



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PEDRO II
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

JOÃO MANUEL DA SILVA PAULO

**PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA ELABORAÇÃO DE MATERIAIS PEDAGÓGICOS
DO ENSINO FUNDAMENTAL ALINHADOS A BNCC: uma abordagem baseada em
APIs de IA generativa**

PEDRO II
2026

JOÃO MANUEL DA SILVA PAULO

**PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA ELABORAÇÃO DE MATERIAIS PEDAGÓGICOS
DO ENSINO FUNDAMENTAL ALINHADOS A BNCC: uma abordagem baseada em
APIs de IA generativa**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Pedro II.

Orientador: Prof^o. Dr^o. Manuel Gonçalves da Silva Neto.

Coorientador: Paula Vitória de Sousa Ribeiro.

PEDRO II

2026

PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA ELABORAÇÃO DE MATERIAIS PEDAGÓGICOS DO ENSINO FUNDAMENTAL ALINHADOS A BNCC: uma abordagem baseada em APIs de IA generativa

João Manuel da Silva Paulo¹

Prof^o. Dr^o. Manuel Gonçalves da Silva Neto²

Paula Vitória de Sousa Ribeiro³

RESUMO

A Inteligência Artificial (IA) pode ser entendida como a capacidade de máquinas ou sistemas computacionais executarem tarefas que quando realizadas por seres humanos, requerem inteligência, raciocínio ou aprendizado. No âmbito educacional, a IA pode ser empregada como ferramenta de apoio no processo de ensino e aprendizagem, otimizando as práticas pedagógicas e auxiliando os docentes na elaboração de materiais educacionais atrativos e adaptado às necessidades dos alunos. Neste contexto, trabalhos anteriores buscaram propor soluções tecnológicas baseadas em APIs de IA generativa para auxiliar na geração de materiais didáticos a professores. Entretanto, observa-se a carência de soluções tecnológicas baseadas em IA que apoiem os docentes do ensino fundamental das diferentes áreas do conhecimento na elaboração de materiais didáticos alinhados às diretrizes curriculares nacionais. Este estudo propôs a concepção e avaliação de um protótipo funcional baseado em APIs de IA generativa voltado ao apoio a docentes do ensino fundamental na geração de planos de aula e elaboração de exercícios pedagógicos alinhados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Conclui-se que o protótipo apresenta resultados promissores para a área de pesquisa. Os especialistas indicaram boa usabilidade, praticidade, assertividade e adequação à BNCC. Adicionalmente, identificou-se os seguintes pontos de melhoria que pretende-se empregar em trabalhos futuros: (i) conteúdos que a BNCC não abrange; (ii) fontes externas para geração; (iii) acessibilidade; (iv) metodologias atrativas; (v) planos de IA robustos; e (vi) maior amostragem de avaliadores. Acredita-se que o presente estudo possa complementar o corpo de conhecimento existente, além de atuar como um instrumento facilitador na elaboração de conteúdos educacionais.

Palavras-chave: APIs de IA generativa; desenvolvimento de software (Scrum); planejamento de aulas; ensino fundamental; BNCC.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) can be understood as the ability of machines or computational systems to perform tasks that, when carried out by humans, require intelligence, reasoning, or learning. In the educational context, AI can be employed as a support tool in the teaching and learning process, optimizing pedagogical practices and assisting teachers in the development of engaging educational materials tailored to students' needs. In this context, previous studies have sought to propose technological solutions powered by AI APIs to assist teachers in generating instructional

¹ Graduando em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Instituto Federal do Piauí (IFPI). caped.2024123tads0002@aluno.ifpi.edu.br.

² Doutor em Engenharia de Teleinformática pela Universidade Federal do Ceará (UFC), Mestre em Engenharia de Software pelo Centro de Estudos e Sistemas Avançados de Recife (CESAR). Instituto Federal do Piauí. manuel@ifpi.edu.br.

³ Graduada em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Instituto Federal do Piauí (IFPI). caped.20201p2ads0226@aluno.ifpi.edu.br.

materials. However, there is a lack of AI-driven technological solutions that support elementary education teachers across different areas of knowledge in the development of instructional materials aligned with national curriculum guidelines. This study proposed the design and evaluation of an Artificial Intelligence-based functional prototype aimed at supporting elementary school teachers in the generation of lesson plans and the creation of pedagogical exercises aligned with the Brazilian National Common Curriculum Base (BNCC). It is concluded that the prototype presents promising results for the research area. Experts indicated good usability, practicality, assertiveness, and alignment with the BNCC. Additionally, the following points of improvement were identified to be implemented in future work: (i) content beyond the BNCC, (ii) external sources for content generation, (iii) accessibility, (iv) engaging methodologies, (v) robust AI plans, and (vi) larger sample of evaluators. It is expected that this project might complement the existing body of knowledge, as well as serve as a facilitating instrument in the development of educational content.

keywords: generative AI APIs; software development(scrum); lesson planning; elementary school; BNCC.

Data de aprovação: 11/07/2026

1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) pode ser entendida como a capacidade de máquinas ou sistemas computacionais executarem tarefas que quando realizadas por seres humanos, requerem inteligência, raciocínio ou aprendizado (Li; Zheng; Wang, 2019).

No cenário contemporâneo, nota-se a crescente adoção de tecnologias baseadas em IA (Eurostat, 2025). Segundo dados estatísticos da União Europeia, em 2024, aproximadamente 13,48% (treze vírgula quarenta e oito por cento) das empresas europeias utilizam ao menos um tipo de aplicação de Inteligencia Artificial, representando crescimento de 5,45% (cinco vírgula quarenta e cinco por cento) em comparação ao ano de 2023 (Eurostat, 2025).

Sob essa perspectiva de crescimento no uso de Inteligência Artificial, as empresas de tecnologia vêm integrando IA generativa em suas soluções (Silva; Vidotto; Tarouco, 2024). Nesse contexto, destacam-se a disponibilidade de IA como serviço, por meio de *Application Programming Interfaces* (APIs), que permite integrar as funcionalidades de IA generativa em suas aplicações sem a necessidade de criar ou treinar modelos (Silva; Vidotto; Tarouco, 2024), permitindo assim, seu uso em iniciativas menores e de forma mais facilitada (Walee *et al.*, 2025; Brar; Setioko, 2024).

Diante deste cenário, a literatura acadêmica apresenta a aplicação de serviços IA nas diferentes áreas do conhecimento, tais como na agricultura (Alduweib; Alromema; Hezzam, 2025), engenharia (Varshney *et al.*, 2025) e educação (Zhang *et al.*, 2025).

No âmbito educacional, a IA pode ser empregada como ferramenta de apoio no processo de ensino e aprendizagem, otimizando as práticas pedagógicas e auxiliando os docentes na elaboração de materiais educacionais atrativos e adaptado às necessidades dos alunos (TAN, 2025; Christou, 2024). Além disso, a literatura destaca ainda, os benefícios da IA na simplificação

de barreiras linguísticas aplicadas no ensino de línguas estrangeiras (Truong, 2024), na avaliação de interações entre alunos e professores em sala de aula (Wang; Chen, 2024), bem como, no suporte à capacitação dos docentes (Zhang *et al.*, 2025).

Apesar desses avanços, os profissionais da educação básica, em especial aqueles que carecem de capacitação em tecnologias digitais, ainda enfrentam dificuldades na utilização da IA, tais desafios podem decorrer devido a complexidade na interação com modelos generativos, em particular no processo de elaboração de *prompts* adequados, que gerem conteúdos pedagogicamente consistentes e alinhados aos objetivos curriculares (Wang; Chen, 2024; He *et al.*, 2025; Spasić; Janković, 2023; Shu *et al.*, 2025).

