

Um Estudo sobre a Inteligência Artificial Generativa na produção de materiais educacionais para o ensino de Computação

Isabela Stefanuto Ribeiro Ferreira¹, Thiago Adriano Coleti^{1,2}
Wellington Aparecido Della Mura^{1,2}, Marcelo Morandini², Renato Balancieri³

¹Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP)

²Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP)

³Universidade Estadual de Maringá (UEM)

isabela.ferreira@discente.uenp.edu.br, thiago.coleti@uenp.edu.br

wellington@uenp.edu.br, m.morandini@usp.br, rbalancieri@uem.br

Abstract. *Generative Artificial Intelligence (GenAI) has evolved considerably in recent years, enabling the emergence of tools for content generation. In the educational context, these technologies have been used to support teaching and learning, especially in the field of Computing. This study investigated whether GenAI tools can assist teachers in generating educational artifacts for Computing courses. To this end, a two-phase study was conducted involving the generation of materials and their evaluation by Computing instructors. The results indicate good performance in structuring teaching plans, but limitations in content depth and in the development of more complex educational materials.*

Resumo. *A Inteligência Artificial Generativa (IAGen) evoluiu consideravelmente nos últimos anos, possibilitando o surgimento de ferramentas para produção de conteúdos. No contexto educacional, essas tecnologias têm sido utilizadas como apoio ao ensino e à aprendizagem, especialmente na área de Computação. Esta pesquisa investigou se ferramentas de IAGen podem apoiar docentes na geração de artefatos educacionais para disciplinas de Computação. Para isso, foi conduzido um estudo em duas fases envolvendo a geração de materiais e sua avaliação por docentes da área. Os resultados indicam bom desempenho na estruturação de planos de ensino, mas limitações na profundidade dos conteúdos e na elaboração de materiais didáticos mais complexos.*

1. Introdução

A Inteligência Artificial Generativa (IAGen) é uma classe da Inteligência Artificial (IA) capaz de criar conteúdos, como textos, imagens e áudios, a partir do aprendizado e processamento de dados heterogêneos provenientes de diferentes fontes [Silva et al. 2024]. Ferramentas de IAGen são frequentemente disponibilizadas por meio de aplicações baseadas em *Large Language Models* (LLMs), que consistem em modelos computacionais treinados para compreender e interagir em linguagem natural, recebendo comandos denominados *prompts* e gerando conteúdos de acordo com as solicitações do usuário [Makridakis et al. 2023].

Esse recurso tecnológico passou a ser utilizado de forma rotineira para diversas finalidades, tais como entretenimento, estudos, pesquisa, desenvolvimento de software e *design* [Sætra 2023]. Na área da educação, o uso de tecnologias de IAGen apresenta-se como promissor para apoiar o ensino e a aprendizagem. Pesquisas sobre o uso da IAGen na educação podem ser encontradas em diversas bases científicas, entre as quais destacam-se estudos voltados ao ensino de programação [Silva et al. 2024], à Engenharia de Software [Queiroz and Lima 2025], ao apoio à alfabetização e leitura [Amaral et al. 2024] e ao suporte educacional para estudantes neurodivergentes [Silva and Ferreira 2024].

No entanto, o emprego de ferramentas de IAGen para a elaboração de materiais educacionais (como planos de ensino, materiais didáticos e avaliações) ainda é pouco discutido. Nesse cenário, deve-se considerar que a eficácia desses modelos depende do nível de detalhamento e da contextualização do *prompt* utilizado [Giray 2023]. Além disso, a qualidade e a assertividade dos conteúdos gerados podem variar significativamente [Devanny et al. 2023]. Diante dessas variáveis, define-se a seguinte questão de pesquisa: *as ferramentas de IAGen podem gerar materiais educacionais apropriados para aplicação em disciplinas de Computação?*

Para responder a essa questão, foi conduzido um estudo empírico em duas fases que buscou verificar se os materiais educacionais gerados por ferramentas de IAGen poderiam apoiar docentes de cursos da área de Computação. A pesquisa foi conduzida por meio de experimentos nos quais *prompts* foram elaborados e aplicados em um conjunto de ferramentas selecionadas. Os conteúdos produzidos foram avaliados por docentes de disciplinas de cursos de Licenciatura em Computação, Sistemas de Informação e Ciência da Computação de uma instituição de ensino superior. A principal contribuição deste trabalho consiste em apresentar uma análise empírica sobre a efetividade, correte e aplicabilidade dos materiais educacionais gerados por ferramentas de IAGen para apoiar o ensino de disciplinas de Computação.

