



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

JOSÉ VICTOR OLIVEIRA DE ARAUJO

**CONTRIBUIÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO ENSINO
DE FÍSICA**

MARINGÁ, 2024

CONTRIBUIÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO ENSINO DE FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Física como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Física pela Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Carvalhais Gomes

MARINGÁ
2024

CONTRIBUIÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA NO ENSINO DE FÍSICA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de Física
como requisito parcial para obtenção do
grau de Licenciado em Física pela
Universidade Estadual de Maringá.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Breno Ferraz de Oliveira
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dra. Hatsumi Mukai
Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Luciano Carvalhais Gomes
Universidade Estadual de Maringá

MARINGÁ
2024

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Justificativa	12
Problema de Pesquisa	13
Objetivos	13
Objetivo Geral	13
Objetivos Específicos.....	13
Metodologia	13
Resultado e Análises	16
Propostas	27
Proposta 1 – Identificar fotos que desafiem as Leis da Física	27
Objetivo.....	27
Passo-a-Passo	27
Exemplo	28
Proposta 2 – Criar planos de aula e recursos didáticos	30
Objetivo.....	30
Passo-a-Passo	30
Exemplo	31
Proposta 3 – Criação de metáforas e analogias sobre Circuitos Elétricos	32
Objetivo.....	32
Passo-a-Passo	32
Exemplo	32
Considerações sobre a Proteção de Dados	33
Conclusões e Recomendações	35
Referências	37

RESUMO

A dificuldade dos alunos do Ensino Médio em compreender conceitos abstratos de Física e o desafio enfrentado pelos professores em engajar estudantes em um mundo cada vez mais tecnológico tornam necessária a busca por soluções inovadoras no ensino dessa disciplina. Nesse contexto, a Inteligência Artificial Generativa (IAG) desponta como uma ferramenta promissora, capaz de personalizar o aprendizado e enriquecer as práticas pedagógicas. Esta monografia analisa, por meio de uma revisão sistemática da literatura nacional, as contribuições da IAG no ensino de Física, com destaque para ferramentas como o ChatGPT, investigando seu potencial na criação de materiais didáticos, planejamento de aulas e desenvolvimento de metodologias adaptadas às necessidades dos estudantes.

Palavras Chave: Tecnologias Educacionais, Plano de Aula, IAG

ABSTRACT

The difficulty high school students have in understanding abstract physics concepts and the challenge teachers face in engaging students in an increasingly technological world make it necessary to look for innovative solutions in teaching this subject. In this context, Generative Artificial Intelligence (GAI) has emerged as a promising tool, capable of personalizing learning and enriching teaching practices. This monograph analyzes, through a systematic review of the national literature, the contributions of GAI in physics teaching, with emphasis on tools such as ChatGPT, investigating its potential in the creation of teaching materials, lesson planning and the development of methodologies adapted to the students' needs.

Keywords: Educational Technologies, Lesson Plan, GAI

1 INTRODUÇÃO

No momento atual, a humanidade vivencia a Quarta Revolução Industrial, em que a Internet das Coisas (IoT) está presente em diversas esferas da sociedade (KENDE, *et al.*, 2015). A IoT é uma realidade cada vez mais presente, caracterizada pela crescente interconectividade entre dispositivos e sistemas. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) deixou de ser vista como ficção e passou a ser uma ferramenta do dia-a-dia. “Em continuidade, a sociedade que já havia transposto as barreiras do tempo e espaço com a Internet, se vê diante da Quarta Revolução, e admite-se o crescimento exponencial dos sistemas computacionais” (MAKRIDAKIS, 2017).

Nesse cenário de transformações tecnológicas, cada inovação demanda adaptação e reflexão. Assim como o uso da calculadora como ferramenta no cálculo matemático gerou resistência em sua implementação, o uso de ferramentas tecnológicas avançadas, como a IA, não é amplamente aceito por todos os educadores (LEITE, 2023). Entretanto, é dever do educador estar a par das possibilidades que estão disponíveis para auxiliá-lo na prática docente. Silva (2022) alerta para as possíveis dificuldades do uso de TIC desatualizado:

[...] a sala de aula baseada na cultura audiovisual está cada vez mais obsoleta na cibercultura, e os estudantes cada vez mais desinteressados das aulas centradas na distribuição de informações para memorização e repetição. A dinâmica comunicacional da cultura digital favoreceu a expressão do participador (SILVA, 2022).

No entanto, no atual contexto da Quarta Revolução Industrial, em que a IoT permeia todas as esferas societárias, emerge um novo e potente agente de mudança: a Inteligência Artificial Generativa (IAG). A IAG consiste em um subcampo da IA que se dedica ao desenvolvimento de algoritmos e modelos capazes de produzir conteúdo como imagens, textos, músicas e vídeos. Esses sistemas aprendem padrões e estruturas complexas a partir de vastos conjuntos de dados, utilizando esse conhecimento para gerar novos artefatos com características semelhantes aos dados de treinamento (EPSTEIN, *et al.*, 2023).

Desse modo, a IA emerge como um potencial catalisador de mudanças educacionais. Sua implementação de fácil acesso ao público, como a publicação do ChatGPT e sua popularização na educação, principalmente entre os estudantes, aconteceu durante o período da pandemia, quando os alunos não tinham acesso direto aos

professores, durante aulas remotas. Nessas circunstâncias, os estudantes buscaram formas alternativas para sanar suas dúvidas. Nesse cenário, consolidou-se o uso popular e normalizado da IAG. Enquanto escolas convencionais enfrentavam dificuldades para oferecer a tutoria individualizada, a IA apresenta uma alternativa tecnológica promissora para atender às necessidades específicas de cada estudante, como aponta Filatro (2020) ao comentar sobre os ITS (*Intelligent Tutoring System*) “softwares baseados em Inteligência Artificial que fornecem feedbacks imediatos e personalizados para os estudantes.” (2020, p.148).

A personalização do ensino via IAG permite a criação de materiais didáticos adaptados aos diferentes perfis de aprendizagem, atingindo diretamente o aluno que usará a ferramenta. Como aponta Holmes, Bialik e Fadel, a IAG pode “[...] fornecer tutoriais passo a passo, individualizados para cada aluno, sobre tópicos de assuntos estruturados e bem definidos, como matemática ou física” (2019, p. 102, tradução nossa). Assim, estudantes com facilidade teórica podem receber conteúdos mais diretos, enquanto aquele com dificuldades em cálculos pode obter materiais mais aprofundados e detalhados. Essa abordagem não busca substituir o professor, mas sim funcionar como uma ferramenta auxiliar que complementa sua prática docente.

Um aspecto particularmente relevante é o potencial da IAG em atender estudantes com necessidades especiais. Historicamente, instituições educacionais tendem a tratar uniformemente alunos com diferentes demandas, prática que ignora as particularidades individuais. A IAG pode gerar materiais específicos, personalizados para atender às necessidades únicas de cada estudante, promovendo um desenvolvimento mais inclusivo e efetivo, características vitais do ensino, como apontando por Mantoan (2003).

Oliveira, Sanz e Chaves (2022) destacam a importância dos algoritmos de machine learning na identificação de padrões e correlações, evidenciando oportunidades significativas para solução de desafios educacionais, especialmente nas áreas de Física e Ciências. Essa capacidade tecnológica permite que o professor transite de executor para supervisor, otimizando seu papel pedagógico.

Além disso, a IAG funciona como um tutor complementar, reconhecendo que cada indivíduo possui um método de aprendizagem único. Estudantes podem interagir com a ferramenta, inclusive utilizando-a para validar seu próprio aprendizado através de explicações e feedbacks imediatos. Como observa Dias e Pinto (2020), essa prática já se

consolidou especialmente durante o período de ensino remoto provocado pela pandemia de COVID-19. Como aponta Alburquerque e Dores, “[...] desta forma estas ferramentas promovem uma aprendizagem mais autônoma e personalizada, incentivando os alunos a serem protagonistas de seu processo educativo.” (2023)

Em sua aplicação mais comum na atualidade, a IAG atua como mecanismo de busca e pesquisa, função similar aos motores de busca tradicionais. Segundo Martins (2023), o primeiro contato dos professores com a IAG ocorre principalmente por meio do uso como instrumento de pesquisa, tendência que também se observa entre os estudantes. O uso da ferramenta de pesquisa tem se destacado especialmente através dos chatbots, como o ChatGPT, podendo “[...] ser tanto aplicada em um buscador da rede que busca lhe oferecer as melhores respostas (ou produtos) ou mesmo na forma de um chatbot, feito para interagir com humanos” (Sampaio, et al. 2021).

Este novo paradigma tecnológico tem transformado significativamente o ambiente educacional. A IAG, ao processar as informações solicitadas, oferece aos professores suporte na exploração de novos tópicos e no esclarecimento de dúvidas conceituais (Marchi, 2023). Um diferencial importante desta ferramenta é sua capacidade de manter a contextualização das discussões, permitindo um aprofundamento progressivo dos temas pesquisados e maior precisão nas respostas obtidas.