Neste contexto, trabalhos anteriores buscaram propor soluções tecnológicas que baseadas em APIs de IA generativa para auxiliar na geração de materiais didáticos a professores do ensino superior (Shu *et al.*, 2025), nível médio (Saddish *et al.*, 2023), fundamental (Spasić; Janković, 2023; Laranjeira; Bezerra, 2025; Brar; Setioko, 2024) e contexto geral de ensino (Oliveira; Classe, 2024), conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Trabalhos relacionados

Publicação	Nível de ensino (Ênfase)	Temática
(Oliveira; Classe, 2024)	Geral	Ênfase em auxiliar docentes por meio de APIs de IA generativa ao gerar Storytelling.
(Lavanya <i>et al.</i> , 2025)	Geral	Apresenta uma plataforma Web baseada em Serviço de IA Generativa via API para produzir questões pedagógicas.
(Brar; Setioko, 2024)	Ensino Fundamental (ciências)	Uso de APIs de IA generativa para apoiar professores na realização de planos de aula.
(Laranjeira; Bezerra, 2025)	Ensino Fundamental (computação)	Gera planos de aula alinhados a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de computação por meio de API de Modelos Generativos.
(Shu <i>et al.</i> , 2025)	Ensino superior (Engenharia)	Uso de APIs de IA generativa para gerar listas de questões de múltipla escolha.
Este trabalho (2026)	Ensino Fundamental (geral)	Protótipo baseado em APIs de IA generativa alinhado a BNCC para elaboração de material didático de diferentes áreas do conhecimento.

Fonte: produzido pelo autor.

Entretanto, observa-se a carência de soluções baseadas em serviços de APIs de IA generativa que apoiem os docentes do ensino fundamental das diferentes áreas do conhecimento na elaboração de materiais didáticos alinhados às diretrizes curriculares nacionais. Tendo em vista que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orienta práticas norteadoras para docentes no modo de selecionar e aplicar materiais didáticos (Brasil, 2018).

Diante deste cenário, torna-se relevante o desenvolvimento de soluções tecnológicas que auxiliem os docentes na elaboração de materiais didáticos alinhados a essas diretrizes. Este artigo propôs a concepção e avaliação de um protótipo funcional baseado em APIs de Inteligência Artificial generativa voltada ao apoio a docentes do ensino fundamental na geração

de planos de aula e elaboração de exercícios pedagógicos alinhados à BNCC. Acredita-se que o presente estudo possa complementar o corpo de conhecimento existente, além de atuar como um instrumento facilitador na elaboração de conteúdos educacionais.

O presente estudo está organizado da seguinte forma. A Introdução é apresentada na Seção 1. A Seção 2 aborda os conceitos fundamentais necessários para compreensão deste artigo. A Seção 3 descreve a metodologia empregada para realização desta pesquisa. Os resultados e discussões obtidos com a execução deste trabalho são descritos na Seção 4. Por fim, a Seção 5 apresenta as conclusões e trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta Seção apresenta o referencial teórico contendo conceitos relevantes que podem auxiliar na compreensão das Seções remanescentes deste estudo.

2.1 UM POUCO MAIS SOBRE A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Historicamente, a Inteligência Artificial remota à década de 1950, período em que pesquisadores como Alan Turing e Norbert Wiener estabeleceram os fundamentos conceituais e matemáticos que dariam suporte ao desenvolvimento desta área (Li; Zheng; Wang, 2019). Segundo Chakraborty *et al.* (2026) o uso tradicional da IA pode ser estabelecido por meio de regras matemáticas e pensamentos simbólicos que por meio destes consegue fornecer poder de decisão e resolução de problemas. Dentre as técnicas de inteligência Artificial, destacam-se o *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), *Processamento de Linguagem Natural* (PLN) e Modelos de linguagem de grande escala (LLM), conforme apresentado a seguir:

- ***Machine Learning* (ML):** Ramo da IA que baseia-se em algoritmos para aprender com um conjunto de dados, possuindo a capacidade de se aperfeiçoar conforme o treinamento (Widianto *et al.*, 2024), podendo ser empregada para prevenir ataques cibernéticos ao analisar o comportamento de máquinas mal intencionadas (Jeny *et al.*, 2025).
- ***Deep Learning* (DL):** Baseado em redes neurais artificiais, emula o funcionamento e estrutura do cérebro humano para compreender uma quantidade massiva de dados, independente de estarem ou não estruturados (Msayi; Salamntu, 2024). Utilizando-se de DL aplicações podem detectar possíveis falhas estruturais em construções após terremotos (Sonang; Yuhandri; Tajuddin, 2024).
- ***Processamento de Linguagem Natural* (PLN):** Responsável por analisar, interpretar e simular a linguagem humana (Li *et al.*, 2024). Com a capacidade de ser utilizada, por exemplo, em aplicação de detecção de análises falsas de produtos, avaliando a gramática, contexto e padrões de escrita (Pandi; Kumar, 2025)

- **Modelos de linguagem de grande escala (LLM):** Define a categoria de modelos probabilísticos de processamento de linguagem natural capazes de gerar textos análogos ao de autoria humana (Pereira Filho; Souza; Paula, 2025).

Ademais, a inteligência artificial generativa é um tipo de IA que por meio de aprendizado profundo e redes neurais pode gerar conteúdos simulando a criatividade e o pensamento lógico humano (Xu *et al.*, 2024). Essa tecnologia pode ser capaz de produzir diferentes tipos de conteúdos, como textos, áudios, imagens e vídeos (Begum *et al.*, 2025). Entretanto, para elaborar estes conteúdos os sistema de IA generativas necessita de *Prompts*, instruções enviadas para especificar o que o usuário deseja ter como resposta (Son; Lee, 2025).

Nesse contexto, surge a Engenharia de *Prompt*, uma prática que visa otimizar conteúdo gerado por IAs utilizando instruções de modo auxiliar na qualidade e relevância do conteúdo gerado (Leal; Capetillo; Castorena, 2025; Son; Lee, 2025; Park *et al.*, 2023). As técnicas associadas a essa abordagem podem incluir a especificação detalhada das instruções, pedir para a IA separar em porções menores o trabalho semelhante ao que um humano faria ao executar esta tarefa e pedir para a IA analisar e buscar melhorias a sua própria resposta (Spasić; Janković, 2023).

Adicionalmente, a integração de sistemas com serviços de IA pode ser viabilizada por meio de *Application Programming Interfaces* (APIs) que funcionam como interfaces de comunicação entre sistemas, sendo responsáveis por estabelecer protocolos e regras para a transferência de dados (Walee *et al.*, 2025). Empresas com ênfase em Inteligência Artificial oferecem serviços de APIs para uso de terceiros em suas aplicações, tais como OpenAI⁴, Google Gemini⁵ e DeepSeek⁶, que disponibilizam planos para seu uso externo (Silva; Vidotto; Tarouco, 2024). Esse serviço permite que projetos e empresas de pequeno porte usufruem de serviços de IA de maneira econômica e facilitada (Brar; Setioko, 2024).

2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO SERVIÇO NAS PRATICAS DOCENTES

A tecnologias computacionais, quando inseridas no âmbito educacional, podem proporcionar melhor aproveitamento no ensino e aprendizado (Ling; Gao; Qiu, 2024). Dessa maneira, as tecnologias modernas trazem novos recursos de modo a promover maior interação, acessibilidade e recursos pedagógicos (Christou, 2024).

Para os professores, as novas tecnologias surgem de modo a apoiar as práticas docentes (Sagredo-Gallardo *et al.*, 2025). No contexto do ensino fundamental, por exemplo, a ausência de suporte tecnológico na elaboração de materiais didáticos, pode dificultar a produção de conteúdos pedagógicos, visto que estas atividades demanda tempo e esforço, podendo resultar até mesmo em sobrecarga de trabalho (Tortorelli; Strong, 2025).

⁴ <https://openai.com/>

⁵ <https://gemini.google.com/>

⁶ <https://www.deepseek.com/>

Nesse sentido, aplicações que utilizam Inteligência Artificial podem facilitar estes processos de maneira a promover o engajamento, otimizar o tempo de produção de materiais didáticos e gerar conteúdo personalizados (Christou, 2024; Alam, 2021).