Apesar da análise restrita, determinada pelo número limitado de disciplinas e pela pequena amostra de ferramentas utilizadas, o objetivo é fomentar uma discussão sobre a aplicação da IAGen por docentes na elaboração de materiais para cursos de computação. A relação entre computação e o avanço das tecnologias de IA generativa torna esse tema particularmente relevante para o ensino na área, podendo contribuir para novas formas de apoio ao planejamento e à produção de materiais educacionais.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta os principais conceitos que fundamentam este estudo, abordando aspectos da Inteligência Artificial Generativa (IAGen), seus desafios e sua aplicação no contexto educacional.

2.1. Inteligência Artificial Generativa

O termo Inteligência Artificial (IA) pode ser associado a diferentes abordagens de modelagem computacional. De forma geral, modelos discriminativos são utilizados em tarefas como classificação e regressão, enquanto modelos generativos buscam aprender padrões dos dados para produzir novos conteúdos semelhantes aos observados durante o treinamento [Rani et al. 2023]. Essa capacidade de geração de novos conteúdos caracteriza a Inteligência Artificial Generativa (IAGen) e possibilita aplicações como geração de textos, imagens e código.

A IAGen está presente no cotidiano da maioria dos usuários de tecnologia atualmente. O uso desse recurso tornou-se mais frequente e, em muitos casos, essencial para a realização de diferentes tarefas relacionadas à criação de conteúdo, automação, atendimento ao público e outras atividades cognitivas [Devanny et al. 2023].

Sob a perspectiva da Ciência da Computação, esse avanço amplia as possibilidades de desenvolvimento de sistemas, resolução de problemas e criação de novas aplicações. Entretanto, o uso dessas tecnologias também introduz desafios relevantes, relacionados à autoria, à responsabilização algorítmica, à propagação de desinformação, à amplificação de vieses e à gestão da privacidade [Stöckl et al. 2025]. A seguir, são apresentados os principais conceitos relacionados à IAGen, seus desafios e sua aplicação no contexto educacional.

Atualmente, uma das principais tecnologias associadas à IAGen são os Modelos de Linguagem de Grande Escala (*Large Language Models* – LLMs), capazes de compreender e gerar textos em linguagem natural com alto nível de coerência [Vaswani et al. 2023]. Esses modelos são a base de diversas ferramentas amplamente utilizadas atualmente, como ChatGPT, Gemini, Claude e Perplexity.

A arquitetura base dos LLMs modernos utiliza mecanismos de atenção (*attention*) que permitem processar grandes volumes de dados textuais e capturar relações complexas entre palavras e contextos. Com isso, esses modelos são capazes de produzir textos coerentes, apoiar processos de raciocínio simbólico e até gerar trechos de código funcional.

2.2. Desafios do uso da IAGen

Apesar dos avanços recentes, o treinamento e a operacionalização de modelos generativos de grande escala apresentam desafios significativos. Esses desafios envolvem diferentes dimensões, incluindo custos de treinamento, inferência e armazenamento de dados. Estima-se, por exemplo, que o treinamento do modelo GPT-4 tenha demandado investimentos superiores a U\$100 milhões, enquanto o modelo Gemini Ultra consumiu aproximadamente U\$191 milhões em recursos computacionais [Ohiri and Poole 2025].

Além dos custos de treinamento, a inferência também apresenta despesas operacionais contínuas, determinadas pelo volume de requisições dos usuários, pela frequência de consultas ao modelo e pela complexidade computacional das tarefas executadas [Ohiri and Poole 2025]. Esses custos elevados têm motivado o desenvolvimento de estratégias para adaptação de modelos pré-treinados, como *Fine-tuning* com Parâmetros Eficientes (PEFT) e *Retrieval-Augmented Generation* (RAG) [Kandpal and Raffel 2025].

Outro desafio importante associado aos LLMs refere-se ao fenômeno conhecido como *alucinação*, no qual o modelo gera conteúdos aparentemente plausíveis, porém factualmente incorretos ou sem base nos dados disponíveis [Huang et al. 2025]. Esse comportamento pode ocorrer devido a limitações nos dados de treinamento, interpretações ambíguas de *prompts* ou falhas na contextualização das informações fornecidas ao modelo [Tonmoy et al. 2024].