No entanto, o aproveitamento adequado desta tecnologia depende fundamentalmente de uma utilização crítica e consciente. Como alerta Marchi (2023), um uso indiscriminado e pouco crítico pode trazer prejuízos ao usuário, que no caso educacional, pode resultar no professor ensinar informações erradas ou reforçar erros conceituais. O uso ético e responsável desta ferramenta no contexto educacional deve sempre ser garantido:

Dessa maneira, é importante que os professores que se propõem a trabalhar com conceitos pedagógicos utilizando um *chatbot*, busquem constantemente a validação das respostas produzidas, com base em aportes teóricos confiáveis sobre os assuntos a serem trabalhados (Ribeiro, Navarro e Kalinke, 2024).

O planejamento de aulas é um componente fundamental da prática docente, sendo essencial para o sucesso do processo de ensino-aprendizagem. A elaboração cuidadosa de planos de aula permite que os educadores organizem o conteúdo a ser abordado, escolham metodologias adequadas para o contexto em que estão inseridos e definam os recursos

que auxiliarão os alunos na construção do conhecimento (Danielson, 2007). Neste contexto, a IAG, emerge como um recurso inovador, capaz de transformar o planejamento pedagógico.

De acordo com Danielson (2007), um dos principais desafios enfrentados pelos professores é a necessidade de dedicar uma quantidade significativa de tempo à análise do material didático e à elaboração de atividades que sejam não apenas criativas, mas também relevantes, alinhadas aos objetivos de aprendizado e estruturadas para evitar a criação de obstáculos epistemológicos e fomentar concepções alternativas.

Esses problemas, comuns no ensino de física, surgem devido a uma má formação acadêmica ou por não buscar renovar a sua prática docente, uma vez que, “[...] a maioria dos professores pode se beneficiar do foco nos trabalhos mais recentes de pesquisa pedagógica e suas aplicações na prática da sala de aula.” (Danielson, 2007, tradução nossa).

A IA generativa pode ser uma aliada nesse processo, permitindo que o educador insira documentos, como livros didáticos e anotações, na plataforma e, a partir disso, ela é capaz de ler e interpretar o conteúdo, propondo uma estrutura de planejamento que respeite as diretrizes educacionais e atenda às necessidades dos alunos, contudo, é importante realizar “[...] uma solicitação e/ou pergunta na justa medida do que queremos ou realizar um processo iterativo de refinamento da mesma, para que a resposta se aproxime daquilo que esperamos, um possível ‘ponto de parada’ vai depender do quanto conseguimos ser específicos ao perguntar/solicitar” (Sant’Ana, Sant’Ana e Sant’Ana 2023).

A preocupação referente a qualidade desses materiais é evidente, porém, como Graham (2023) evidencia, o ChatGPT já é capaz de produzir textos bons o suficiente nos quais pesquisadores da academia não foram capazes de identificar qual texto foi escrito pela IAG e qual foi escrito por um humano.

Além disso, a IAG pode facilitar a personalização do ensino, considerando as dificuldades específicas dos alunos ou turmas específicas, aplicação muito comum, mostrada por Holmes, Bialik e Fadel (2019) ao comentarem sobre a criação de “*Intelligent Tutoring Systems*”. Por exemplo, em uma turma onde os alunos apresentam dificuldades na compreensão do conceito de atrito, mas dominam os cálculos relacionados, a IAG pode ajustar o planejamento para enfatizar atividades que

aprofundem a compreensão conceitual do atrito, minimizando o tempo dedicado aos aspectos já compreendidos. Esse tipo de adaptação é especialmente benéfico para educadores que podem não ter a experiência necessária para adequar de maneira efetiva as áreas que requerem mais atenção (Albuquerque e Dores, 2023).

O professor pode solicitar que a IA elabore um plano de aula com base em uma abordagem específica, otimizando o tempo gasto pelo professor, porque “[...] o que percebemos na sociedade moderna é uma crescente aceleração, e uma escassez de tempo, visto que as tarefas aumentam” (Barbosa, Taveira e Peralta, 2024).

Outra capacidade da IAG apontada por Martins (2023) é a de gerar materiais didáticos diversos, desde textos explicativos até exercícios personalizados, o que representa uma transformação significativa na prática docente atual.

Um dos aspectos mais relevantes dessa tecnologia é sua versatilidade na produção de materiais. Hutson (2022) aponta como a IAG é capaz de redigir resumos, podendo auxiliar os professores na elaboração de diferentes recursos pedagógicos, como definições conceituais, exercícios adaptados ao perfil específico de cada turma, textos explicativos, materiais de memorização e até mesmo livros auxiliares de estudo. Esse processo não apenas otimiza o tempo do docente, mas também permite uma personalização mais precisa do material didático.

Estudos recentes, como o realizado por Küchemann et al. (2023), demonstram a competência das ferramentas de IAG na criação de conteúdo educacional. Ao comparar tarefas desenvolvidas por professores de Física usando o ChatGPT 3.5 com materiais de um livro didático, os pesquisadores constataram que a qualidade geral das tarefas geradas pela inteligência artificial era comparável àquelas produzidas por docentes experientes.

Além da eficiência na produção de materiais, a IAG oferece aos professores a possibilidade de incorporar elementos contemporâneos que promovam maior engajamento dos estudantes. Como apontado por Albuquerque e Dores (2023), o uso da tecnologia acaba também por “favorecer uma maior aproximação professor-estudante”. Um professor com menor familiaridade com cultura jovem, por exemplo, pode solicitar à ferramenta exemplos atuais que dialoguem com os interesses dos alunos, potencializando o processo de aprendizagem.

A perspectiva futura é ainda mais promissora, Silva *et al* (2023) “[...] acreditam que em breve a evolução da inteligência artificial fará com que se tornem mais proficientes na criação de exercícios específicos da disciplina, facilitando o desenvolvimento de tarefas”. Essa capacidade não apenas alivia a carga de trabalho docente, mas também libera energia para que os professores se concentrem em aspectos fundamentais do ensino, como desenvolvimento metodológico, tempo para continuar se capacitando e a construção de vínculos com os estudantes, práticas essenciais para a docência, como apontado por Danielson (2007), ao discutir as práticas fundamentais da docência.

1.1 JUSTIFICATIVA

Dentre todos os possíveis impactos da IAG, esta pesquisa limitou-se a analisar aqueles diretamente relacionados ao ensino de Física. Apesar de sua relevância, o ensino da física enfrenta desafios significativos, como a dificuldade dos alunos em compreender conceitos abstratos e aplicar teorias em contextos práticos. Esses desafios são exacerbados por métodos de ensino tradicionais que muitas vezes não conseguem engajar os estudantes de maneira eficiente. O ensino de física frequentemente se baseia em uma abordagem de ensino centrada no professor, com foco em aulas expositivas e exercícios padronizados. Embora eficazes em alguns contextos, esses métodos podem falhar em capturar o interesse dos alunos e em acomodar diferentes estilos e ritmos de aprendizagem. Estudos indicam que uma abordagem mais interativa e personalizada poderia melhorar significativamente a compreensão e o desempenho dos alunos.

A IAG oferece novas formas de abordar esses desafios. Ela pode criar cenários de aprendizagem imersivos e personalizados, permitindo aos alunos explorar conceitos de física em ambientes simulados que replicam condições do mundo real. Além disso, ela pode adaptar o conteúdo às necessidades individuais dos alunos, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e engajadora.

Esta monografia propõe uma revisão sistemática da literatura nacional sobre o uso da IAG no ensino de física, destacando sua potencialidade para revolucionar métodos educativos, personalizar a aprendizagem e superar desafios tradicionais no ensino dessa disciplina. Realizar uma revisão sistemática da literatura nacional sobre este tema é essencial para mapear o atual estado da arte, identificar lacunas no conhecimento e determinar as melhores práticas para a integração da IAG no ensino de física. Esta revisão

ajudará a consolidar dados de diversas fontes, oferecendo uma visão abrangente dos benefícios, desafios e potencialidades desta abordagem tecnológica.

Dada a crescente demanda por métodos educacionais inovadores e eficazes, a exploração do potencial da IAG no ensino de física é relevante e necessária. Esta revisão sistemática proporcionará *insights* críticos que poderão guiar futuras pesquisas e práticas educacionais, garantindo que a educação em física evolua em sintonia com as inovações tecnológicas do século XXI.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Dessa maneira, a partir dos fatos explorados anteriormente buscamos com esse trabalho responder ao seguinte problema de pesquisa: Como a Inteligência Artificial Generativa pode ser integrada efetivamente no ensino de física para melhorar a compreensão dos conceitos e o engajamento dos alunos, e quais são as principais barreiras e oportunidades identificadas na literatura nacional para a sua implementação nas práticas educacionais atuais?