Adicionalmente, para que a integração de tecnologias baseadas em IA resulte na geração de conteúdos educacionais mais adequados, é interessante que essas ferramentas estejam alinhadas às diretrizes curriculares nacionais (Laranjeira; Bezerra, 2025). Nesse contexto, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) define orientações que auxiliam os docentes no planejar e executar aulas (Brasil, 2018).

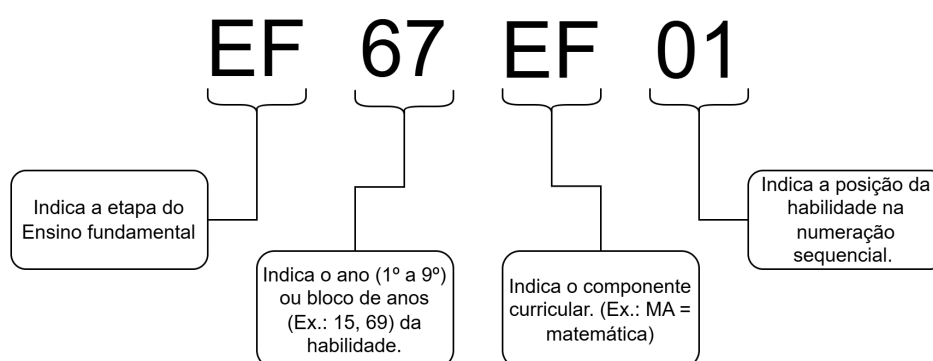
2.3 BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)

Entende-se por Base Nacional Comum Curricular (BNCC) o documento normativo que orienta as práticas pedagógicas para a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio no Brasil (Brasil, 2018). Desse modo, a BNCC destaca a necessidade de contextualizar os conteúdos, promover a organização interdisciplinar de componentes curriculares, aplicar estratégias pedagógicas adequadas, e além disso, selecionar, elaborar, utilizar e avaliar materiais didáticos e tecnológicos que auxiliem no processo de ensino e aprendizagem (Brasil, 2018).

Esse documento ressalta ainda fatores relevantes para o ensino e aprendizagem, como a equidade e as dez competências que guiam a BNCC. Neste contexto, a BNCC define as habilidades dos componentes curriculares, que representam aprendizagens fundamentais em ação. Essas habilidades são organizadas em códigos únicos possuindo um verbo, um objeto de conhecimento e um contexto (Brasil, 2018).

Dessa forma, os códigos alfanuméricos de habilidade BNCC estão organizados na seguinte maneira: O primeiro par de letras indica a etapa do ensino; o primeiro par de números corresponde ao ano em que se refere à habilidade ou bloco de anos; o segundo par de letras indica o componente curricular; e o segundo par de números indica a posição da habilidade na numeração sequencial (Brasil, 2018). Essa organização é ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura de uma Habilidade da BNCC



Fonte: produzido pelo autor.

Adicionalmente, em meados de 2022, ocorreu a atualização da BNCC para inclusão

da área de computação, deste modo, surgiu a BNCC da computação, tendo como premissa a inserção do ensino computacional e educação digital como componente curricular obrigatória nas diferentes fases da educação básica brasileira (Brasil, 2022). Em consonância com essas diretrizes, a Resolução CNE/CEB nº 2/2025 (Brasil, 2025), determinou que os sistemas de ensino adequassem, ao longo de 2025, seus currículos pedagógicos e planos de formação docente às orientações e habilidades previstas na BNCC da Computação, assegurando sua implementação efetiva em 2026.

Diante desse cenário, torna-se relevante que professores tenham acesso às ferramentas baseadas em IA que possam sugerir conteúdos pedagógicos adequados alinhadas às diretrizes da BNCC (Oliveira; Classe, 2024). Nesse sentido, o presente estudo objetivou por meio de APIs de serviços de Inteligência Artificial, a produção de materiais didáticos, como planos de aula e exercícios, alinhados à BNCC e utilizando-se de Engenharia de *Prompt*. Espera-se que este trabalho possa complementar a literatura acadêmica ao englobar as diferentes áreas do conhecimento do ensino fundamental e elaboração de conteúdos educacionais alinhados às competências e habilidades previstas na BNCC.

2.4 PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

O processo de desenvolvimento de *software* pode englobar o planejamento, execução, implantação e manutenção do sistema (Faruk *et al.*, 2022). Neste sentido, a engenharia de *software* desde sua consolidação, tem passado por alterações, devido a demandas de novos sistemas e surgimento de tecnologias (Durrani *et al.*, 2024). Tornando assim, relevante empregar atividades de desenvolvimento mais eficientes, adaptáveis e alinhadas às necessidades dos usuários.

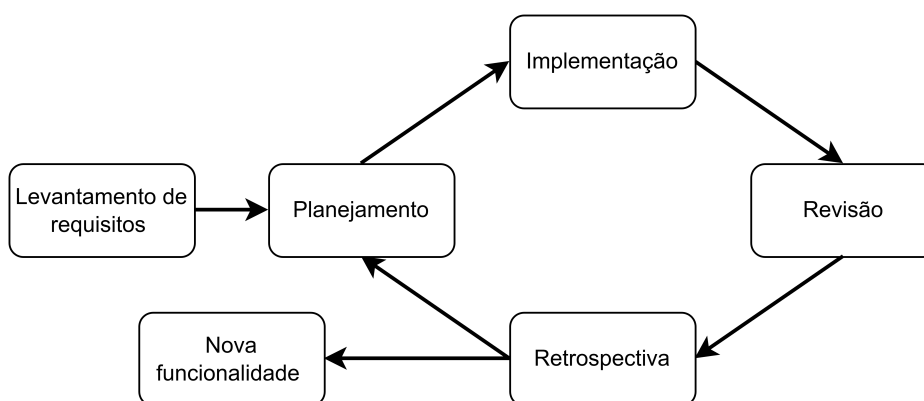
Diante desse cenário, as metodologias ágeis destacam-se por auxiliar na rapidez do desenvolvimento e garantir a entrega conforme a expectativa das partes interessadas (Faruk *et al.*, 2022). Entre essas abordagens, cabe destaque o método *Scrum*, considerado um dos modelos mais populares e possui como ênfase a execução do projeto (Afshari; Gandomani, 2021; Taufiq; Raharjo; Wahbi, 2020).

Sob essa perspectiva, os processos de engenharia de *software* seguem um fluxo lógico para resolução de problemas (Durrani *et al.*, 2024). Nesse contexto, a Figura 2 apresenta o esquema visual do fluxo de desenvolvimento da metodologia *Scrum* que empregou neste trabalho, definida com base nas diretrizes propostas por Pressman e Maxim (2021).

A seguir, apresenta-se a descrição de cada etapa:

- **Levantamento de requisitos:** Processo de caracterização das necessidades, funcionalidades e restrições do projeto. No *Scrum*, esse processo leva a criação do *Product Backlog*, que são listas que englobam esses requisitos.
- **Planejamento:** Define tarefas, riscos, recursos necessários e produtos resultantes do ciclo de desenvolvimento.

Figura 2 – Ciclo do desenvolvimento



Fonte: produzido pelo autor.

- **Implementação:** Construção do *software* seguindo o planejamento para a execução de uma ou mais funcionalidades.
- **Revisão:** Válida-se o que foi produzido em acordo com as expectativas e padrões definidos.
- **Retrospectiva:** Finalização de um ciclo de desenvolvimento com ênfase em melhorar o modo de trabalho.
- **Nova Funcionalidade:** Incremento de funcionalidade ao produto final.

3 METODOLOGIA

Esta Seção apresenta de forma não exaustiva a metodologia empregada neste estudo.

Este trabalho caracteriza-se como exploratória e descritiva. A confecção e validação do protótipo funcional proposto envolveu abordagem formal de desenvolvimento, seguindo as boas práticas de engenharia de software visando assegurar que o sistema seja viável, eficiente e confiável (Pressman; Maxim, 2021).