Para contornar esse problema, diferentes estratégias têm sido investigadas, como o uso de técnicas de RAG, PEFT e Engenharia de *Prompts* [Fan et al. 2024, Xu et al. 2023, Chen et al. 2025]. Essas abordagens buscam melhorar a capacidade de adaptação dos modelos e aumentar a precisão das informações produzidas.

2.3. IAGen na Educação

No contexto educacional, a IAGen tem sido explorada como uma ferramenta de apoio ao ensino e à aprendizagem. Estudos recentes indicam que ferramentas baseadas em IA generativa podem auxiliar na elaboração de planos de ensino, materiais didáticos e atividades avaliativas [Laranjeira and Bezerra 2025, Polastri et al. 2025]. Em alguns casos, a tecnologia demonstrou capacidade de gerar itens de avaliação com qualidade comparável à de materiais produzidos por especialistas, além de permitir a produção rápida de conteúdos educacionais [de Lima Netto 2024].

Nessas aplicações, o professor tende a assumir um papel de curador e coautor, utilizando as ferramentas de IA para gerar conteúdos iniciais e posteriormente revisá-los, ajustá-los e adaptá-los às necessidades pedagógicas dos estudantes. Esse processo envolve a elaboração de *prompts* adequados e a validação dos materiais produzidos, garantindo alinhamento com diretrizes educacionais e necessidades específicas de aprendizagem, como no caso de materiais adaptados para estudantes com transtorno do espectro autista [Borges and Araujo 2025].

Apesar dos benefícios observados, a utilização da IAGen na educação também apresenta desafios importantes. A ocorrência de alucinações, a geração de informações factualmente incorretas, possíveis desalinhamentos pedagógicos e limitações de infraestrutura tecnológica, especialmente em instituições com menor acesso a recursos digitais, exigem supervisão humana constante na validação dos conteúdos gerados [Polastri et al. 2025].

Assim, a eficácia da IAGen no contexto educacional depende não apenas da tecnologia utilizada, mas também do nível de alfabetização digital dos docentes e da adoção de modelos colaborativos de uso, nos quais a tecnologia atua como suporte ao trabalho pedagógico, sem substituir o papel central do professor no processo educacional [Divino 2024].

Diante dessas oportunidades e desafios apresentados na literatura, torna-se relevante investigar empiricamente de que forma ferramentas de IAGen podem apoiar docentes na produção de materiais educacionais para disciplinas de Computação. Nesse contexto, este trabalho busca analisar o potencial dessas ferramentas na geração de artefatos educacionais utilizados no planejamento e na condução de disciplinas da área.

3. Materiais e Métodos

Este estudo exploratório foi estruturado e conduzido em duas etapas: (i) um estudo empírico inicial, realizado pelos pesquisadores, com o objetivo de analisar o comportamento das ferramentas de IAGen na geração de materiais didáticos; e (ii) uma investigação com docentes da área de Computação, voltada à análise da percepção desses especialistas quanto à qualidade e utilidade dos conteúdos gerados, com dados qualitativos.

3.1. Estudo empírico com disciplinas específicas

A primeira etapa do estudo foi conduzida exclusivamente pelos pesquisadores, envolvendo dois docentes da área de Computação e uma bolsista de Iniciação Tecnológica e Inovação do curso de Ciência da Computação. A geração dos artefatos contemplou as disciplinas de Interação Humano-Computador (IHC) e Arquitetura de Computadores. Essas

disciplinas foram escolhidas por serem ministradas pelos pesquisadores e por apresentarem perfis distintos: a primeira com foco em aspectos humanos, sociais e de *design*, e a segunda com caráter técnico voltado ao *hardware*.

As ferramentas de IAGen foram selecionadas considerando sua popularidade e facilidade de acesso, priorizando plataformas que permitissem a realização dos experimentos de forma gratuita. As ferramentas utilizadas nesta etapa foram: ChatGPT (GPT 4o), Perplexity (Híbrido - padrão), Gemini (1.5 Flash), Meta AI (Llama 3), CoPilot (GPT 4o), Claude (3.5 Sonnet), Hyperwrite (Híbrido (GPT-4-class)) e Teachy (GPT-4o).