1.3 OBJETIVOS

Para responder ao problema de pesquisa proposto neste trabalho, definimos os seguintes objetivos:

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura nacional, como a inteligência artificial generativa pode ser integrada de forma eficaz no ensino de física para melhorar a compreensão dos conceitos e o engajamento dos alunos, identificando as barreiras e oportunidades para sua implementação nas práticas educacionais atuais.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar estudos nacionais sobre o uso da IAG no ensino de física;
- Identificar as principais barreiras enfrentadas na implementação da IAG no ensino de física;
- Identificar as potencialidades, tendências emergentes e práticas inovadoras que podem facilitar a integração efetiva da IAG nas salas de aula de física;
- Com base nos achados da revisão, sugerir propostas de implementação da IAG no ensino de física.

2 METODOLOGIA

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é um processo metodológico que visa examinar e sintetizar as pesquisas existentes sobre um determinado tema, analisando seus objetivos, métodos e resultados. De acordo com Yin (2001), a RSL não se trata de uma busca por respostas prontas, mas sim de um meio para se alcançar um objetivo maior dentro da pesquisa. A análise crítica da literatura prévia permite a formulação de questões de pesquisa mais relevantes e perspicazes, contribuindo para o avanço do conhecimento na área.

É por meio da RSL que pesquisadores buscam desenvolver uma compreensão profunda do estado da arte de um tema, examinando as diferentes perspectivas, abordagens metodológicas e resultados obtidos em pesquisas anteriores. A identificação de lacunas no conhecimento, áreas controversas e tendências emergentes orienta o desenvolvimento de novas pesquisas, fornecendo embasamento teórico e norteando a análise e interpretação de novos resultados.

A presente monografia adota a revisão sistemática da literatura como método de pesquisa. No contexto desta pesquisa, a revisão sistemática foi escolhida para investigar como a Inteligência Artificial Generativa pode contribuir para a prática docente em Física, com foco na personalização do ensino.

O método de revisão sistemática é estruturado em etapas que garantem a objetividade e a validade das informações coletadas. O objetivo central desta metodologia é identificar, selecionar e analisar criticamente publicações relevantes, permitindo a construção de um panorama sólido sobre o tema. A escolha dessa abordagem responde a uma necessidade concreta: o rápido avanço da inteligência artificial e a carência de estudos que relacionem diretamente suas aplicações no ensino de Física. Além disso, ela permite a identificação de lacunas no conhecimento existente, apontando direções para futuros trabalhos acadêmicos.

De acordo com Kitchenham e Charters (2007), a principal razão para realizar uma revisão sistemática da literatura (RSL) é coletar amostras que fundamentem as conclusões, seguindo diretrizes apropriadas. Com base nessas orientações, este estudo foi estruturado em três fases: planejamento, realização e conclusão.

No planejamento, a definição do problema de pesquisa foi o ponto de partida para estruturar o processo metodológico. A segunda fase consistiu em pesquisar sobre as contribuições da IAG no ensino de Física. A busca compreendeu artigos nacionais publicados entre os anos de 2018 (quando foi lançado a primeira versão do GPT) e 2024, usando o buscador do Google e os seguintes termos de busca: “inteligência artificial generativa” “ensino de física”; “GPT” “ensino de física” e “ChatGPT” “ensino de física”. Os artigos selecionados, listados na Quadro 01, foram aqueles que tiveram como objetivos discutir, de algum modo, a utilização da IAG no ensino de Física. A terceira fase está descrita na próxima seção e foi dedicada à avaliação desses artigos.

QUADRO 01 – ARTIGOS SELECIONADOS

ANO	TÍTULO	AUTORES	LOCAL DE PUBLICAÇÃO
2024	Analisando as Potencialidades da Inteligência Artificial na Criação de Materiais Didáticos para o Ensino de Física	NETTO	Revista do Professor de Física
2024	Chatbots no Ensino de Física: Possibilidades e Desafios	FUNAKI; CORRALLO	Revista Científica em Educação a Distância
2023	Explorando as potencialidades da Inteligência Artificial no ensino médio: estudo de conceitos de Cosmologia através do ChatGPT	PONTES; ROCHA	IX Congresso Nacional de Educação
2023	Inteligência Artificial e avaliação acadêmica: navegando pelas possibilidades e desafios do ChatGPT em provas de Física	QUERINO	X Congresso Internacional das Licenciaturas
2023	Uso da Inteligência Artificial ChatGPT para a resolução de exercícios no Ensino de Física	SILVA; LINO	Seminário de Iniciação Científica do Litoral Norte
2023	Uso da Inteligência Artificial no Ensino de Física: potencialidades e desafios	ALBUQUERQUE; DORES	Revista Caminhos da Educação: diálogos, culturas e diversidades

FONTE: O autor (2024)

3 RESULTADOS E ANÁLISE

Albuquerque e Dores (2023) empregaram uma abordagem metodológica qualitativa, com procedimento experimental, para validar um método de ensino de relatividade restrita destinado ao ensino médio. No estudo, os autores criaram um vídeo didático utilizando palavras-chave extraídas do livro didático e geradas por meio das ferramentas ChatGPT e Studio D-ID. Os resultados demonstraram que metodologias ativas de aprendizagem, baseadas em problemas e em equipe, podem ser exploradas com o auxílio da inteligência artificial (IA).

De forma similar, Funaki e Corrallo (2024) adotaram uma metodologia qualitativa para investigar as Representações Sociais de 45 estudantes de licenciatura em física de uma instituição pública, focando no uso de chatbots no ensino. A análise dos dados foi realizada por meio da Teoria do Núcleo Central, a qual revelou uma hesitação dos estudantes em relação ao uso dessa tecnologia no ensino de física.

Complementando essa perspectiva, Netto (2024) utilizou uma abordagem baseada em técnicas de Processamento de Linguagem Natural (NLP) para analisar a produção de material didático gerado pelo ChatGPT no contexto do ensino médio. A pesquisa se concentrou na reformulação de questões de física, com diferentes níveis de complexidade, pelo ChatGPT, com ênfase na análise física e semântica do conteúdo. O estudo destacou a capacidade da IA de gerar exercícios e materiais didáticos, mas sublinhou a necessidade de revisão e adaptação por parte do professor, uma vez que a ferramenta ainda requer supervisão para garantir a qualidade do material produzido.

Já Pontes e Rocha (2023) relataram uma experiência com 37 estudantes da 1ª série do ensino médio de uma escola pública, que utilizaram o ChatGPT para explorar conceitos de cosmologia durante uma aula de Física. A pesquisa, de natureza qualitativa, utilizou questionários e relatos dos estudantes para avaliar a experiência. Os resultados apontaram que a plataforma propiciou um aprendizado mais dinâmico, interativo e personalizado, facilitando a compreensão dos conceitos. Além disso, o estudo enfatizou a importância do papel do professor na orientação dos alunos, garantindo o uso consciente e responsável da ferramenta.

Em uma abordagem diferente, Querino (2023) examinou as possibilidades e desafios do uso do ChatGPT na elaboração de provas de Física para o ensino médio, com o auxílio da linguagem LaTeX para formatação. A pesquisa, realizada com 50 alunos do ensino

médio no Instituto Federal do Piauí, comparou provas elaboradas pelo ChatGPT com as tradicionais. Os resultados indicaram que a IA é capaz de simular a estrutura e o conteúdo das provas tradicionais, mas reforçaram a necessidade de supervisão docente para assegurar a precisão e qualidade das avaliações.

Por fim, Silva e Lino (2023) investigaram a viabilidade do ChatGPT na resolução de exercícios de física do ENEM, analisando a taxa de acerto da plataforma em 14 questões, sendo 7 teóricas e 7 algébricas, com base em 10 respostas geradas para cada questão. Os resultados mostraram que o ChatGPT apresentou uma alta taxa de acerto em questões conceituais (84,5%), mas uma taxa significativamente mais baixa em questões que exigem cálculos (10%). Essa disparidade sugeriu que, embora a ferramenta seja útil para a compreensão de conceitos, ainda necessita de aprimoramento para lidar adequadamente com problemas algébricos. O estudo foi realizado no contexto do ensino médio, com foco no ENEM.

Dentre os estudos apresentados, o ChatGPT tem se destacado como a ferramenta mais frequente nos estudos sobre o uso de Inteligência Artificial (IA) no ensino de Física, sendo empregada para diversas finalidades pedagógicas. Sua versatilidade é observada em diferentes contextos de aplicação, conforme demonstrado pelos autores.

O ChatGPT também é utilizado na elaboração de avaliações. Querino (2023) explora sua capacidade de gerar provas de Física, recorrendo à linguagem LaTeX para garantir a formatação precisa das questões. Já, Pontes e Rocha (2023) evidenciam sua utilização na criação de atividades, especificamente sobre conceitos de Cosmologia, demonstrando a adaptabilidade da ferramenta a diferentes tipos de avaliação.