Para tal, empregou-se os processos ágeis de desenvolvimento de software (Scrum), os quais englobam atividades bem estabelecidos na literatura (Sales; Santos; Pinto, 2025; Oni; Sanjaya; Halim, 2024; Aguswahyudi; Desanti; Halim, 2021), com intuito de favorecer ciclos de desenvolvimento iterativos e refinamento do produto. É importante ressaltar que nem todos os artefatos e cerimônias prescritos por esta metodologia foram empregados, devido a necessidade de adaptar ao contexto de apenas um desenvolvedor.

3.1 LEVANTAMENTO DE REQUISITOS

A primeira etapa do projeto envolveu o levantamento de requisitos, realizada por meio da análise de soluções similares e identificação das necessidades dos usuários no contexto de docentes do ensino fundamental de diferentes áreas do conhecimento.

Realizou-se o levantamento de soluções similares para identificar tecnologias e funcionalidades relevantes que poderiam ser incorporadas ao sistema (Laranjeira; Bezerra, 2025; Shu *et al.*, 2025; Oliveira; Classe, 2024), além disso, designou-se como *stakeholder* um docente com formação na área de licenciatura com 26 (vinte e seis) anos de experiência na modalidade de ensino alvo deste estudo, devido o mesmo ser uma das partes interessadas que podem ser influenciada ou impactada pelo sistema proposto (Pressman; Maxim, 2021).

A síntese dos principais requisitos funcionais resultantes desse processo é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Requisitos Funcionais no Formato de Histórias de Usuários

IDs	História de Usuário	Teste de aceitação
RF01	Como professor, quero gerar listas de questões, para que possa utilizar com meus alunos.	Dado que estou na página de gerar questões, quando inserir informações desejadas no formulário e clicar em gerar, então o sistema deve retornar uma lista de questões.
RF02	Como professor, quero gerar planos de aula, para que possa utilizar com meus alunos.	Dado que estou na página de gerar planos de aula, quando inserir informações desejadas no formulário e clicar em gerar, então o sistema deve retornar um plano de aula.
RF03	Como professor, quero ter uma lista de habilidades da BNCC, para que possa selecionar quais serão usadas para gerar o conteúdo	Dado que estou no formulário para gerar conteúdos, quando selecionar o ano do ensino fundamental e área do conhecimento, então a página deve exibir as habilidades da BNCC referentes.
RF04	Como professor, quero selecionar o ano do ensino fundamental e área do conhecimento, para que o conteúdo gerado seja adequado ao nível dos alunos e à disciplina ensinada.	Dado que estou no formulário para gerar conteúdos, quando selecionar o ano do ensino fundamental e área do conhecimento, então o sistema deve seguir essas informações para gerar o conteúdo.
RF05	Como professor, quero selecionar personalizações para as questões geradas como: dificuldade, tamanho e se serão objetivas ou subjetiva, para que eu possa ter maior controle sobre o formato das atividades.	Dado que estou na página de gerar questões, quando seleciono as personalizações de dificuldade, tamanho e se serão objetiva ou subjetiva, então o sistema deve seguir essas personalizações para gerar as questões.
RF06	Como professor, quero selecionar personalizações opcionais para os planos de aula gerados como: tipo de avaliação, metodologias, recursos didáticos e duração, para que eu possa ter maior controle sobre o formato dos planos de aula.	Dado que estou na página de gerar planos de aula, quando seleciono personalizações de tipo de avaliação, metodologias, recursos didáticos e duração, então o sistema deve seguir essas personalizações para gerar os planos de aulas.
RF07	Como professor, quero poder baixar o conteúdo gerado em formato PDF, para que possa utilizar o material com os alunos.	Dado que gerei o conteúdo desejado, quando clicar em exportar para PDF, então o sistema deve fazer o download em formato PDF.

Fonte: produzido pelo autor.

3.2 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

As principais tecnologias utilizadas no desenvolvimento da proposta são descritas a seguir.

- API Gemini: Selecionou-se o ferramental fornecido pelo Google Gemini⁷ para o presente

⁷ aistudio.google.com

protótipo devido sua ampla utilização em soluções semelhantes disponíveis na literatura (Shu *et al.*, 2025; Laranjeira; Bezerra, 2025; Oliveira; Classe, 2024). Importante ressaltar que para este estudo foi empregado o plano gratuito desse serviço de IA, trazendo assim limitações referente a quantidade de acesso, devido o plano utilizado limitar o uso diário a 20 (vinte) requisições diárias e 5 (cinco) requisições por minuto.

- *Java*⁸ e *Framework Spring Boot*⁹: O sistema proposto faz uso da linguagem de programação *Java* junto com o *Framework Spring Boot* para o tratamento de regra de negócio e comunicação com a API de IA do Google Gemini.
- Serviço de hospedagem: A plataforma está hospedada em um servidor virtual privado da empresa de hospedagem de sites HostGator¹⁰ que contém 1 (um) núcleo de processamento, 2 (dois) *Gigabytes* de memória *RAM* e 50 (cinquenta) *Gigabytes* de armazenamento.
- JSON da BNCC e BNCC da computação: Foi empregado dados no formato JSON (JavaScript Object Notation)¹¹ da BNCC e BNCC da computação para a visualização e aplicação nas instruções para o agente de IA. Para tal, foi utilizado os JSONs da plataforma educativa Cientificar1992¹².
- *Prompt*: Os *prompts* adotados foram elaborados tendo como base os trabalhos relacionados (Shu *et al.*, 2025; Laranjeira; Bezerra, 2025; Spasić; Janković, 2023; Brar; Setioko, 2024). É importante ressaltar que os *prompts* empregados adaptam-se de acordo com as especificações dos usuários, como por exemplo, quando o usuário seleciona a dificuldade da lista de questões o *prompt* é incrementado de modo a incluir essa especificação e otimizar o tempo de resposta quando tais opções avançadas não são selecionadas. Nesse contexto, o Quadro 1 apresenta o *prompt* empregado para a elaboração da lista de questões, enquanto o Quadro 2 ilustra o utilizado para criação dos planos de aula.

Quadro 1 – *Prompt* utilizado na geração de lista de questões.

"Atue como um professor especialista do ensino fundamental e elaborador de itens de avaliação pedagógica. Sua tarefa é gerar um bloco de questões estritamente alinhado à habilidade [HABILIDADE BNCC] da BNCC para alunos do [ANO DO FUNDAMENTAL] ano do ensino fundamental. Produza QUANTIDADE DE QUESTÕES OBJETIVAS questões de múltipla escolha com alternativas de A a D ou E, contendo enunciados contextualizados e distratores plausíveis, seguidas de [QUANTIDADE DE QUESTÕES SUBJETIVAS] questões dissertativas que incluam uma quebra de linha generosa ou espaço demarcado para a resposta do aluno. Certifique-se de que a linguagem seja adequada à faixa etária e, sempre que pertinente para a complexidade da avaliação, utilize enunciados integrados que se desdobram em subitens. Ao final, apresente o gabarito oficial com os critérios de correção para as questões subjetivas."

Fonte: produzido pelo autor.

⁸ docs.oracle.com/en/java/

⁹ spring.io/projects/spring-boot

¹⁰ hostgator.com

¹¹ www.json.org

¹² cientificar1992.pythonanywhere.com/visualizarBncc/

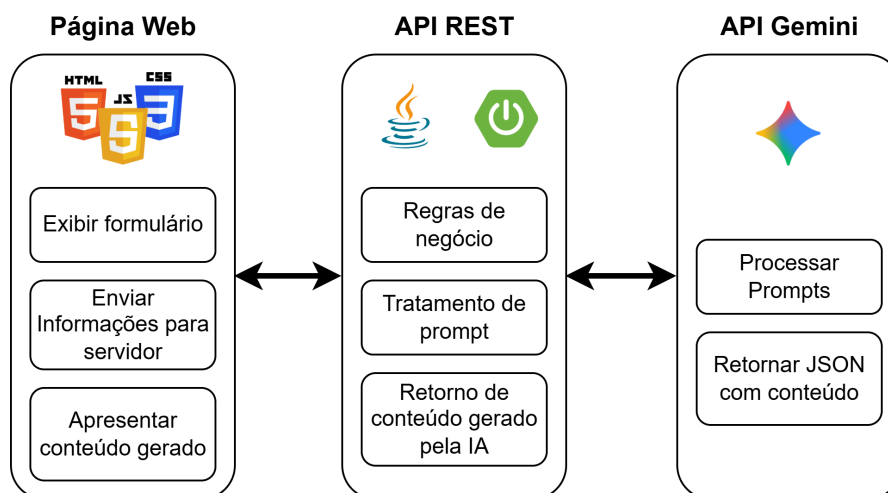
Quadro 2 – *Prompt* utilizado na geração planos de aula.