Os *prompts* empregados, apresentados na Tabela 1, foram formulados de maneira simples e genérica, sem uma estrutura pré-definida, com o objetivo de analisar o comportamento inicial dos modelos na geração de materiais didáticos.

Artefato	Prompt
Plano de ensino	<i>Crie um plano de ensino da disciplina semestral [IHC / Arquitetura de Computadores] do curso de Ciência da Computação, grau Bacharelado, modalidade presencial, com carga horária de 60 horas e 4 aulas semanais. O plano deve conter ementa, objetivos, conteúdo programático, metodologia, critérios de Avaliação de Aprendizagem e bibliografia.</i>
Avaliação	<i>Crie uma avaliação, com o gabarito das respostas para o tema introdutório de [IHC / Arquitetura de Computadores] no grau bacharelado.</i>
Listas de exercícios	<i>Crie uma lista de exercícios para a matéria de [IHC / Arquitetura de Computadores] com gabarito das respostas.</i>

Tabela 1. Prompts utilizados para os experimentos iniciais

A análise dos resultados foi realizada pelos pesquisadores com base em sua experiência docente nas disciplinas, comparando os conteúdos gerados pelas ferramentas com os planos de ensino vigentes na universidade. Embora os resultados detalhados sejam discutidos na Seção 4, as observações preliminares indicaram diferenças relevantes na organização e na profundidade dos materiais gerados, o que motivou a continuidade da pesquisa com a inclusão de novas disciplinas e docentes da área de Computação, conforme detalhado na Subseção 3.2.

3.2. Geração de artefatos para disciplinas de Computação com IAGen

Na segunda etapa do estudo, o objetivo foi avaliar a eficácia das ferramentas de IAGen na geração de materiais didáticos para diferentes disciplinas de Computação e analisar a percepção de docentes quanto à qualidade dos resultados obtidos.

A seleção dos docentes participantes ocorreu por conveniência, por meio de convites enviados via e-mail e considerou a disponibilidade dos mesmos e o caráter exploratório da pesquisa. Cinco docentes da Universidade Estadual do Norte do Paraná aceitaram participar do estudo, sendo responsáveis pelas disciplinas de Programação I (introdutória), Programação II (orientação a objetos), Programação IV (*web/mobile*), Teoria da Computação e Empreendedorismo. Com exceção docente da disciplina Programação IV,

os demais atuavam na disciplina a mais de cinco anos. Embora o número de participantes seja reduzido, a diversidade das disciplinas foi considerada relevante, pois contempla conteúdos técnicos, conceituais, da computação clássica e também disciplinas relacionadas a aspectos empresariais e de inovação.

Para esta etapa, optou-se por utilizar um número menor de ferramentas, com o objetivo de tornar as atividades mais objetivas e reduzir o tempo necessário para execução dos experimentos pelos participantes. As ferramentas utilizadas foram: ChatGPT, Claude, Gemini e Perplexity. As atividades com os docentes foram realizadas de forma presencial, individualmente e com data e horário previamente combinados. Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e foram informados sobre os objetivos do estudo e seus direitos, incluindo a possibilidade de interromper a participação a qualquer momento.

Os *prompts* seguiram a mesma estrutura geral para todos os docentes e consideraram práticas propostas na Engenharia de *Prompt* [UNESCO 2024], identificadas durante os estudos realizados nesta etapa. Os *prompts* foram estruturados considerando: (1) caracterização do docente, da disciplina e da necessidade; (2) caracterização do conteúdo; (3) organização do material; (4) público-alvo; e (5) indicativo de retorno.

Embora essa estrutura tenha sido proposta como orientação, os docentes tiveram liberdade para adaptar o conteúdo dos *prompts* de acordo com as necessidades de suas disciplinas. A Tabela 2 apresenta um exemplo de *prompt* utilizado para a geração de uma apostila da disciplina de Programação IV.

Prompts Utilizados	
(1)	Sou o/a professor(a) XXXXXX XXXXXX XXXXXX do curso de Ciência da Computação da XXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXX do XXXXX do XXXXXX. Leciono a disciplina de Programação IV para turmas do 3º ano. Quero que você me ajude a criar uma apostila didática sobre Integração com Servidores no desenvolvimento mobile.
(2)	O conteúdo deve explicar os fundamentos do desenvolvimento mobile, focando na Comunicação com APIs REST, Consumo de dados externos (JSON e XML) e Envio de dados do dispositivo para o servidor.
(3)	Organize o material com essa estrutura: introdução teórica, explicações com exemplos de código, exercícios práticos, glossário de termos técnicos e resumo de cada módulo.
(4)	O público-alvo são estudantes do 3º ano de Ciência da Computação com conhecimentos prévios de programação orientada a objetos e desenvolvimento web.
(5)	Assim que me entregar a primeira versão, posso te dar um retorno sobre o que ajustar no conteúdo, na linguagem ou na estrutura.

