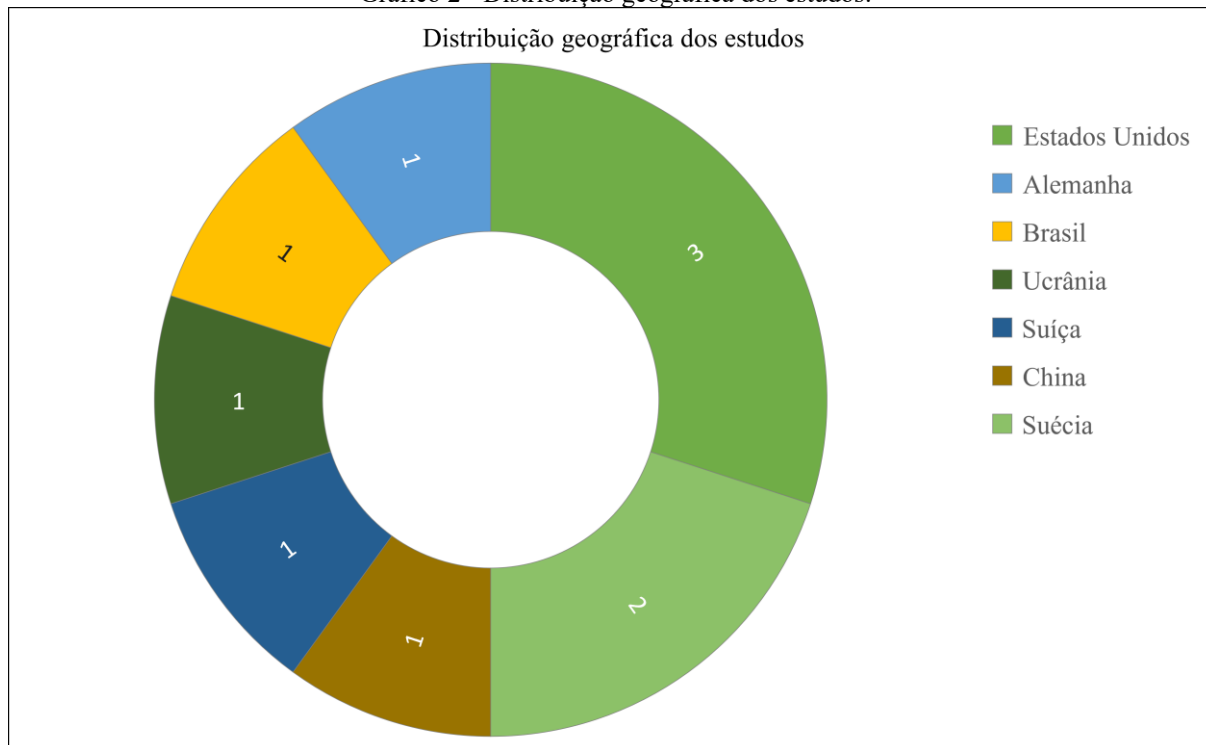
Fonte: Autoria própria com base nos dados da *Scopus*, 2025.

3.2 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

Além da evolução temporal das publicações, a análise também considerou a distribuição geográfica dos estudos, conforme ilustrado no Gráfico 2. Observa-se uma maior concentração de produções nos Estados Unidos, com três publicações identificadas no período analisado, seguido pela Suécia, com duas, e pelos demais países, Brasil, China, Alemanha, Suíça e Ucrânia, com uma publicação cada.

Dessa forma, verifica-se que os Estados Unidos demonstram maior interesse na implementação da IAG no ensino de Física, destacando-se como um dos principais polos de desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao tema.

Gráfico 2 - Distribuição geográfica dos estudos.