Observou-se também a aplicabilidade de ferramentas de IAG na resolução de exercícios educacionais. Silva e Lino (2023) investigam a performance do ChatGPT na resolução de questões de Física do ENEM, concluindo que a ferramenta é mais eficaz na resolução de questões conceituais, apresentando desafios em problemas que envolvem cálculos algébricos, o que está de acordo com a finalidade do ChatGPT, cuja especialidade reside na geração de e interpretação de textos.

Em relação ao apoio à aprendizagem, Funaki e Corrallo (2024), embora abordem chatbots de forma geral, destacam o potencial do ChatGPT como ferramenta de suporte à aprendizagem. A ferramenta é capaz de auxiliar na resolução de dúvidas, personalização

de estudos e fornecimento de feedback individualizado aos estudantes, facilitando o processo de aprendizagem.

Além do ChatGPT, outras tecnologias de IA também têm sido exploradas. D-ID Studio, por exemplo, é utilizado por Albuquerque e Dores (2023) em conjunto com o ChatGPT para criar um avatar que narra o conteúdo do vídeo didático sobre relatividade. Essa plataforma permite a criação de vídeos interativos a partir de textos e imagens, tornando a apresentação do conteúdo mais dinâmica e humanizada.

Outro exemplo relevante é o DALL-E, uma ferramenta apresentada por Querino (2023) para gerar imagens a partir de textos. O autor sugere que o DALL-E pode ser utilizado para criar materiais visuais complementares às avaliações de Física, enriquecendo os recursos didáticos disponíveis, embora ainda não tenha precisão o suficiente para essa tarefa, gerando com frequência alucinações.

É importante observar que a maioria dos estudos analisa o ChatGPT em sua versão 3.5, enquanto as versões mais recentes, como a 4, apresentam avanços significativos em suas capacidades, o que amplia ainda mais o potencial da ferramenta.

Os estudos analisados oferecem evidências de que a IAG, em especial o ChatGPT, exerce um impacto positivo significativo no ensino de Física, ampliando as possibilidades pedagógicas e trazendo benefícios substanciais para o processo de ensino-aprendizagem.

Um dos principais pontos favoráveis identificados é a agilidade proporcionada na criação de materiais didáticos. A utilização do ChatGPT permite a geração rápida de enunciados de exercícios, roteiros de aulas, apresentações e vídeos, o que libera o docente de tarefas repetitivas e burocráticas. Isso possibilita que o professor se concentre em atividades mais estratégicas e criativas, como o planejamento de aulas inovadoras, o acompanhamento individualizado dos estudantes e abordagens ativas na sala de aula.

Além da economia de tempo, a IAG também contribui para a personalização da aprendizagem, adaptando o conteúdo de acordo com as necessidades dos alunos. Os resultados dos estudos indicam que os estudantes se sentem mais engajados e motivados ao utilizar ferramentas como o ChatGPT, uma vez que essas tecnologias promovem uma experiência mais dinâmica e interativa, favorecendo uma abordagem mais personalizada e eficaz no processo de aprendizagem.

Outro benefício importante refere-se ao aperfeiçoamento das avaliações. O ChatGPT, em conjunto com ferramentas como o LaTeX, possibilita a criação de provas e atividades com maior clareza e objetividade, além de facilitar a formatação de equações e ilustrações, como demonstrado por Querino (2023). As provas geradas por essas ferramentas possuem uma estrutura e conteúdo idênticas às provas tradicionais, garantindo familiaridade para os alunos.

Somado a isso, a IA pode atuar como um auxiliar na resolução de exercícios, ajudando os estudantes na compreensão de conceitos e na exploração de diferentes estratégias para a solução de problemas, o que contribui para um aprendizado mais profundo e significativo.

Além das evidências positivas em seu uso para os docentes, a aplicação da IAG no ensino de Física tem demonstrado um impacto positivo no engajamento dos alunos, como evidenciado por relatos que indicam maior motivação, interesse e participação ativa nas aulas. Pontes e Rocha (2023), em seu estudo com alunos do ensino médio, utilizando o ChatGPT para explorar conceitos de cosmologia, revelou que 78% dos estudantes consideraram a experiência bem-sucedida.

Os alunos afirmaram que a ferramenta contribuiu para otimizar seus estudos e facilitou a compreensão dos conceitos abordados. Esses resultados sugerem que a utilização de IAG pode despertar o interesse dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais estimulante e significativo.

De maneira semelhante, a pesquisa de Albuquerque e Dores (2023) reforça essa tendência. Ao empregar o ChatGPT e o D-ID Studio para criar um vídeo didático sobre relatividade, os autores observaram um aumento na participação dos alunos durante as aulas. A natureza interativa da ferramenta e a personalização do conteúdo parecem ter favorecido a criação de um ambiente de aprendizagem mais estimulante e participativo, o que potencializa o engajamento dos estudantes.

Entretanto, é fundamental que a implementação da IAG seja acompanhada por uma mediação pedagógica adequada por parte do docente. A simples introdução da tecnologia não assegura, por si só, o aumento no engajamento dos alunos. Para que a IA desempenhe um papel efetivo no processo de ensino-aprendizagem, é necessário planejar atividades que explorem o potencial dessa tecnologia de maneira criativa e significativa. Essas

atividades devem ser projetadas para incentivar a participação ativa, a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes.

Para além da importância das contribuições pedagógicas significativas, é necessário também considerar os desafios estruturais que podem limitar a aplicação prática da IAG no ensino. A integração da IAG no ensino de Física, embora promissora, enfrenta barreiras substanciais que devem ser consideradas para garantir sua implementação eficaz.

Uma das principais dificuldades está relacionada à infraestrutura tecnológica. A escassez de acesso à internet de qualidade, a falta de computadores e de softwares adequados em muitas instituições educacionais representa um obstáculo significativo à adoção da IAG em larga escala, conforme apontado por Albuquerque e Dores (2023). Essa desigualdade no acesso à tecnologia pode aprofundar as disparidades educacionais já existentes, configurando uma nova forma de exclusão digital.

Mais um desafio importante refere-se à resistência à mudança por parte de alguns educadores. A introdução de novas tecnologias pode gerar insegurança e medo do desconhecido, o que pode resultar em rejeição ou na adoção superficial da IAG.

A falta de familiaridade com as ferramentas tecnológicas e a dificuldade em integrá-las às práticas pedagógicas tradicionais constituem fatores que dificultam a inserção da IA no ensino de Física. Por consequência, a formação docente é um elemento crucial para a superação dessas barreiras.

A maioria dos cursos de formação de professores ainda não aborda as potencialidades e os desafios da IA na educação, deixando os educadores despreparados para lidar com essa nova realidade. A ausência de cursos de capacitação específicos, assim como a carência de materiais didáticos adequados, também contribuem para a dificuldade na integração da IAG no contexto educacional.

Diante desses desafios, é essencial que políticas educacionais sejam implementadas para superar tais barreiras. Essas políticas devem garantir o acesso equitativo à tecnologia, promover a formação continuada dos professores e criar um ambiente escolar que incentive a experimentação e a inovação pedagógica com a IAG.

O campo da educação, especialmente o ensino de Física, vivencia um momento de grande efervescência com a ascensão da IAG, que abre um leque de oportunidades

emergentes com o potencial de transformar profundamente as práticas pedagógicas. As inovações tecnológicas impulsionadas pela IA permitem a projeção de um futuro educacional mais personalizado, interativo e eficiente, promovendo uma evolução significativa nos processos de ensino e aprendizagem.

Netto (2024) ao explorar a capacidade do ChatGPT de gerar enunciados de exercícios e questões de provas adaptáveis a diferentes níveis de aprendizagem, amplia as possibilidades de avaliação e prática de forma mais diversificada e ajustada às necessidades dos alunos. Essa personalização do ensino, que considera as características e dificuldades individuais de cada estudante, representa um dos pilares para uma educação mais equânime e eficaz.

Por isso, as pesquisas futuras devem focar no potencial da IAG para o desenvolvimento das habilidades do século XXI, como o pensamento computacional, a resolução de problemas complexos e o trabalho colaborativo. É necessário investigar como a IA pode ser utilizada para promover a inclusão digital e mitigar as desigualdades educacionais, garantindo que todos os alunos tenham a oportunidade de se beneficiar dessa nova era educacional.

De maneira geral, os estudos indicam que a IAG, em especial o ChatGPT, possui um potencial significativo para enriquecer as práticas pedagógicas e aprimorar a aprendizagem dos alunos. Contudo, a confiabilidade das evidências apresentadas varia entre os estudos, sendo necessário realizar pesquisas adicionais para aprofundar a compreensão sobre o real impacto da IA na educação.

A maioria das pesquisas se baseia em experiências práticas com a utilização do ChatGPT em sala de aula, o que confere um caráter contextualizado e aplicável às descobertas. Pontes e Rocha (2023), por exemplo, demonstram o impacto positivo do ChatGPT no engajamento dos alunos em um estudo sobre cosmologia, enquanto Albuquerque e Dores (2023) observam um aumento na participação dos estudantes ao utilizar o ChatGPT na criação de um vídeo didático sobre relatividade. Esses resultados, embora promissores, devem ser interpretados com cautela, uma vez que se baseiam em amostras pequenas e em contextos específicos, o que limita a generalização dos achados.