Tabela 2. Exemplo de *prompt* para geração de material didático

Após a produção dos materiais, disponíveis no endereço¹ os docentes registraram suas percepções em relatos textuais livres, descrevendo suas opiniões sobre os conteúdos gerados pelas ferramentas de IAGen. Os pesquisadores não ofereceram uma estrutura prévia para os relatos, buscando permitir que os docentes expressassem suas percepções de forma mais livre.

Os relatos foram posteriormente analisados de forma qualitativa pelos pesquisa-

¹Material disponível em <https://zenodo.org/records/20218962>

dores, com o objetivo de identificar percepções recorrentes relacionadas à utilidade, qualidade e limitações dos materiais gerados.

4. Resultados e Discussões

A análise da primeira etapa foi realizada de forma empírica, comparando os conteúdos fornecidos pelos modelos de IAGen com as práticas vigentes nas disciplinas analisadas. Os planos de ensino gerados apresentaram conteúdos semelhantes aos planos reais utilizados pelos docentes, embora tenham sido observadas variações pontuais em alguns temas.

Na disciplina de Interação Humano-Computador (IHC), por exemplo, a IAGen propôs um tópico específico sobre *Cognição e Fatores Humanos* no início da disciplina, enquanto no plano de ensino adotado pelo docente esse tema aparece distribuído ao longo de outros conteúdos. Em contrapartida, alguns tópicos presentes no plano real não foram sugeridos pelos modelos, como o tema *Padrões de Design Desktop, Web, Mobile e Wearable*. Por outro lado, as ferramentas incluíram tópicos contemporâneos relacionados a ética, padrões enganosos e LGPD.

Na disciplina de Arquitetura de Computadores, a variação entre os planos foi menor, porém foram identificadas diferenças no nível de detalhamento. Enquanto o plano do docente abordava *Sistemas de Memória* de forma mais abrangente, incluindo registradores, memória principal e memória secundária, os materiais gerados pelas ferramentas concentraram-se principalmente na *Memória RAM*, o que poderia limitar a profundidade da discussão do tema.

Em relação às referências bibliográficas, os planos também apresentaram similaridades. Entretanto, observou-se uma escassez de referências contemporâneas, sendo que alguns materiais sugeridos apareceram de forma genérica, como por exemplo *tendências atuais em Arquitetura de Computadores*, sem a indicação de obras específicas. Esse aspecto gerou dúvidas quanto à capacidade das ferramentas em propor bibliografias atualizadas e confiáveis.

Para as listas de exercícios, avaliações e respectivos gabaritos, os conteúdos gerados apresentaram complexidade baixa ou média, sendo considerados predominantemente básicos ou “clássicos”. As questões limitaram-se, em sua maioria, a perguntas objetivas e dissertativas tradicionais, com pouca variação em relação ao que já é comumente aplicado em disciplinas introdutórias.

Assim, como resultado da primeira etapa, concluiu-se que as ferramentas de IAGen são capazes de gerar materiais que podem apoiar a prática docente, porém com pouca inovação ou especificidade de conteúdo, deixando grande parte do refinamento pedagógico e do detalhamento conceitual a cargo do docente. Esse resultado foi atribuído principalmente ao uso de *prompts* simples e pouco estruturados, utilizados deliberadamente nesta etapa inicial para observar o comportamento das ferramentas.

Análise da percepção dos docentes

Na segunda etapa, buscou-se analisar a percepção de docentes de diferentes disciplinas de Computação sobre os materiais gerados pelas ferramentas de IAGen, bem como verificar os efeitos do uso de *prompts* mais estruturados.

Para essa avaliação, os relatos dos docentes participantes foram analisados qualitativamente a partir de categorias definidas pelos pesquisadores. Essas categorias foram inspiradas em princípios de análise de conteúdo qualitativa [Krippendorff 2018] e buscaram organizar a percepção dos docentes em categorias relevantes para a produção de materiais didáticos.