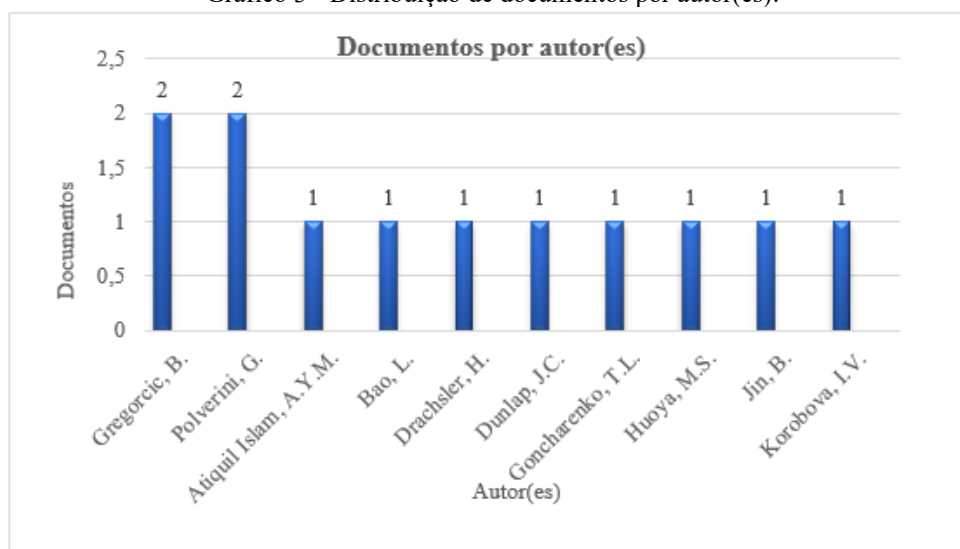


Fonte: Autoria própria com base nos dados da *Scopus*, 2025.

3.3 AUTOR(ES)

Por fim, os documentos foram analisados quanto à autoria, conforme apresentado no Gráfico 3. Observa-se que os autores com maior número de publicações são Gregorcic, B., e Polverini, G., ambos com duas produções. Seus estudos investigam o desempenho e as limitações da IAG no ensino de Física, destacando seu potencial como ferramenta educacional, embora ainda apresente erros conceituais e interpretativos.

Gráfico 3 - Distribuição de documentos por autor(es).



Fonte: Autoria própria com base nos dados da *Scopus* (2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos permitem uma análise mais aprofundada de como a literatura acadêmica aborda o tema, evidenciando padrões recorrentes, lacunas de conhecimento e tendências emergentes identificadas a partir da revisão sistemática.

Na sequência, elaborou-se um quadro que apresenta a distribuição das produções analisadas, contemplando informações como título, autoria, periódico e número de citações, conforme os dados disponibilizados pela base *Scopus*, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Distribuição detalhada de cada produção científica.

Nº	TÍTULO	AUTOR(ES)	NOME DO PERIÓDICO	NÚMERO DE CITAÇÕES (SCOPUS)
1º	Descendo um plano inclinado com um modelo de linguagem grande	Dunlap, Justin; Sissons Ryan; Widenhorn, Ralf.	Journals.aps.org.	0
2º	Desempenho do ChatGPT em tarefas envolvendo representações visuais de física: O caso da breve avaliação de eletricidade e magnetismo.	Polverini, Giulia; Melin, Jakob; Önerud, Elias; Gregórcico, Bor.	Journals.aps.org.	4
3º	Explorando o papel da colaboração entre humanos e IA na resolução de problemas científicos.	Tong, Dazhenum; Jin, Bangjianb; Tao, Yangc; Ren, Hong Meium; Atiquil Islam AYMd; Bao, Leif.	Journals.aps.org.	1
4º	Auxílio na correção de uma prova de termodinâmica manuscrita utilizando inteligência artificial: um estudo exploratório.	Kortemeyer, Gerda d; Nöhl, Julianb; Onishchuk, Dariac.	Journals.aps.org.	9
5º	Como a compreensão de grandes modelos de linguagem pode orientar o uso do ChatGPT no ensino de física.	Polverini, Giulia; Gregórcico, Bor.	Iopscience.	66
6º	Ensino de física mediado por aprendizado de máquina: o caso do pêndulo simples.	Prates, José Humberto de Souza da Costa; Camila Schneider Loureiro Pessoa; Elisa Fernanda Gurriti Mattedi; Guilherme do Prado Monteiro; Henrique Baleeiro de Jesus; José Victor Brito Namiok; Luiz Fernando Yano Huoya; Marçal Santos Matui; Yumi Alves.	Scielo.	1

REVISÃO DA LITERATURA SOBRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EM FÍSICA E CIÊNCIAS:
DESAFIOS, POTENCIALIDADES E IMPACTOS NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

7	Experiência no desenvolvimento e implementação de um sistema de casos de ensino visualizados em Física utilizando um sistema de medição digital computadorizado Einstein.	Yu Golovko N; Goncharenko TL; Korobova IV.	Iopscience.	3
---	---	--	-------------	---

Fonte: Autoria própria com base nos dados da *Scopus*, 2025.

Os estudos analisados na Tabela 1 têm como foco os impactos da IAG no ensino e na aprendizagem de Física e Ciências, com ênfase na identificação de barreiras a partir de uma abordagem sistemática. Nesse sentido, os trabalhos selecionados são apresentados a seguir de forma sintetizada, a fim de garantir maior clareza, transparência e possibilidade de replicação da pesquisa realizada.