A consistência entre os estudos é parcial. Embora a maioria indique um impacto positivo da IAG na motivação e no engajamento dos alunos, existem divergências em relação à confiabilidade da IA para a resolução de exercícios de Física. Silva e Lino

(2023) destacam a ineficiência do ChatGPT na resolução de problemas que demandam cálculos e a aplicação de fórmulas, enquanto Netto (2024) demonstra a capacidade da ferramenta em gerar enunciados errados de exercícios e questões de provas. Essa discrepância também evidencia a necessidade de mais pesquisas que avaliem a capacidade da IAG em diferentes contextos e níveis de complexidade, a fim de compreender melhor suas limitações e potencialidades.

Outro aspecto crucial ressaltado pelos estudos é a importância da mediação pedagógica realizada pelo professor na utilização da IAG. A introdução sozinha da tecnologia não garante uma melhoria na aprendizagem. É essencial que o professor planeje atividades que explorem o potencial da IA de maneira criativa e significativa, incentivando o pensamento crítico e a participação ativa dos alunos. Nesse sentido, a IAG deve ser encarada como uma ferramenta complementar ao trabalho docente, e não como um substituto.

De forma adicional, os estudos analisados apontam a necessidade de investimentos substanciais em infraestrutura tecnológica nas escolas, a fim de garantir o acesso equânime à IAG.

Outro ponto relevante é a formação continuada dos professores, que é essencial para que eles se sintam seguros e capacitados para utilizar a IA de maneira pedagógica e eficaz, aproveitando suas potencialidades de forma adequada no contexto educacional.

Ademais, é crucial ponderar sobre como as metodologias tradicionais e as abordagens baseadas em IA podem se complementar, criando estratégias híbridas que unam o melhor de cada prática para atender às necessidades e aos desafios do ensino atual.

Estudos como os de Pontes e Rocha (2023) e Albuquerque e Dores (2023) evidenciam o potencial transformador da IAG, especialmente do ChatGPT, nas práticas pedagógicas em Física. A pesquisa de Pontes e Rocha (2023) demonstra um aumento significativo no engajamento dos alunos ao utilizarem o ChatGPT. Da mesma forma, Albuquerque e Dores (2023) observaram maior participação dos estudantes na criação de vídeos didáticos sobre relatividade com o auxílio do ChatGPT. Esses resultados apontam para a IAG como um impulsionador da criatividade e do protagonismo dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e significativo.

A personalização do ensino, outra vantagem destacada da IAG, é abordada por Netto (2024), que ressalta a capacidade do ChatGPT para gerar questões com diferentes níveis de dificuldade. Essa flexibilidade permite a criação de materiais didáticos que atendem às necessidades individuais dos alunos, potencializando a aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades específicas de cada estudante.

Nesse sentido, é fundamental que a implementação da IAG seja acompanhada de uma revisão crítica das práticas educacionais, garantindo que seu uso esteja alinhado aos objetivos pedagógicos e contribua efetivamente para a construção de um ensino mais inclusivo e significativo.

As implicações da IAG na prática educacional e na formulação de políticas educacionais são profundas e exigem uma reavaliação crítica dos métodos de ensino e aprendizagem, bem como a criação de diretrizes que orientem a integração responsável dessa tecnologia nos currículos de Física. Os resultados das pesquisas indicam a necessidade de adotar uma perspectiva abrangente, que considere não apenas o potencial da IAG para personalizar o ensino, engajar os alunos e auxiliar os professores, mas também as limitações dessa tecnologia e a importância do papel do docente como mediador e incentivador do conhecimento.

Uma das principais implicações dessa inovação tecnológica é a necessidade de revisar os currículos de Física, incorporando o uso pedagógico da IAG. Ferramentas como o ChatGPT, por exemplo, podem ser utilizadas para criar materiais didáticos personalizados, adaptáveis às necessidades específicas de cada aluno, conforme demonstrado por Netto (2024). Além disso, a IAG pode ser aplicada na criação de simulações e experimentos virtuais, o que tornaria o aprendizado mais interativo e visual, como sugerido por Querino (2023).

Entretanto, para que a utilização da IAG seja eficaz, é crucial que os professores recebam capacitação adequada. Essa formação deve abranger o conhecimento sobre as diversas ferramentas de IA disponíveis, bem como as melhores práticas para integrá-las ao currículo de maneira pedagógica.

Os docentes também precisam estar cientes das limitações dessas tecnologias, especialmente em relação à supervisão do conteúdo gerado, garantindo sua precisão e adequação ao contexto educacional. Nesse sentido, a formação continuada dos

professores torna-se essencial para assegurar que a IAG contribua positivamente para o processo de aprendizagem dos alunos.

A integração da IAG no currículo de Física também implica a necessidade de revisar as políticas educacionais e criar diretrizes claras para o uso responsável da tecnologia. Uma preocupação fundamental é garantir o acesso equitativo à tecnologia para todos os alunos, de modo a evitar que a IA gere ou agrave desigualdades educacionais. As políticas educacionais também devem abordar questões éticas relacionadas ao uso da IA, como a privacidade dos dados dos alunos e o risco de viés nos algoritmos, garantindo que sua implementação seja feita de forma justa e transparente.

Dessa forma, a adoção da IAG na educação exige não apenas a adaptação de currículos e a capacitação de professores, mas também uma análise crítica das políticas educacionais, com vistas a garantir uma implementação equitativa, ética e eficaz dessa tecnologia no ensino de Física.

Sob essa ótica, é essencial que futuras pesquisas aprofundem a compreensão sobre as limitações e possibilidades da IAG no ensino de Física, promovendo uma integração mais robusta entre tecnologia e ensino, com foco na qualidade do aprendizado e na formação integral dos estudantes.

A literatura existente sobre o uso da IAG no ensino de Física, embora promissora, ainda apresenta lacunas significativas e áreas nas quais os resultados permanecem inconclusivos. A pesquisa realizada por Silva e Lino (2023) revela a limitação do ChatGPT na resolução de problemas de Física que envolvem cálculos complexos, o que evidencia a necessidade de explorar mais profundamente os limites dessa tecnologia, especialmente em domínios que exigem raciocínio matemático avançado.

Uma possível direção para futuras investigações seria a integração do ChatGPT com ferramentas especializadas em cálculo, como o WolframAlpha, com o objetivo de aprimorar a capacidade da IA na resolução de problemas quantitativos no contexto da Física ou aguardar até mesmo atualizações vindouras da ferramenta que explorem essa área que está defasada.

Outro aspecto que demanda maior investigação é a eficácia da IAG na avaliação da aprendizagem dos alunos. Conforme observado por Querino (2023), embora o ChatGPT seja capaz de criar provas semelhantes às elaboradas por professores, sua eficácia na

avaliação da compreensão conceitual dos estudantes ainda gera questionamentos. Nesse sentido, seria relevante realizar estudos futuros que investiguem a correlação entre o desempenho dos alunos em provas geradas por IA e outros métodos de avaliação, como projetos, apresentações e participação em debates, a fim de determinar a eficácia da IA na avaliação do aprendizado.

Além disso, a literatura carece de estudos que permitam avaliar os impactos a longo prazo do uso da IAG no aprendizado de Física. É necessário investigar se a personalização do ensino e o aumento do engajamento, proporcionados pela IA, resultam em melhorias substanciais na compreensão conceitual dos alunos, no desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e no interesse contínuo pela disciplina ao longo do tempo.

Outro ponto crucial que necessita de maior atenção na literatura é o acesso equitativo à tecnologia. A questão de garantir que todos os alunos, independentemente de sua condição socioeconômica ou localização geográfica, possam usufruir dos benefícios pedagógicos da IAG, ainda precisa ser adequadamente abordada em pesquisas futuras.

A formação de professores para o uso eficaz da IAG também representa uma área que carece de mais investigação. Quais competências são necessárias para que os docentes integrem adequadamente a IA em suas práticas pedagógicas? Que recursos e suporte são fundamentais para essa integração? Tais questões são essenciais para garantir que a IAG se torne uma ferramenta eficaz de apoio ao ensino, sem representar um fator de exclusão ou de reprodução de desigualdades educacionais.

Por fim, a literatura ainda não abordou de maneira suficientemente abrangente as implicações éticas do uso da IAG na educação. Questões relacionadas à privacidade dos dados dos alunos, ao potencial viés nos algoritmos e à autoria dos materiais produzidos pela IA precisam ser mais amplamente debatidas e regulamentadas. Isso é fundamental para garantir um uso ético e responsável da tecnologia no contexto educacional.

Assim, é essencial que, além do avanço na integração da IAG ao ensino de Física, se promova uma discussão mais ampla sobre as implicações éticas, sociais e legais dessa tecnologia, a fim de garantir que seu uso seja justo, inclusivo e responsável para todos os envolvidos no processo educacional.