"Atue como um professor especialista e designer instrucional do ensino fundamental. Sua tarefa é elaborar um plano de aula completo e estruturado, rigorosamente alinhado à habilidade [HABILIDADE BNCC] da BNCC, direcionado para o [ANO DO FUNDAMENTAL] ano do ensino fundamental na área de [ÁREA DO CONHECIMENTO]. O plano deve conter, de forma clara e bem distribuída por meio de quebras de linha, os objetivos de aprendizagem, o desenvolvimento metodológico passo a passo (introdução, contextualização, atividade principal e sistematização), os recursos didáticos necessários e os critérios de avaliação formativa adequados à faixa etária."

Fonte: produzido pelo autor.

Adicionalmente, a arquitetura da ferramenta proposta é ilustrada na Figura 3. A página web foi desenvolvida utilizando tecnologias típicas desenvolvimento web, HTML (*HyperText Markup Language*), CSS (*Cascading Style Sheets*) e JavaScript, responsável pela exibição visual, envio de formulários e apresentações de respostas. A API REST é a interface de comunicação funcionando como um mediador entre a página web e o agente de IA, possuindo como responsabilidades implementar as regras de negócio, tratamento do *prompt* e retorno do conteúdo gerado pela IA para a página web. Por fim, a API do Google Gemini é o agente de IA responsável por processar instruções para a geração de materiais didáticos e retorná-los em formato JSON para ser utilizado na página web.

Figura 3 – Arquitetura da ferramenta proposta



Fonte: produzido pelo autor.

3.3 COLETA E VALIDAÇÃO DE DADOS

A validação da ferramenta proposta seguiu diretrizes bem estabelecidas na literatura (Pressman; Maxim, 2021), com intuito de analisar a adequação da solução proposta aos requisitos levantados, além de identificar possíveis falhas e avaliar a experiência do usuário.

Neste sentido, realizou-se a validação por meio da aplicação de formulário eletrônico

através da plataforma Google Forms¹³. Aplicou-se o questionário a 8 (oito) pessoas as quais possuem as seguintes formações: 5 (cinco) docentes com formação na área de licenciatura com experiência mínima de cinco anos na modalidade de ensino alvo; 2 (dois) técnicos em assuntos educacionais; e 1 (um) pedagogo. Adotou-se este critério com o objetivo de possibilitar a participação de profissionais com maior familiaridade nas práticas pedagógicas e seus desafios, auxiliando assim, na coletar *feedbacks* sobre a usabilidade, eficiência e adequação pedagógica das funcionalidades implementadas.

Elaborou-se o conteúdo do questionário¹⁴ com base nos trabalhos de Laranjeira e Bezerra (2025), Shu *et al.* (2025) os quais foram organizados da seguinte forma:

- **Experiência no uso de Inteligência Artificial:** Experiência prévia no uso de IA e dificuldades encontradas em seu uso.
- **Avaliação geral do sistema:** Trata-se de sugestões ou comentários sobre a facilidade de uso e fatores como clareza das informações, organização e navegação.
- **Avaliação do conteúdo pedagógico gerado pelo sistema (Lista de Questões e Planos de Aulas):** Este item refere-se a sugestões e comentários a respeito dos planos de aula e exercícios pedagógicos, alinhamento com às diretrizes da BNCC e indicações de pontos fortes e fracos do protótipo proposto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta Seção descreve os resultados e discussões obtidos com a execução desta pesquisa.

4.1 FERRAMENTA COMPUTACIONAL PROPOSTA

A ferramenta proposta refere-se a uma plataforma web que disponibiliza material didático elaborado por IA para docentes do ensino fundamental. Este protótipo faz uso de API de serviço de *Large Language Models* (LLM) para elaboração de conteúdo e utiliza-se de engenharia de *prompt*. O código-fonte do sistema proposto encontra-se disponível publicamente em repositório do GitHub¹⁵, enquanto a documentação referente a metodologia Scrum está acessível por meio da plataforma Google Drive¹⁶. Por outro lado, o fluxograma do protótipo funcional proposto é apresentado na Figura 4, o qual demonstra o ciclo de geração de conteúdo.

4.1.1 Materiais Didáticos (planos de aula e exercícios pedagógicos)

A funcionalidade de geração de lista de questões fornecidas pela aplicação proposta tem como objetivo facilitar a elaboração e aplicação destes materiais por parte de professores

¹³ docs.google.com/forms

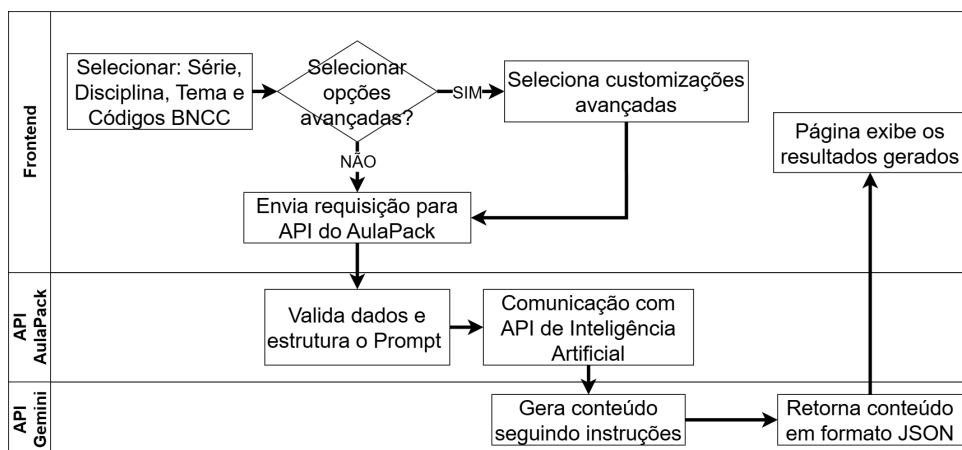
¹⁴ Formulário empregado para validação: <https://forms.gle/6nbiQjwZCKwsKsw37>

¹⁵ Repositorio referente ao *frontend*: <https://github.com/RecantoDoJohn/AulaPack>

Repositorio referente ao *backend*: <https://github.com/RecantoDoJohn/IA-Professor-EF>

¹⁶ Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/11STIQI2JQBN7o5AHajwUo6Byf0inS5HF>

Figura 4 – Fluxograma da ferramenta proposta



Fonte: produzido pelo autor.

do ensino fundamental com menos conhecimento técnico e tecnológico. Para tal, o sistema produz questões objetivas e subjetivas elaboradas por Inteligência Artificial tendo como base as diretrizes nacionais presentes na BNCC. Neste contexto, ao preencher o formulário para geração das listas de questões, o usuário pode escolher ainda a dificuldade, tamanho e quantidade de questões objetivas e subjetivas, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Formulário para Lista de Questões.

O formulário, intitulado 'AulaPack - Lista de Questões', apresenta a seguinte estrutura:

- Configuração da Questão:**
 - Ano do Ensino:** 1º passo: Seleccione o Ano (dropdown).
 - Área do Conhecimento:** 2º passo: Seleccione a Área (dropdown).
 - Seleção da BNCC:**
 - Unidade Temática:** dropdown com o texto 'Aguardando Ano e Área...'.
 - Habilidade BNCC:** dropdown com o texto 'Aguardando Unidade Temática...'.
 - Ocultar opções avançadas:** botão para expandir/colapsar as opções avançadas.
 - Opções Avançadas:**
 - Dificuldade:** dropdown com 'Padrão (Mista)' selecionado.
 - Tamanho do Texto-Base:** dropdown com 'Padrão' selecionado.
 - Qtd. Objetivas:** input numérico com o valor '5'.
 - Qtd. Subjetivas:** input numérico com o valor '5'.
 - Botão de Ação:** 'Gerar Questões' (botão laranja com ícone de seta).