Dunlap, Justin; Sissons, Ryan; Widenhorn e Ralf, (2025), em seu artigo, buscam analisar como diferentes permutações do objeto, do verbo de ação e das propriedades do plano inclinado impactam as respostas do modelo. A pesquisa examina como diferentes tipos de *prompts* podem influenciar a resposta final da IAG, mostrando que pequenas variações no enunciado podem alterar significativamente a forma como o modelo interpreta e resolve o problema. Os autores destacam que essas variações revelam deficiências importantes da IAG no contexto do ensino de Física, especialmente pela falta de explicitação de suposições e pela dificuldade em lidar com informações conflitantes.

Polverini e Giulia *et al.* (2025), em seu artigo, investigam o desempenho do ChatGPT-4 na solução de problemas visuais de Física, analisando como o modelo interpreta diagramas, campos vetoriais e outras representações conceituais. Os autores identificam que o *chatbot* apresenta dificuldades importantes, incluindo interpretações incorretas, problemas na aplicação de leis fundamentais da Física e limitações no raciocínio espacial. Embora reconheçam que a implementação da IAG possui grande potencial e valor agregado para a educação, especialmente no apoio à aprendizagem e na acessibilidade, o estudo destaca que ainda existem inúmeras barreiras para sua efetiva integração, como erros persistentes na interpretação visual e inconsistências conceituais que comprometem a confiabilidade do sistema.

Tong e Dazhen *et al.* (2025), em seu artigo, analisam a resolução de questões científicas, comparando a colaboração humano-IA com a colaboração humano-humano. Os resultados mostram que muitos estudantes utilizaram o ChatGPT-4 apenas para obter respostas prontas, sem demonstrar interesse em desenvolver pensamento crítico ou aprofundar o processo de aprendizagem. Por outro lado, nas interações entre humanos, observou-se um aprendizado mais significativo, no qual os alunos discutiram, argumentaram e refletiram criticamente sobre os problemas. O estudo evidencia ainda que as limitações da IAG, como inconsistências nas respostas e falhas na interpretação visual e conceitual, representam uma barreira importante para sua implementação efetiva no ensino de Física e Ciências. Além disso, reforça a

necessidade de orientar os alunos sobre como colaborar de forma mais produtiva com ferramentas de IA, evitando o uso superficial e passivo desses sistemas.

Kortemeyer, Gerda; Onishchuk, Dariac; e Nöhl, Julian (2024) avaliam quatro fluxos de trabalho para correção assistida por IA em provas de termodinâmica com respostas manuscritas. O principal obstáculo é transformar a escrita manual em texto legível pela IA. Rubricas muito detalhadas causam erros de correção, pois o modelo não acompanha múltiplos critérios simultaneamente; já a correção em partes é mais confiável, mas perde nuances. Diagramas e gráficos desenhados à mão também aumentam a taxa de erros. A IA identifica bem provas aprovadas, mas as reprovadas ainda exigem verificação humana.

Polverini, Giulia e Gregorcic, Bor (2024) buscam explicar como a engenharia de *prompts* pode melhorar o desempenho da IAG em pesquisas e tarefas de Física, mostrando que a forma como o usuário formula o *prompt* influencia diretamente a qualidade das respostas. Além disso, o artigo apresenta uma introdução clara sobre o funcionamento dos grandes modelos de linguagem e discute seus pontos fortes e limitações no contexto da resolução de problemas conceituais. A partir de exemplos práticos, os autores demonstram como técnicas específicas de engenharia de *prompts* podem orientar melhor a IAG, tornando suas respostas mais precisas e úteis para o ensino de Física. Assim, o estudo evidencia que compreender e aplicar boas estratégias de prompts é essencial para aproveitar plenamente o potencial desses modelos no ambiente educacional.

Prates, Humberto de Souza José *et al.* (2023) propõem uma nova abordagem pedagógica ao integrar técnicas de aprendizado de máquina ao estudo do pêndulo simples. Os autores coletam dados experimentais do movimento do pêndulo e utilizam um algoritmo de regressão para modelar o sistema com boa precisão. A proposta demonstra como métodos de *machine learning* podem complementar o ensino tradicional de Física, aproximando os estudantes da ciência de dados e das tecnologias emergentes. O trabalho reforça que a formação de futuros físicos deve incluir competências computacionais e análise de dados.