As categorias consideradas foram: (a) Clareza conceitual; (b) Profundidade de conteúdo; (c) Referências bibliográficas; (d) Definição de objetivos; (e) Criatividade das questões; (f) Qualidade do plano de ensino; (g) Qualidade dos exercícios; e (h) Qualidade da apostila.

Para cada categoria foram definidas três magnitudes de avaliação: **Bom (B)** – quando o material atendeu plenamente às expectativas do docente; **Razoável (R)** – quando o material apresentou qualidade intermediária, com pequenas limitações; e **Não atende (N)** – quando o conteúdo foi considerado insuficiente, incompleto ou pouco adequado.

Os resultados completos dessa análise estão disponíveis em material complementar, contendo a avaliação detalhada por disciplina, categoria e ferramenta de IAGen, disponível em: <https://bit.ly/46YLiM>.

A análise dos dados disponibilizados no material complementar revela que as ferramentas de IAGen apresentaram melhor desempenho em aspectos estruturais dos materiais didáticos, como a organização do plano de ensino e a definição de objetivos. Em contrapartida, foram observadas limitações em categorias relacionadas à profundidade conceitual, à curadoria de referências bibliográficas e à elaboração de materiais didáticos mais extensos, como apostilas.

Os dados também indicam que nenhuma das ferramentas se destacou de forma consistente em todas as categorias analisadas, apresentando perfis de desempenho distintos e complementares.

O modelo Perplexity, por exemplo, apresentou melhores resultados nas categorias de Clareza Conceitual (a) e Definição de Objetivos (d), obtendo avaliações *Bom* em disciplinas como Programação I e Programação IV. Esse comportamento pode estar relacionado ao uso de mecanismos de recuperação de informações em tempo real, que podem contribuir para maior atualização conceitual.

Por sua vez, os modelos ChatGPT e Claude apresentaram desempenho superior na categoria Qualidade do Plano de Ensino (f), indicando maior capacidade de estruturar documentos acadêmicos e pedagógicos de acordo com formatos tradicionalmente utilizados no ensino superior.

O modelo Gemini apresentou desempenho relativamente estável entre as categorias avaliadas, mantendo avaliações predominantemente na magnitude *Razoável*, inclusive em disciplinas mais abstratas como Teoria da Computação.

Outro resultado relevante foi a diferença observada entre disciplinas introdutórias e disciplinas com maior complexidade conceitual. Em Programação I, as ferramentas demonstraram boa capacidade de gerar conteúdos relacionados à sintaxe e a conceitos básicos. Entretanto, em Programação II observou-se uma redução geral na qualidade dos conteúdos produzidos, sugerindo dificuldades na elaboração de materiais que exigem maior encadeamento lógico e integração entre conceitos.

Além disso, todas as ferramentas apresentaram desempenho limitado nas categorias Referências Bibliográficas (c) e Qualidade da Apostila (h), frequentemente avaliadas como *Não atende*. Esse resultado sugere limitações das ferramentas na curadoria de literatura técnica confiável e na elaboração de materiais didáticos mais extensos e aprofundados.

As categorias Criatividade das Questões (e) e Qualidade dos Exercícios (g) foram avaliadas predominantemente como *Razoável*. Embora as ferramentas tenham sido capazes de gerar exercícios coerentes com os conteúdos abordados, os problemas propostos tendem a reproduzir padrões clássicos de exercícios frequentemente encontrados em materiais didáticos e repositórios de programação.

Os resultados sintetizados na Tabela 3 permitem observar de forma mais clara o desempenho geral das ferramentas em cada categoria analisada.

Tabela 3. Síntese do desempenho das ferramentas de IAGen por categoria no Ensino de Computação

Categoria Analisada	Magnitude	Observação Predominante
(f) Qualidade do Plano	Bom	Alta competência em formalismo e estrutura.
(a) Clareza Conceitual	Razoável	Eficaz em conceitos básicos; falha em avançados.
(d) Definição de Objetivos	Razoável	Coerente com as diretrizes curriculares.
(g) Qualidade dos Exercícios	Razoável	Padrão <i>boilerplate</i> ; falta de ineditismo.
(e) Criatividade	Razoável	Baseada em padrões comuns de repositórios.
(b) Profundidade	Ruim	Superficialidade em lógica de programação II.
(c) Referências	Ruim	Baixa fidedignidade e alucinações técnicas.
(h) Qualidade da Apostila	Ruim	Incapacidade de transposição didática densa.