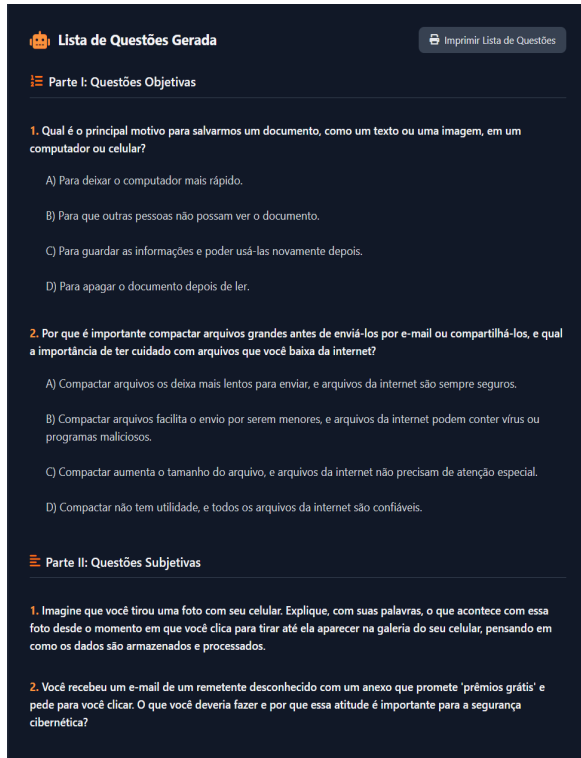
Fonte: produzido pelo autor.

A Figura 6 demonstra a lista de questões e gabarito produzido pela IA com base na habilidade BNCC "EF06CO08". É importante ressaltar que o funcionamento das habilidades da BNCC é apresentado na Seção 2. Nesse contexto, a função de elaboração das questões produz seus resultados seguindo os parâmetros definidos pelo usuário, como o ano do ensino

fundamental, área do conhecimento e unidade temática. Em seguida, os exibe na própria página, oferecendo assim um retorno visual do material gerado e a opção de realizar a impressão ou transferência desse material.

Figura 6 – Lista de questões.

(a) Exemplo de Lista de Questões gerada.



Lista de Questões Gerada Imprimir Lista de Questões

Parte I: Questões Objetivas

1. Qual é o principal motivo para salvarmos um documento, como um texto ou uma imagem, em um computador ou celular?

A) Para deixar o computador mais rápido.
B) Para que outras pessoas não possam ver o documento.
C) Para guardar as informações e poder usá-las novamente depois.
D) Para apagar o documento depois de ler.

2. Por que é importante compactar arquivos grandes antes de enviá-los por e-mail ou compartilhá-los, e qual a importância de ter cuidado com arquivos que você baixa da internet?

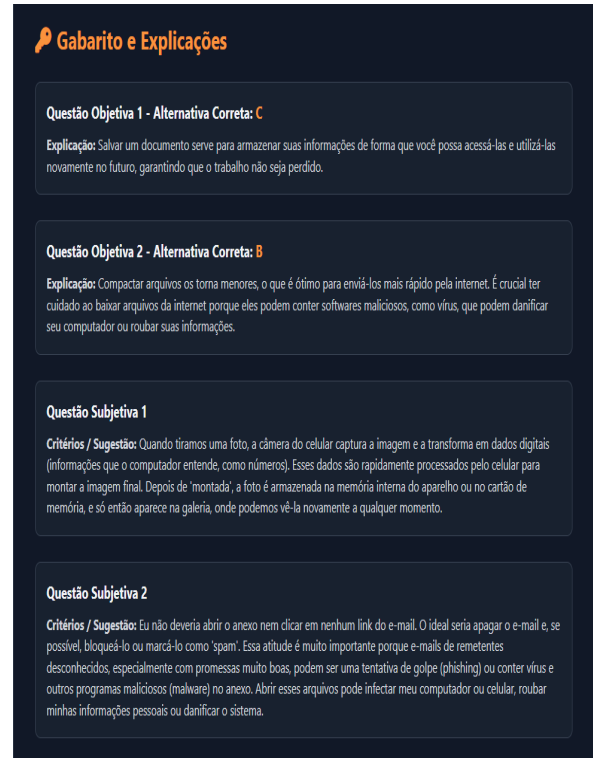
A) Compactar arquivos os deixa mais lentos para enviar, e arquivos da internet são sempre seguros.
B) Compactar arquivos facilita o envio por serem menores, e arquivos da internet podem conter vírus ou programas maliciosos.
C) Compactar aumenta o tamanho do arquivo, e arquivos da internet não precisam de atenção especial.
D) Compactar não tem utilidade, e todos os arquivos da internet são confiáveis.

Parte II: Questões Subjetivas

1. Imagine que você tirou uma foto com seu celular. Explique, com suas palavras, o que acontece com essa foto desde o momento em que você clica para tirar até ela aparecer na galeria do seu celular, pensando em como os dados são armazenados e processados.

2. Você recebeu um e-mail de um remetente desconhecido com um anexo que promete 'prêmios grátis' e pede para você clicar. O que você deveria fazer e por que essa atitude é importante para a segurança cibernética?

(b) Exemplo de gabarito gerado.



Gabarito e Explicações

Questão Objetiva 1 - Alternativa Correta: C

Explicação: Salvar um documento serve para armazenar suas informações de forma que você possa acessá-las e utilizá-las novamente no futuro, garantindo que o trabalho não seja perdido.

Questão Objetiva 2 - Alternativa Correta: B

Explicação: Compactar arquivos os torna menores, o que é ótimo para enviá-los mais rápido pela internet. É crucial ter cuidado ao baixar arquivos da internet porque eles podem conter softwares maliciosos, como vírus, que podem danificar seu computador ou roubar suas informações.

Questão Subjetiva 1

Crterios / Sugestão: Quando tiramos uma foto, a câmera do celular captura a imagem e a transforma em dados digitais (informações que o computador entende, como números). Esses dados são rapidamente processados pelo celular para montar a imagem final. Depois de 'montada', a foto é armazenada na memória interna do aparelho ou no cartão de memória, e só então aparece na galeria, onde podemos vê-la novamente a qualquer momento.

Questão Subjetiva 2

Crterios / Sugestão: Eu não deveria abrir o anexo nem clicar em nenhum link do e-mail. O ideal seria apagar o e-mail e, se possível, bloqueá-lo ou marcá-lo como 'spam'. Essa atitude é muito importante porque e-mails de remetentes desconhecidos, especialmente com promessas muito boas, podem ser uma tentativa de golpe (phishing) ou conter vírus e outros programas maliciosos (malware) no anexo. Abrir esses arquivos pode infectar meu computador ou celular, roubar minhas informações pessoais ou danificar o sistema.

Fonte: produzido pelo autor.

Outrossim, a Figura 7 apresenta a funcionalidade de geração de planos de aula, desenvolvida com intuito de auxiliar os docentes do ensino fundamental no planejamento e aplicação de planos de aula baseados em diretrizes nacionais da BNCC e BNCC da Computação, visando a acessibilidade de IAs para docentes com menos conhecimento tecnológico. Ressalta-se que esta funcionalidade pode ser utilizada por meio de transferência ou impressão.

Figura 7 – Geração de Planos de Aula.

(a) Formulário para Planos de Aula.

(b) Exemplo de Plano de Aula produzido.

Fonte: produzido pelo autor.