Yu Golovko N *et al.* (2022) discute sobre a necessidade de modernizar o sistema educacional, destacando o papel das tecnologias digitais, da IA e da educação STEM. Propõe o desenvolvimento de um sistema de “casos de ensino visualizados” para Física, utilizando ferramentas do Google e o sistema digital de medições Einstein. Relata a experiência prática de implementação dessa abordagem na Universidade Estadual de Kherson, mostrando como os casos visualizados, integrados a contextos reais, podem melhorar a aprendizagem em Física e despertar maior interesse dos alunos por áreas STEM.

De forma ampla, os estudos buscam investigar como o uso da IAG pode contribuir para a formação conceitual dos alunos, apoiar processos avaliativos, favorecer a aprendizagem ativa e promover uma interação mais significativa entre humanos e máquinas no contexto educacional.

Embora os trabalhos explorem diferentes aspectos, como o desempenho de modelos em problemas de Física, a colaboração humano-IA, a correção automatizada de provas, o uso de algoritmos de

aprendizado de máquina e o desenvolvimento de recursos digitais interativos, todos apresentam um foco comum na relação entre tecnologia e ensino, especialmente nas limitações e potencialidades que essa ferramenta pode oferecer ao processo de ensino-aprendizagem de Física.

As metodologias, embora variadas, apresentam um propósito semelhante: avaliar a eficácia e os desafios do uso da IAG como instrumento pedagógico. Seja por meio de análises qualitativas de respostas geradas por *chatbots*, de experimentos comparativos entre humanos e IA ou de aplicações práticas de sistemas digitais em sala de aula, todos os estudos buscam compreender como essas ferramentas influenciam o raciocínio científico, a interpretação de representações visuais, a resolução de problemas e a autonomia dos estudantes.

Além disso, os estudos compartilham uma preocupação com a formação de professores e alunos diante das novas exigências da era digital, conforme ilustrado na Figura 2. Os autores apontam que a integração de tecnologias avançadas na educação não tem como objetivo substituir o método tradicional, mas sim promover uma aprendizagem crítica, reflexiva e colaborativa. Em síntese, esses estudos convergem na ideia de que a IAG pode transformar o ensino de Física, desde que suas limitações sejam reconhecidas e seu uso seja acompanhado por estratégias pedagógicas adequadas, capazes de potencializar o processo de ensino e aprendizagem.

Figura 2 – Aspectos e exigências da era digital identificadas na literatura científica

Aspectos		Exigências na era Digital e Transformações Identificadas nos Trabalhos
1	Desenvolvimento de novas competências	A integração da inteligência artificial e das tecnologias digitais no ensino de Física exige o desenvolvimento de novas competências pedagógicas, cognitivas e tecnológicas. Professores e alunos devem compreender o funcionamento dessas ferramentas, reconhecer suas limitações conceituais e utilizá-las de forma crítica e significativa.
2	Formação docente voltada para o uso pedagógico da IA	É necessário que os educadores recebam formação específica para o uso da IA em sala de aula, aprendendo a elaborar <i>prompts</i> eficazes, interpretar respostas dos modelos e promover atividades de investigação científica que estimulem o raciocínio e a reflexão, e não apenas a busca por respostas automáticas.
3	Preparação dos estudantes	Os alunos devem ser preparados para interagir de modo colaborativo, ético e crítico com as ferramentas de IA, desenvolvendo pensamento científico, autonomia intelectual e capacidade de validar informações.
4	Alfabetização digital e científica	Destaca-se a importância da alfabetização digital e científica, que envolve compreender os fundamentos da inteligência artificial, aprendizado de máquina e análise de dados, aplicando esses conhecimentos ao estudo dos fenômenos físicos.
5	Estratégias de ensino integradas	Há necessidade de adotar estratégias pedagógicas que unam experimentação prática, análise computacional e recursos visuais interativos, tornando o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, contextualizado e significativo.
6	Redefinição do papel do professor e do aluno	Atender a essas exigências implica repensar o papel do professor, que deixa de ser um simples transmissor de conteúdo para atuar como mediador e orientador dos processos de aprendizagem mediados pela tecnologia. Os alunos, por sua vez, devem assumir uma postura mais ativa, investigativa e colaborativa.

7	Educação científica para o século XXI	Essas transformações são fundamentais para preparar professores e estudantes para uma educação científica compatível com as demandas cognitivas e tecnológicas do século XXI, promovendo uma aprendizagem crítica, reflexiva e integrada ao contexto digital.
---	---------------------------------------	---

Fonte: Autoria própria com base nos estudos revisados, 2025.

Assim como indicado no Tabela 2, as exigências da era digital evidenciam que a integração da IAG no ensino de Física requer o desenvolvimento de novas competências pedagógicas, cognitivas e tecnológicas por parte de professores e estudantes. Para utilizar a IAG de forma eficaz, é essencial que o professor domine a elaboração de *prompts*, compreenda seus limites e potencial educativo, além de ser capaz de interpretar criticamente as respostas geradas e propor atividades que estimulem o interesse investigativo, indo além de uma simples consulta ao modelo.