De forma geral, os resultados indicam que ferramentas de IAGen podem apoiar a produção de materiais educacionais, especialmente em tarefas relacionadas à estruturação inicial de conteúdos e organização de planos de ensino. Entretanto, seu uso exige cautela e revisão por parte dos docentes, principalmente em relação à profundidade conceitual, à seleção de referências bibliográficas e à elaboração de materiais didáticos mais completos.

Esses achados reforçam que as ferramentas de IAGen devem ser compreendidas como recursos de apoio ao trabalho docente, e não como substitutas do planejamento pedagógico. Quando utilizadas de forma crítica e supervisionada, essas ferramentas podem contribuir para agilizar tarefas de preparação de materiais didáticos e apoiar o processo de ensino-aprendizagem em cursos de Computação.

5. Limitações e Ameaças à validade

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Primeiramente, destaca-se o número reduzido de participantes, disciplinas e ferramentas de IAGen analisadas. Dessa forma, os resultados obtidos não devem ser generalizados para todos os contextos de ensino de Computação, devendo ser interpretados dentro do escopo da pesquisa realizada. A inclusão de um número maior de docentes, disciplinas e ferramentas poderia resultar em diferentes percepções e avaliações dos materiais gerados.

Outra limitação refere-se ao fato de que os resultados foram baseados na percepção dos docentes participantes sobre os materiais produzidos pelas ferramentas de IAGen. Como essas avaliações possuem caráter subjetivo, podem variar de acordo com fatores individuais, como experiência docente, tempo de atuação na disciplina, preferências pedagógicas e familiaridade com os conteúdos abordados.

Assim, a replicação deste estudo com outros docentes, disciplinas ou contextos institucionais pode produzir resultados distintos. Apesar dessas limitações, acredita-se que os resultados apresentados oferecem indícios relevantes sobre o potencial e as limitações do uso de ferramentas de IAGen no apoio à produção de materiais didáticos no ensino de Computação.

6. Considerações finais

Este artigo apresentou uma investigação sobre a geração de materiais educacionais para o ensino de Computação por meio de ferramentas de IAGen. A pesquisa permitiu consolidar uma percepção inicial, fundamentada tanto na análise exploratória conduzida pelos pesquisadores quanto na avaliação de docentes da área de Computação.

Embora o estudo tenha sido realizado com uma amostragem delimitada, os resultados indicam que ainda existem limitações relevantes na utilização dessas ferramentas para a criação de artefatos pedagógicos. Entre as categorias analisadas, aquelas que exigem maior profundidade técnica, atualização em relação ao estado da arte e inovação pedagógica foram predominantemente classificadas como razoáveis ou insuficientes. Os resultados também evidenciaram que o uso dessas ferramentas sem supervisão humana pode comprometer o detalhamento e a precisão dos conteúdos gerados, especialmente em materiais como listas de exercícios e apostilas.

Como trabalhos futuros, pretende-se ampliar o escopo da pesquisa, incluindo um número maior de disciplinas, docentes avaliadores e ferramentas de IAGen. Além disso, estudos adicionais poderão investigar o uso de técnicas de Engenharia de *Prompt* e o desenvolvimento de agentes de IA especializados, com o objetivo de reduzir as inconsistências observadas e melhorar a qualidade dos materiais gerados.

De forma geral, os resultados indicam que as ferramentas de IAGen apresentam potencial para apoiar a produção de materiais educacionais e contribuir para a produtividade docente, especialmente em tarefas relacionadas à organização inicial de conteúdos. Entretanto, seu uso deve ocorrer de forma crítica e supervisionada, mantendo o docente no papel central de curador e responsável pela qualidade pedagógica dos materiais utilizados no ensino de Computação.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná e à Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) pelo apoio financeiro concedido a esta pesquisa.

8. Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Os autores declaram que fizeram uso de Inteligência Artificial Generativa para revisão textual e para auxiliar na síntese dos dados da análise realizada neste estudo. Todas as interpretações e conclusões apresentadas são de responsabilidade dos autores.