4.2 VALIDAÇÃO DO PROTÓTIPO FUNCIONAL

Realizou-se a validação por meio da aplicação de formulário eletrônico com o intuito de obter *feedbacks* sobre a percepções dos especialistas em relação aos pontos fortes e fracos do protótipo funcional proposto, juntamente com possíveis sugestões de melhorias. Realizou-se esse processo por meio do envio de breve descrição sobre o sistema e links do formulário e protótipo para os especialistas. A Tabela 3 apresenta a síntese das respostas obtidas.

Em relação a experiência no uso de IA, apesar dos especialistas apresentarem experiências anteriores sobre o uso de tecnologias similares em suas práticas docentes, observou-se que os principais desafios relatados referem-se à elaboração de *prompts*, conteúdo genérico e falta de adaptação para o nível de ensino desejado. Estes achados alinham-se à literatura existente (Laranjeira; Bezerra, 2025), e reforçam a necessidade de estudos adicionais na área.

Quanto à análise de usabilidade e interface do sistema, as avaliações foram positivas. As respostas apresentam indícios que atendem aos critérios de clareza, intuitividade e relevância na execução dos trabalhos. Além disso, os avaliadores ressaltaram a praticidade de uso como

Tabela 3 – Síntese das Respostas

Perguntas	Comentários e sugestões obtidos
Experiência no uso de Inteligência Artificial	
<i>Você já utilizou IA antes para auxiliar na elaboração de materiais didáticos?</i>	Os especialistas afirmaram que já utilizaram IA em suas práticas pedagógicas.
<i>Se você já utilizou IA para fins pedagógicos, quais dificuldades você encontrou?</i>	As dificuldades relatadas foram em relação a elaboração de <i>prompts</i> , conteúdos genéricos e/ou com erros e não adaptação com o nível de ensino desejado.
Avaliação usabilidade/interface do protótipo	
<i>Você tem alguma sugestão ou comentário sobre a facilidade de uso do sistema? Considere aspectos como organização, clareza das informações, disposição dos botões e facilidade de navegação.</i>	Os participantes relataram que protótipo é interessante, possui boa usabilidade, além de ser prático, fácil de utilizar e ter linguagem acessível.
Conteúdo pedagógico gerado pelo sistema (Exercício e Planos de aulas)	
<i>Você tem alguma sugestão ou comentário sobre os planos de aula e exercícios pedagógicos gerados pelo sistema?</i>	Neste item foi relatado que o plano de aula gerado é simples, objetivo e compatível com a realidade da maioria das escolas brasileiras, no entanto foram indicadas sugestões de melhoria quanto ao alinhamento com base na realidade de cada região e em relação ao nível de dificuldade das questões.
<i>Você tem alguma sugestão ou comentário sobre o alinhamento dos planos de aula e exercícios pedagógicos gerados pelo sistema às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)?</i>	Neste item observou-se que o sistema está alinhado a BNCC e em conformidade ao que vem sendo adotado no ambiente educacional. No entanto, os participantes sugeriram inserir funcionalidades como escolha do conteúdo que a BNCC não abrange, além de incluir fontes históricas, metodologias mais ativas e distratores mais sofisticados para elevar o nível cognitivo da avaliação.
Pontos fortes e fracos identificados	
<i>Pontos fortes</i>	Entre os itens identificados cabe destacar a praticidade para elaboração dos conteúdos, coerência, facilidade e rapidez no acesso, além de ajudar na elaboração das aulas e atividades lúdicas sobre os assuntos, bem como a assertividade das funcionalidades.
<i>Pontos fracos</i>	Os especialistas relataram que as questões apresentam nível de dificuldade elevado, além do protótipo apresentar falhas na geração de conteúdos, como na produção e interpretação de texto. Neste item foi identificado ainda a necessidade de adaptar ao nível da turma, como por exemplo a alunos com necessidade, tais como, autistas, surdos mudo ou baixa visão.

Fonte: produzido pelo autor.

ponto positivo adicional.

Em relação aos materiais pedagógicos elaborados pelo protótipo, observou-se respostas favoráveis. No entanto, conforme apresentado na Tabela 3 os pontos de melhoria relatados englobam a adição de aba para atividades ou planos para alunos com alguma necessidade, possuir conteúdo que a BNCC não abrange e inclusão de fontes históricas, metodologias mais ativas e distratores mais sofisticados para elevar o nível cognitivo da avaliação. Pretende-se empregar esses pontos de melhoria identificados em trabalhos futuros de modo a corroborar com o presente estudo.

Entre os pontos fracos identificados, cabe destaque as falhas na geração de materiais,

estas falhas ocorreram devido atingir o limite de uso do agente de IA empregado, onde o plano gratuito limita a sua utilização, retornando erros ao chegar no limite. Pretende-se em trabalhos futuros empregar agentes de IA com menos restrições de acesso. Do mesmo modo, é mencionado a falta de alinhamento com o nível da turma, que, apesar de existir a opção de selecionar o grau de dificuldade das questões, mostrou que necessita de maior atenção e melhorias para trabalhos futuros.

Em síntese, as respostas obtidas apresentaram resultados promissores nos quesitos de usabilidade, praticidade, assertividade e adequação a BNCC. No entanto, pretende-se aprofundar as investigações e validação em versões futuras. Dentre os pontos de melhoria desejados, destacam-se integrar ao sistema os pontos de melhoria e sugestões mencionados, os quais incluem o aprimoramento do agente de IA utilizado, de modo a possuir maior quantidade de usos, expansão de conteúdos além da BNCC e diversificação de metodologias nos planos de aula.

4.3 AMEAÇAS A VALIDAÇÃO DO ESTUDO

Uma limitação deste artigo reside em sua amostra reduzida de avaliadores, o que pode afetar a generalização dos resultados (Ribeiro; Silva Neto, 2024). No entanto, devido a etapa de validação ter envolvido grupo de especialistas composto por 5 (cinco) docentes com 5 ou mais anos de experiência, 2 (dois) Técnicos em Assuntos Educacionais e 1 (um) Pedagogo, pode mesmo que de forma parcial, mitigar essa fraqueza e fornecer contribuições úteis sobre o sistema (Ribeiro; Silva Neto, 2024). Adicionalmente, por tratar-se de protótipo funcional, utilizou-se o plano gratuito de serviço de Inteligência Artificial, o que acarretou em limitações quanto à quantidade de uso diário da solução proposta. Dessa forma, pretende-se em trabalhos futuros buscar alternativas com menos restrições de uso.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O presente estudo objetivou a concepção e avaliação de um protótipo funcional baseado em APIs de Inteligência Artificial generativa voltado ao apoio a docentes do ensino fundamental na geração de planos de aula e elaboração de exercícios pedagógicos alinhados à BNCC. Para tal, adotou-se o modelo metodológico Scrum adaptado ao contexto de apenas um desenvolvedor, com intuito de favorecer ciclos de desenvolvimento iterativos e refinamento do produto.

A etapa de validação do protótipo envolveu a análise das percepções de 8 (oito) especialistas, os quais possuem as seguintes formações: 5 (cinco) docentes com formação na área de licenciatura com experiência mínima de cinco anos na modalidade de ensino alvo; 2 (dois) técnicos em assuntos educacionais; e 1 (um) pedagogo.

Conclui-se que o protótipo apresenta resultados promissores para a área de pesquisa. Os especialistas indicaram boa usabilidade, praticidade, assertividade e adequação à BNCC. Adicionalmente, foram identificados os seguintes pontos de melhoria que pretende ser empregados

em trabalhos futuros:

- incorporação de conteúdo que a BNCC não abrange.
- Inclusão de fontes externas, como reportagens, livros paradidáticos ou documentos históricos, para a geração de conteúdo.
- Adição campos para customização visando atender alunos com necessidades especiais, como TEA, deficiência auditiva, visual ou comunicação.
- Incluir metodologias mais atrativas e sofisticadas nos planos de aula.
- Empregar planos de agente de Inteligência Artificial mais robustos, com maior velocidade e sem limitações de uso.
- Validar protótipo com maior amostragem de especialistas.