Além disso, destaca-se a necessidade de preparar os alunos para interagir de maneira ética e crítica com a IA, desenvolvendo o pensamento científico, o raciocínio lógico e a capacidade de avaliar informações. Outro aspecto relevante é a alfabetização digital e científica, que possibilita aos estudantes compreender e interpretar conceitos fundamentais tanto da IA quanto da Física.

Dessa forma, os estudos apontam que essa transformação é essencial no contexto do século XXI, evidenciando que a formação docente assume papel central para que o professor atue como mediador de aprendizagens tecnológicas, promovendo um aluno mais ativo, investigativo e protagonista do próprio processo de construção do conhecimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos estudos selecionados evidencia que o uso da Inteligência Artificial Generativa no ensino de Física e Ciências configura-se como um campo emergente, em rápida expansão e marcado por crescente interesse acadêmico. Os resultados indicam que a IAG possui potencial significativo para apoiar a aprendizagem, especialmente ao favorecer a construção conceitual, a resolução de problemas, a personalização do ensino e a adoção de práticas pedagógicas mais ativas e inovadoras.

Entretanto, os achados também revelam limitações relevantes que não podem ser negligenciadas. A ocorrência de erros conceituais, a superficialidade de determinadas respostas e a tendência ao uso acrítico da ferramenta constituem desafios que demandam uma atuação docente consciente e mediadora. Nesse contexto, a integração da IAG não reduz a importância da mediação pedagógica; ao contrário, exige o desenvolvimento de novas competências, como o domínio da engenharia de *prompts*, a capacidade de avaliar criticamente as respostas geradas e a habilidade de orientar os estudantes para uma postura ativa, reflexiva e investigativa.

Além disso, os estudos analisados indicam que a adoção responsável e estratégica da IAG pode contribuir para a construção de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos, inclusivos e alinhados às

demandas contemporâneas. Para tanto, sua implementação deve ser compreendida como um complemento às metodologias existentes, e não como substituição do trabalho docente ou das práticas tradicionais. O equilíbrio entre inovação e criticidade mostra-se, portanto, essencial para assegurar que a tecnologia amplie, e não comprometa, a qualidade do ensino.

Em síntese, a IAG apresenta-se como uma ferramenta promissora no ensino de Física e Ciências, desde que utilizada de forma ética, crítica e pedagogicamente orientada. O avanço desse campo dependerá da formação continuada de professores, do desenvolvimento de práticas educacionais responsáveis e da consolidação de uma cultura pedagógica que compreenda a tecnologia como meio de potencializar a aprendizagem, fortalecendo o protagonismo discente no processo educativo.

REFERÊNCIAS

DUNLAP, Justin; SISSONS, Ryan; WIDENHORN, Ralf. Descending an inclined plane with a large language model. **Physical Review Physics Education Research**, 2025.

GOLOVKO, N. Yu.; GONCHARENKO, T. L.; KOROBOVA, I. V. Experience in developing and implementing a system of visualized teaching cases in physics using a computerized digital measurement system Einstein. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 2022.

KORTEMAYER, Gerda; NÖHL, Julian; ONISHCHUK, Daria. Assisting grading of handwritten thermodynamics exams using artificial intelligence: an exploratory study. **Physical Review Physics Education Research**, 2024.

MOREIRA, Marco Antônio. **Ensino de Física no Brasil: desafios e perspectivas**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, 2021.

POLVERINI, Giulia; GREGORCIC, Bor. How understanding large language models can inform the use of ChatGPT in physics education. **European Journal of Physics**, 2024.

POLVERINI, Giulia et al. Performance of ChatGPT on physics tasks involving visual representations: the case of the Brief Electricity and Magnetism Assessment. **Physical Review Physics Education Research**, 2025.

PRATES, José Humberto de Souza et al. Ensino de física mediado por aprendizado de máquina: o caso do pêndulo simples. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2023.

TONG, Dazhen et al. Exploring the role of human-AI collaboration in scientific problem solving. **Physical Review Physics Education Research**, 2025.

VILELAS, José. **Investigação: o processo de construção do conhecimento**. Lisboa: Edições Sílabo, 2022.

WANG, Peijun; JING, Yuhui; SHEN, Shusheng. A systematic literature review on the application of generative artificial intelligence in higher education: instructional contexts, processes and strategies. **The Internet and Higher Education**, 2025.