Uma vez que a utilização da IAG no ensino de Física, embora promissora, envolve um conjunto de considerações éticas e sociais que exigem uma análise crítica e reflexiva.

A personalização do ensino, viabilizada pela adaptação de materiais didáticos às necessidades individuais dos alunos, levanta preocupações relacionadas à privacidade dos dados e ao risco de enviesamento algorítmico. Netto (2024) e Querino (2023) destacam a necessidade de assegurar a proteção das informações dos estudantes, além de garantir a imparcialidade no uso dos dados para personalizar o ensino, evitando a criação de "bolhas" de conteúdo que restrinjam o acesso a diversas perspectivas e conceitos.

Um dos maiores desafios é o risco de acentuar as desigualdades educacionais, uma vez que a IAG depende do acesso à tecnologia e à conectividade, o que pode excluir alunos de comunidades carentes ou com infraestrutura tecnológica insuficiente.

Funaki e Corrallo (2024) alertam para a necessidade de debates sobre inclusão digital e a formação adequada dos docentes para a utilização da IA na educação, de modo a reduzir a exclusão digital e mitigar as disparidades educacionais.

Vale destacar, a autoria do conteúdo gerado por IA suscita questões éticas fundamentais. Quem é o responsável pela autoria de um texto ou imagem criada por IA? Como assegurar a originalidade do conteúdo e evitar o plágio em trabalhos acadêmicos auxiliados por IAG? Tais questionamentos exigem uma reflexão aprofundada sobre os conceitos de criatividade, autoria e propriedade intelectual no contexto da inteligência artificial.

Outro ponto de relevância é o papel do professor diante da IAG. É crucial que os professores assumam o papel de protagonistas na integração da IAG ao ensino, sendo responsáveis pela seleção e curadoria do conteúdo gerado pela IA, promovendo o pensamento crítico e estimulando a interação humana em sala de aula. Silva e Lino (2023), assim como Netto (2024), como evidenciado anteriormente, enfatizam a importância da supervisão docente e da análise crítica dos materiais produzidos pela IA, garantindo sua adequação e precisão.

A literatura atual ainda é incipiente em relação à abordagem dos desafios éticos e sociais da IAG na educação. Torna-se fundamental fomentar um debate amplo e inclusivo sobre essas questões. Assim, será possível garantir que a IAG seja empregada de maneira ética, responsável e benéfica, tanto para o ensino de Física quanto para outras áreas do conhecimento.

4 PROPOSTAS

A integração da IAG no contexto educacional abre um horizonte de possibilidades metodológicas que podem enriquecer significativamente o processo de ensino-aprendizagem da Física. Neste cenário, emerge a necessidade de desenvolver propostas didáticas estruturadas que orientem os professores na utilização eficiente dessas ferramentas tecnológicas, potencializando sua aplicação em sala de aula e promovendo uma aprendizagem mais significativa dos conceitos físicos.

As propostas apresentadas neste trabalho foram desenvolvidas com o objetivo de fornecer um roteiro prático e direto para professores que desejam incorporar a IAG em suas práticas pedagógicas. Cada proposta foi elaborada considerando diferentes aspectos do ensino de Física, desde a identificação de conceitos físicos em imagens geradas por IAG até a criação de planos de aula personalizados, passando também pela elaboração de metáforas e analogias.

A estruturação dessas propostas em formato de passo a passo visa facilitar sua implementação pelos docentes, oferecendo um caminho claro e sistemático para a utilização da IAG como ferramenta auxiliar no ensino. Além disso, cada proposta é acompanhada de exemplos práticos que ilustram sua aplicação, permitindo uma melhor compreensão de como a IAG pode ser efetivamente integrada ao planejamento e à execução das aulas de Física. Todas as propostas foram feitas utilizando a versão gratuita do ChatGPT, no modelo 4o.

A versão gratuita do ChatGPT opera com o mesmo modelo de linguagem subjacente, porém sua utilização está sujeita a limitações de capacidade, podendo apresentar menor disponibilidade e maior latência durante períodos de pico de demanda. Em contrapartida, a versão paga (ChatGPT Plus) recebe prioridade na alocação de recursos computacionais, o que resulta em tempos de resposta mais rápidos, acesso consistente mesmo em horários de maior tráfego e liberação antecipada de funcionalidades e atualizações. Além disso, assinantes do plano pago costumam ter menos restrições quanto ao volume de requisições diárias ou mensais, enquanto usuários da versão gratuita podem se deparar com filas de espera e limites de uso mais estritos.

4.1 Proposta 1 – Identificar fotos que desafiem as Leis da Física

4.1.1 Objetivo:

Analisar o princípio da propagação retilínea da luz através da geração e identificação de inconsistências físicas em imagens produzidas por IAG.

4.1.2 Passo-a-Passo:

1. Escolha uma ferramenta de IAG de imagem gratuita para os alunos utilizarem na atividade, como o DALL-E (<https://chatgpt.com>), Copilot (<https://copilot.microsoft.com>) ou Artbreeder (<https://www.artbreeder.com/create/prompter>).
2. Peça para os alunos criarem imagens que mostrem situações cotidianas ou fenômenos que possuam sombra e um emissor de luz, sem descrições que desafiem conceitos físicos.
3. Após gerar as imagens, os alunos devem analisar cuidadosamente as fotos para identificar qualquer incoerência com a propagação retilínea da luz.
4. Peça aos alunos para escreverem um pequeno parágrafo explicando: O que eles criaram na imagem; O que estava errado na imagem, de acordo com a física; Como poderiam corrigir o erro para tornar a imagem mais realista de acordo com as leis estudadas.
5. Após conferir a resposta dos alunos, peça que eles recriem a imagem, agora dando mais detalhes para evitar os erros encontrados na imagem original.

4.1.3 Exemplo:

Prompt Criado pelo Aluno: *"Um navio."*

Imagem Gerada pela IAG:



Fonte: Copilot (2024)

Erro Identificado pelo Aluno: “Alguns golfinhos estão muito mais alto do que conseguiriam estar e a sombra não condiz com a posição do Sol.”

Correção Sugerida: “Um navio, com golfinhos perto da água e sombra condizente com a posição do Sol.”

Imagem Corrigida Gerada:



Fonte: Copilot (2024)

4.2 Proposta 2 – Criar planos de aula e recursos didáticos

4.2.1 Objetivo:

Criar um plano de aula sobre a Primeira Lei de Newton de forma prática e objetiva com o uso do ChatGPT.

4.2.2 Passo-a-Passo:

1. No navegador, acesse o site <https://chat.openai.com>.
2. Escreva no ChatGPT um comando detalhado e específico que inclua as informações básicas do plano de aula. Quanto mais detalhes forem fornecidos, mais preciso será o resultado. Exemplo de prompt: " *Elabore um plano de aula para o 1º ano do ensino médio sobre a Primeira Lei de Newton para alunos que*

irão ver esse conteúdo pela primeira vez. Os alunos possuem dificuldade com explicações que envolvam cálculos matemáticos, então evite usar cálculos na explicação, mas sempre que for necessário incluir os cálculos, eles devem ser simples e estarem explicados. Inclua objetivos, metodologia, 1 atividade prática e liste os recursos necessários para a atividade."

3. Caso deseje, adicione mais detalhes para personalizar o plano: *"Os alunos devem realizar uma atividade experimental utilizando materiais simples ou fácil de obter, como uma bola e uma mesa lisa.*
4. Revise cuidadosamente o plano de aula gerado.
5. Identifique se o conteúdo está alinhado com o que se deseja. Caso não esteja, peça uma reformulação, como: *"Refaça o plano de aula, mas troque o exemplo prático dado e adicione um exemplo que envolva super-heróis".*
6. Solicite modificações ao ChatGPT, caso necessário. Exemplos de modificações sugeridas: *"Adicione uma introdução histórica sobre Isaac Newton." ou "Sugira uma pergunta para os alunos refletirem no final da aula".*
7. Transfira o texto gerado pelo ChatGPT para um editor de texto, como o Microsoft Word.
8. Certifique-se de que as atividades podem ser realizadas no tempo disponível e se estão de acordo com as especificidades da sua sala de aula. Caso necessário, faça ajustes.
9. Durante a aplicação, faça anotações sobre o que funcionou bem e os aspectos que poderiam ser aprimorados para ajustes futuros.

4.2.3 Exemplo:

Prompt Utilizado: *"Crie um plano de aula para o 1º ano do ensino médio sobre a Primeira Lei de Newton para alunos que irão ver esse conteúdo pela primeira vez. Os alunos possuem dificuldade com explicações que envolvam cálculos matemáticos, então evite usar cálculos na explicação, mas sempre que for necessário incluir os cálculos, eles devem ser simples e estarem explicados. Inclua objetivos, metodologia, 1 atividade prática e liste os recursos necessários para a atividade."*

Resultado Gerado: O resultado gerado pode ser interagido e modificado em:
<https://chatgpt.com/share/676cb087-08ec-8002-9dd0-fbde0f6feb74>

Plano de Aula: Primeira Lei de Newton

Ano: 1º ano do Ensino Médio

Duração: 50 minutos

Objetivos

- **Geral:**

Compreender os princípios fundamentais da Primeira Lei de Newton (Lei da Inércia) e sua aplicação no cotidiano.