Referências

- Amaral, L., Cordeiro, J., and Avelino, G. (2024). Ia generativa na educação: Personalizando histórias para facilitar o aprendizado de leitura em crianças. In *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1877–1889, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Borges, A. S. R. and Araujo, F. (2025). Do algoritmo à inclusão: O uso da ia na criação de planos de aula para robótica educacional. In *Anais do XXXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2025)*.
- Chen, B., Zhang, Z., Langrené, N., and Zhu, S. (2025). Unleashing the potential of prompt engineering for large language models. *Patterns*, 6(6):101260.
- de Lima Netto, M. S. (2024). Analisando as potencialidades da inteligência artificial na criação de materiais didáticos para o ensino de física. *Revista do Professor de Física*.
- Devanny, J., Dylan, H., and Grossfeld, E. (2023). Generative ai and intelligence assessment. *RUSI Journal*, 168.
- Divino, S. (2024). Inteligência artificial generativa no ensino superior: Diretrizes para superação dos dilemas didáticos, éticos e legais. *Revista Pedagogía Universitaria y Didáctica del Derecho*.
- Fan, W., Ding, Y., Ning, L., Wang, S., Li, H., Yin, D., Chua, T.-S., and Li, Q. (2024). A survey on rag meeting llms: Towards retrieval-augmented large language models. In *Proceedings of the 30th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, KDD '24, page 6491–6501, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Giray, L. (2023). Prompt engineering with chatgpt: A guide for academic writers.
- Huang, L., Yu, W., Ma, W., Zhong, W., Feng, Z., Wang, H., Chen, Q., Peng, W., Feng, X., Qin, B., and Liu, T. (2025). A survey on hallucination in large language models: Principles, taxonomy, challenges, and open questions. *ACM Trans. Inf. Syst.*, 43(2).
- Kandpal, N. and Raffel, C. (2025). Position: The most expensive part of an llm should be its training data.
- Krippendorff, K. (2018). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage publications.
- Laranjeira, M. L. and Bezerra, P. T. L. (2025). Gerador automático de planos de aula sobre tecnologia baseado em llms. In *Anais do XXXIII Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2025)*.
- Makridakis, S., Petropoulos, F., and Kang, Y. (2023). Large language models: Their success and impact. *Forecasting*, 5.
- Ohiri, E. and Poole, R. (2025). What is the cost of training large language models? <https://www.cudocompute.com/blog/what-is-the-cost-of-training-large-language-models>. Published May 12, 2025.

- Polastri, P. C., Linhalis, F., and Dos Reis, J. C. (2025). Compreendendo o uso da inteligência artificial generativa por professores da educação básica no Brasil. *Caderno activa*.
- Queiroz, F. and Lima, M. (2025). Uso do chatgpt na priorização de requisitos: Uma experiência educacional em engenharia de software. In *Anais do V Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 491–501, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Rani, G., Singh, J., and Khanna, A. (2023). Comparative analysis of generative ai models. In *2023 International Conference on Advances in Computation, Communication and Information Technology (ICAICCIT)*, pages 760–765.
- Silva, J. and Ferreira, H. (2024). Adaptação de questões avaliativas para estudantes neurodivergentes: Uma arquitetura computacional fundamentada em inteligência artificial generativa. In *Anais do I Workshop de Informática na Educação Inclusiva*, pages 36–43, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Silva, T., Vidotto, K., Tarouco, L., and Silva, P. (2024). Potencialidades do uso de inteligência artificial generativa como apoio ao ensino de programação. In *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1942–1956, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Stöckl, A., Willaert, T., and Rudisch-Sommer, R. (2025). Humans and AI writing lectures together. In Ahram, T., Karwowski, W., Martino, C., Di Bucchianico, G., and Maselli, V., editors, *Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2025): Integrating People and Intelligent Systems*, volume 160 of *AHFE Open Access*, USA. AHFE International.
- Sætra, H. S. (2023). Generative ai: Here to stay, but for good? *Technology in Society*, 75.
- Tonmoy, S. M. T. I., Zaman, S. M. M., Jain, V., Rani, A., Rawte, V., Chadha, A., and Das, A. (2024). A comprehensive survey of hallucination mitigation techniques in large language models.
- UNESCO (2024). *Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa*. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), Paris. Título original: Guidance for generative AI in education and research.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L., and Polosukhin, I. (2023). Attention is all you need.
- Xu, L., Xie, H., Qin, S.-Z. J., Tao, X., and Wang, F. L. (2023). Parameter-efficient fine-tuning methods for pretrained language models: A critical review and assessment.