- **Específicos:**

1. Definir a Primeira Lei de Newton de forma qualitativa, explorando conceitos fundamentais.
 2. Compreender o significado de $F=0$ de forma intuitiva e aplicada.
 3. Realizar uma atividade prática que permita observar a inércia na prática.
-

Metodologia

1. **Introdução (5 minutos):**

- Apresente a Primeira Lei de Newton com uma situação cotidiana:
 - Um ônibus freando bruscamente (os passageiros "continuam" em movimento).
- Explique de forma simples o conceito de inércia:

"Os corpos tendem a manter seu estado, seja ele de repouso ou movimento, a menos que uma força externa atue sobre eles."

2. **Exposição teórica (15 minutos):**

- **Definição inicial:** Explique que a inércia é a tendência natural de um objeto resistir a mudanças no seu estado.
 - Exemplo: Um livro parado na mesa não se move a menos que algo o empurre.
- **Exploração do conceito $F=0$:**
 - **O que significa $F=0$?** "Quando a força resultante sobre um objeto é igual a zero, isso significa que:
 1. O objeto está em repouso e continua parado, **ou**
 2. O objeto está em movimento e continua se movendo com velocidade constante em linha reta."
 - **Por que isso acontece?** "Isso ocorre porque, sem força externa, não há aceleração. A aceleração é o que faz o estado de movimento ou repouso mudar."
 - **Exemplo prático:** Imagine um patinete elétrico que esteja desligado. Se ninguém o empurra, ele fica parado ($F=0$). Agora, se ele está se movendo em linha reta no asfalto liso e sem atrito (hipotético), ele continuaria com a mesma velocidade se nenhuma força externa atuasse.
 - **Importante:** Explique que, na vida real, forças como atrito e resistência do ar sempre aparecem, mas para entender a Lei de Newton, consideramos cenários "ideais".

3. Atividade prática (20 minutos):

- Realizar um experimento simples e participativo (detalhado abaixo).

4. Conclusão e discussão (10 minutos):

- Promova uma roda de conversa:
 - O que foi observado na atividade prática?
 - Como os resultados se conectam ao conceito de inércia?
- Relacione o aprendizado à vida cotidiana (ex.: esportes, veículos, quedas).

Atividade Prática: O "Carrinho Inercial"

Objetivo da atividade: Observar a inércia e os efeitos de $F=0$ em diferentes condições.

Materiais necessários:

- 1 carrinho de brinquedo com rodas para cada grupo (ou algo semelhante, como um rolo de fita adesiva com um suporte leve).
- 1 base inclinada feita com uma tábua ou um pedaço de papelão.
- Objetos leves para colocar no carrinho (ex.: bolinhas de isopor ou tampas plásticas).
- Uma superfície plana e lisa (mesa ou chão).

Procedimento:

1. Divida os alunos em grupos e forneça os materiais.
2. Peça que posicionem o carrinho no topo da base inclinada e soltem-no (sem empurrar).
 - Observe: O carrinho desce e continua se movendo em linha reta na superfície plana.
3. Adicione um obstáculo pequeno (como um livro) na frente do carrinho.
 - Observe: O carrinho para, mas os objetos leves no seu interior continuam a se mover e podem até "voar" para fora.
4. Peça aos grupos que expliquem por que o carrinho parou, mas os objetos continuaram em movimento (explique que isso é inércia).

Discussão pós-atividade:

- O que acontece com o movimento do carrinho quando ele não encontra obstáculos?
- Por que os objetos dentro do carrinho "querem" continuar em movimento?
- Como isso se relaciona ao conceito de $F=0$?

Recursos necessários

- Projetor ou TV para exibição de imagens e vídeos.
 - Carrinhos, bases inclinadas, objetos leves e obstáculos para cada grupo.
-

Observação importante:

Incentive os alunos a compartilhar exemplos pessoais e questionamentos sobre o conceito. Dessa forma, eles se sentirão mais engajados e confiantes no aprendizado.

4.3 Proposta 3 – Criação de metáforas e analogias sobre Circuitos Elétricos

4.3.1 Objetivo: Ensinar os diferentes tipos de circuitos elétricos por meio do uso de analogias e metáforas, com o suporte da ferramenta ChatGPT.

4.3.2 Passo-a-Passo:

1. No navegador, acesse o site <https://chat.openai.com>.
2. Escreva um comando para que o ChatGPT gere uma analogia ou metáfora sobre os tipos de circuitos elétricos. Exemplos de prompts: *"Crie uma metáfora para explicar os efeitos de um sistema adiabático."* ou *"Elabore uma analogia para ajudar os alunos a entenderem a diferença entre um circuito paralelo e um circuito em série."*
3. Se desejar, adicione restrições ou detalhes sobre o público-alvo para maior precisão: *"A analogia deve ser referente a carros."*
5. Revise a metáfora ou analogia gerada. Reflexione sobre: Ela é clara e simples? Ela conecta o conceito a algo familiar aos alunos?
6. Caso a resposta não atenda às expectativas, modifique o prompt: *"Tente novamente, mas use um exemplo relacionado a fazenda."*
7. Transfira o texto gerado em um editor de texto, como o Microsoft Word, e ajuste a metáfora ou analogia para alinhar com o contexto da sua aula. Troque exemplos por situações mais próximas da realidade dos alunos (ex.: substitua "neve" por "chuva" em contextos tropicais).
8. Assegure-se de que a metáfora ou analogia não comprometa o conceito físico principal.

4.3.3 Exemplo:

Prompt Utilizado: *"Elabore uma analogia para ajudar os alunos a entenderem a diferença entre um circuito paralelo e um circuito em série."*

Resposta Gerada: *"Imagine que você é um entregador de pizza e tem que entregar em três casas que estão alinhadas uma atrás da outra em uma única rua estreita. Para chegar à última casa, você precisa passar obrigatoriamente pela primeira e pela segunda casa. Se houver um bloqueio na estrada (como uma obra ou um acidente), ninguém consegue receber a pizza, porque todas as entregas dependem da mesma estrada."*

*Esse é o **circuito em série**: a corrente elétrica precisa passar por todos os componentes em sequência, e se um deles parar de funcionar (como uma lâmpada queimar), o circuito inteiro é interrompido.*

Circuito em Paralelo: Estradas Diferentes

Agora, imagine que as três casas estão em ruas diferentes, mas todas conectadas a uma praça central. Você, como entregador de pizza, pode escolher qual rua pegar para fazer cada entrega. Mesmo que uma rua esteja bloqueada, você ainda consegue entregar para as outras casas usando as outras ruas disponíveis.

*Esse é o **circuito em paralelo**: cada componente tem seu próprio caminho para a corrente elétrica. Se uma lâmpada queimar, as outras continuam funcionando porque cada uma tem sua "estrada" independente."*

4.4 Considerações sobre a Proteção de Dados

Embora as propostas apresentadas demonstrem o potencial pedagógico da IAG no ensino de Física, é fundamental considerar os aspectos éticos envolvidos em sua implementação, especialmente no que tange à proteção e à privacidade dos dados dos estudantes.

A implementação dessas ferramentas tecnológicas deve ser pautada por diretrizes claras que garantam a segurança das informações e o respeito aos direitos dos estudantes, estabelecendo assim um ambiente de aprendizagem confiável e seguro.

Entre os aspectos fundamentais a serem observados, destaca-se a necessidade de preservar o anonimato dos alunos, como garante a LGPD (Lei nº 13.709/2018), durante

as interações com a IAG, evitando o compartilhamento de informações pessoais identificáveis. Ademais, é crucial obter o consentimento informado dos estudantes e seus responsáveis, garantindo transparência sobre o uso dessas ferramentas no processo educacional. O professor assume um papel fundamental como mediador, sendo responsável por verificar a confiabilidade e precisão das informações geradas antes de sua utilização em sala de aula.

A proteção de dados constitui um pilar essencial neste contexto, exigindo que as instituições de ensino estabeleçam políticas claras e eficazes para o armazenamento e gerenciamento das informações geradas durante o uso da IAG, como previsto pela LGPD. Essa preocupação com a segurança dos dados não só atende às exigências legais de proteção à privacidade, mas também contribui para criar um ambiente educacional eticamente responsável, onde a tecnologia serve como aliada do processo de ensino-aprendizagem sem comprometer os direitos e a segurança dos estudantes.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A presente monografia investigou as contribuições e desafios da IAG no ensino de Física, com foco em sua capacidade de enriquecer práticas pedagógicas e aprimorar a aprendizagem dos estudantes. Por meio de uma revisão sistemática da literatura nacional, foi possível identificar que a IAG, especialmente por meio de ferramentas como o ChatGPT, apresenta um potencial significativo para transformar o ensino de Física, oferecendo soluções inovadoras para desafios históricos enfrentados por professores e alunos.

Os resultados analisados apontam para a eficácia da IAG na personalização do ensino, permitindo a criação de materiais didáticos adaptados às necessidades individuais dos estudantes. Essa abordagem não apenas amplia as possibilidades de aprendizagem, mas também incentiva o protagonismo dos alunos, favorecendo a compreensão de conceitos abstratos e o engajamento nas aulas.

Estudos como os de Albuquerque e Dores (2023) e Pontes e Rocha (2023) reforçam esse potencial ao demonstrar a aplicabilidade de ferramentas de IAG em contextos educacionais reais, gerando resultados positivos no engajamento e na compreensão conceitual dos alunos. Ao formular as propostas, é evidente que a ferramenta ainda precisa de melhorias e atualizações em seus modelos. Porém, ao visualizar a evolução dos chatbots, como o ChatGPT, em pouco tempo espera-se que tais ferramentas já tenham evoluído de forma significativa.

Por outro lado, a implementação da IAG no ensino de Física apresenta desafios importantes. A infraestrutura tecnológica limitada em muitas instituições de ensino e a resistência à mudança por parte de alguns educadores são barreiras que precisam ser superadas para que o potencial da IAG seja plenamente explorado. Além disso, questões éticas, como a privacidade de dados dos estudantes e o risco de vieses algorítmicos, exigem atenção especial para garantir uma aplicação justa e responsável dessa tecnologia.

Outro ponto de destaque é o papel indispensável do professor como mediador pedagógico na utilização da IAG. A tecnologia deve ser vista como uma ferramenta complementar, e não como um substituto, cabendo ao docente planejar e supervisionar a aplicação das ferramentas tecnológicas, garantindo a qualidade e a adequação dos conteúdos gerados. Nesse sentido, a formação continuada dos professores é essencial para

que eles se sintam seguros e capacitados a integrar a IAG de forma eficaz em suas práticas pedagógicas.

Dessa forma, conclui-se que a IAG representa uma oportunidade única para modernizar e tornar o ensino de Física mais inclusivo, dinâmico e eficiente. No entanto, sua implementação requer uma abordagem equilibrada que considere tanto suas potencialidades quanto suas limitações. A continuidade de pesquisas nessa área é fundamental para aprofundar a compreensão sobre o impacto da IAG na educação a longo prazo e para desenvolver estratégias que assegurem sua integração responsável e eficaz nos contextos educacionais.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE e DORES. Uso da inteligência artificial no ensino de física: potencialidades e desafios. *Revista Caminhos da Educação: diálogos, culturas e diversidades*, 2023.
- ALVES, e FARIA. Impacto do *ChatGPT* no ensino e aprendizagem: transformando paradigmas e abordagens. *Revista Cocar*, 2023.
- ANJOS, et al. *An analysis of the generative AI use as analyst in qualitative research in science education*. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 12, 2024.
- BAKER, SMITH e ANISSA. *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*. Nesta, 2019.
- BARBOSA, TAVEIRA, e PERALTA. Entre respostas digitais e saberes experienciais: o ChatGPT e a educação em perspectiva crítica. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 12, 2024.
- BLOOM. *The 2 Sigma Problema: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring*. *Educational Researcher*, Vol. 13, No 6. 1984.
- CHEW, et al. *LLM-Assisted Content Analysis: Using Large Language Models to Support Deductive Coding*. 2023.
- DANIELSON. *Enhancing professional practice: a framework for teaching*. Chalorte Danielson, 2 ed. 2007.
- DIAS e PINTO. A Educação e a Covid-19. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, vol. 28, p. 545-554, 2020.
- ELOUNDOU, et al. *GPTs are GPTs: An Early Look at the Labor Market Impact Potential of Large Language Models*. 2023.
- EPSTEIN, et al. *Art and the science of generative AI: A deeper dive*. *Science*, 2023.
- FERNANDES, et al. Explorando a Física com *Chat GPT* e Simulador Phet: Uma abordagem Inovadora para o Ensino. 2023.
- FUNAKI e CORRALLO. Chatbots no Ensino de Física: Possibilidades e Desafios. EAD em FOCO, 2024

FILATRO. *Data Science na Educação: presencial, a distância e corporativa*. Editora Saraiva, 2020.

GRAHAM. *Nature*, 613, 612, 2023.

HOLMES, BIALIK e FADEL. *Artificial Intelligence in Education. Promise and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign, 2019.

HUTSON. *Nature*, 611, 192, 2022.

ILLERIS. *How we learn: learning and non-learning in school and beyond*. Roskilde University Press, 2007.

KENDE, et al. *The Internet of Things: An Overview*. The Internet Society, 2015.

KITCHENHAM e CHARTERS. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in software engineering*. EBSE Technical Report, 2007.

KÜCHEMANN, et al. *Physics task development of prospective physics teachers using ChatGPT*, 2023.

LEITE. *Inteligência artificial e ensino de química: uma análise propedêutica do ChatGPT na definição de conceitos químicos*. Química Nova, v. 46, 2023.

LOPES, COMAS e CERDÀ-NAVARRO. *A magia de escrever textos acadêmicos está ameaçada pela inteligência artificial?* Pesquisa em Foco, v. 28, 2023.

MAKRIDAKIS. *The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms*. Futures, Vol. 90, 2017.

MANTOAN. *Inclusão Escolar: o que é? Por quê? Como fazer?* Moderna, 2003.

MARCHI. *O cérebro eletrônico que me dá socorro: Os impactos da Inteligência Artificial Generativa e os usos do ChatGPT na educação*. Tese (Doutorado em Tecnologias da Inteligência Artificial e Design Digital), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2023.

MARTINS. *Chat GPT: implicações no ensino de física. Desafios para educadores e professores sobre o uso de TICs diante da realidade brasileira*. 2023.

NETTO. *Analisando as Potencialidades da Inteligência Artificial na Criação de Materiais Didáticos para o Ensino de Física*. Revista do Professor de Física, vol. 8, 2024.

NOY e ZHANG. *Experimental Evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence*, 2023.

OLIVEIRA, SANZ e CHAVES. Uma Visão da Ciência das Redes sobre o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Informação Quântica (INCT-IQ). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 44, 2022.

OWOC, SAWICKA e WEICHBROTH. *Artificial Intelligence Technologies in Education: Benefits, Challenges and Strategies of Implementation*, 2021.

PONCIANO FILHO, et al. O impacto e o caráter do uso da inteligência artificial na educação sob perspectiva do ensino integrado: elementos para o debate. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, vol. 22, p. 01-21, 2024.

PONTES e ROCHA. Explorando as Potencialidades da Inteligência Artificial no Ensino Médio: Estudo de Conceitos de Cosmologia Através do *ChatGPT*. IX Congresso Nacional de Educação, 2023.

QUERINO. Inteligência Artificial e Avaliação Acadêmica: Navegando pelas Possibilidades e Desafios do *ChatGPT* em Provas de Física. X Congresso Internacional das Licenciaturas, 2023

RIBEIRO, NAVARRO e KALINKE. O uso do *ChatGPT* para resolver problemas matemáticos sobre grandezas direta e inversamente proporcionais. *Revista Pesquisa Qualitativa*, v. 12, 2024.

RODRIGUES. Possibilidade de uso do *ChatGPT* como metodologia ativa: uma proposta para o curso técnico em informática, 2023.

SAMPAIO, et al. Uma revisão de escopo assistida por inteligência artificial (IA) sobre usos emergentes de IA na pesquisa qualitativa e suas considerações éticas. *Revista Pesquisa Qualitativa*, vol. 12, p. 01-28, 2024.

SANDRESCHI, et al. A prática de atividade física e o uso do *ChatGPT* como uma ferramenta de aconselhamento. *Revista Pesquisa Qualitativa*, vol. 12, p. 01-20, 2024.

SANT'ANA, SANT'ANA e SAN'TANA. Uma utilização do *ChatGPT* no ensino. *Com a Palavra, o Professor*, vol. 8, 2023.

SILVA, et al. A revolução da inteligência generativa artificial e o aprendizado na educação básica: o caso do *ChatGPT* no contexto brasileiro. *Experiências em Ensino de Ciências*, 2024.

SILVA e LINO. Uso da inteligência artificial *ChatGPT* para a resolução de exercícios no ensino de física. *Seminário de Iniciação Científica do Litoral Norte*, 2023.

SILVA e PAULA. Perspectivas da inteligência artificial como ferramenta de apoio para análise textual discursiva. *Revista Pesquisa Qualitativa*, vol. 12, p. 01-26, 2024.

TZIRIDES, et al. *Generative AI: Implications and Applications for Education*. 2023.

YIN. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*, 2 ed. Bookman, 2001.