Espera-se que o presente estudo possa complementar o corpo de conhecimento existente, além de atuar como um instrumento facilitador na elaboração de conteúdos educacionais.

REFERÊNCIAS

AFSHARI, M.; GANDOMANI, T. J. A typical practical team structure and setup in agile software development. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRICAL, ELECTRONICS AND INFORMATION ENGINEERING, 7., 2021, Malang. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2021. p. 483–487. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9616743>. Acesso em: 03 jan. 2026.

AGUSWAHYUDI, D.; DESANTI, R. I.; HALIM, F. A. The design of web-based transaction module in the context of implementing erp in procurement company. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW MEDIA STUDIES, 6., 2021, Tangerang. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2021. p. 147–152. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9617193>. Acesso em: 22 abr. 2026.

ALAM, A. Possibilities and apprehensions in the landscape of artificial intelligence in education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND COMPUTING APPLICATIONS, 2021, Nagpur. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2021. p. 1–8. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9697272>. Acesso em: 18 dez. 2025.

ALDUWEIB, E.; ALROMEMA, W.; HEZZAM, E. Artificial intelligence for green agriculture and sustainable resource management: A comprehensive overview. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL INTELLIGENCE APPROACHES AND APPLICATIONS, 1., 2025, Amman. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 1–5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11013361>. Acesso em: 27 out. 2025.

BEGUM, S. *et al.* A theoretical probabilistic framework for explaining generative ai. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED MACHINE LEARNING AND DATA SCIENCE, 2025, Tokyo. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 37–42. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11159340>. Acesso em: 10 dez. 2025.

BRAR, J. H. S.; SETIOKO, W. Chatgpt and local wisdom: An exploratory study of ai-assisted ethnoscience lesson plan. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON APPLICATION FOR TECHNOLOGY OF INFORMATION AND COMMUNICATION, 8., 2024, Semarang. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2024. p. 294–299. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10762585>. Acesso em: 10 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 05 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Computação na Educação Básica: Complemento à Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/pdf/normas-classificadas-por-assunto/base-nacional-comum-curricular-bncc/rceb001_22.pdf. Acesso em: 20 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Resolução CNE/CEB nº 2, de 21 de março de 2025. institui as diretrizes operacionais nacionais sobre o uso de dispositivos digitais em espaços escolares e integração curricular de educação digital e midiática. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 56, p. 34, 24 mar. 2025. Seção 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cne-ceb-n-2-de-21-de-marco-de-2025-619301726>. Acesso em: 22 dez. 2025.

CHAKRABORTY, S. *et al.* A survey of ai-supported materials informatics. **Computer Science Review**, v. 59, p. 100845, 2026. ISSN 1574-0137. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574013725001212>. Acesso em: 15 nov. 2025.

CHRISTOU, P. A. Implications of artificial intelligence (ai) in education: A critical review, evaluation, and conceptualization. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION, 6., 2024, Tokyo. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2024. p. 56–60. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10904403>. Acesso em: 23 out. 2025.

DURRANI, U. K. *et al.* A decade of progress: A systematic literature review on the integration of ai in software engineering phases and activities (2013-2023). **IEEE Access**, v. 12, p. 171185–171204, 2024. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10740293>. Acesso em: 29 dez. 2025.

EUROSTAT. Use of artificial intelligence in enterprises: **Statistics Explained**. Luxembourg, 2025. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Use_of_artificial_intelligence_in_enterprises. Acesso em: 05 nov. 2025.

FARUK, M. J. H. *et al.* Software engineering process and methodology in blockchain-oriented software development: A systematic study. In: IEEE/ACIS INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING RESEARCH, MANAGEMENT AND APPLICATIONS, 20., 2022, Las Vegas. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2022. p. 120–127. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9806817>. Acesso em: 27 dez. 2025.

HE, X. *et al.* Preparing student teachers for professional development: Mentoring generative artificial intelligence (ai) learners in mathematical problem solving. **IEEE Transactions on Learning Technologies**, v. 18, p. 458–469, 2025. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10948355>. Acesso em: 29 out. 2025.

JENY, J. R. V. *et al.* Threat eye: Behavior analytics for cloud security using ml. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT COMPUTING AND CONTROL SYSTEMS, 2025, Erode. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 1551–1556. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10984898>. Acesso em: 22 nov. 2025.

LARANJEIRA, M.; BEZERRA, P. Gerador automático de planos de aula sobre tecnologia baseado em llms. In: WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, 33., 2025, Maceió. **Anais do [...]**. Porto Alegre: SBC, 2025. p. 515–526. ISSN 2595-6175. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wei/article/view/36193>. Acesso em: 08 nov. 2025.

LAVANYA, S. *et al.* Autoquizzzer: An ai powered application that generates mcqs from the materials and transforms into assessments. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EVOLUTIONARY COMPUTING AND MOBILE SUSTAINABLE NETWORKS, 5., 2025, Coimbatore. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 1868–1875. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11383214>. Acesso em: 12 nov. 2025.

LEAL, D. C.; CAPETILLO, A.; CASTORENA, D. G. Prompting literature review: The impact of transformer models and chatgpt on prompt engineering and ai research publications. In: INSTITUTE FOR THE FUTURE OF EDUCATION CONFERENCE, 11., 2025, Monterrey. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 1–6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11024600>. Acesso em: 12 dez. 2025.

LI, F. *et al.* Deploying natural language processing for improved patient-doctor communication in gynecological consultations. In: IEEE EURASIA CONFERENCE ON BIOMEDICAL ENGINEERING, HEALTHCARE AND SUSTAINABILITY, 6., 2024, Tainan. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2024. p. 318–322. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10885466>. Acesso em: 01 dez. 2025.

LI, L.; ZHENG, N.-N.; WANG, F.-Y. On the crossroad of artificial intelligence: A revisit to alan turing and norbert wiener. **IEEE Transactions on Cybernetics**, v. 49, n. 10, p. 3618–3626, 2019. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8579540>. Acesso em: 20 nov. 2025.

LING, Z.; GAO, Y.; QIU, M. Research on the influencing factors of rural primary school teachers' information technology application ability. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA INTELLIGENCE AND INNOVATIVE APPLICATION, 1., 2024. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2024. p. 1–5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10871563/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

MSAYI, M.; SALAMNTU, L. T. P. Understanding the benefits of deep learning in drug discovery: A scoping review. In: CONFERENCE ON INFORMATION COMMUNICATIONS TECHNOLOGY AND SOCIETY, 2024, Durban. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2024. p. 168–173. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10507136>. Acesso em: 26 nov. 2025.

OLIVEIRA, E.; CLASSE, T. Journey of learner application (jolapp) - planejando aulas com storytelling digital educacional através de ia generativa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 35., 2024, Rio de Janeiro. **Anais**

do [...]. Porto Alegre: SBC, 2024. p. 1629–1644. ISSN 2316-6533. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/31346>. Acesso em: 08 nov. 2025.

ONI, N.; SANJAYA, S. A.; HALIM, F. A. Design and development of a web-based inventory system using agile methodology and hybrid databases for a pharmaceutical company. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION TECHNOLOGY, COMPUTER, AND ELECTRICAL ENGINEERING, 11., 2024, Semarang. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2024. p. 236–242. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10762763>. Acesso em: 15 mar. 2026.

PANDI, P. T.; KUMAR, N. S. Fake review detection in e-commerce using machine learning and nlp technique. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INVENTIVE COMPUTING AND INFORMATICS, 3., 2025, Bangalore. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 692–698. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11069636>. Acesso em: 03 dez. 2025.

PARK, D. *et al.* A study on performance improvement of prompt engineering for generative ai with a large language model. **Journal of Web Engineering**, v. 22, n. 8, p. 1187–1206, 2023. Disponível em: <https://journals.riverpublishers.com/index.php/JWE/article/view/24479>. Acesso em: 12 nov. 2025.

PEREIRA FILHO, L. C.; SOUZA, T. d. P. C. d.; PAULA, L. B. d. Análise das respostas de lllms em relação ao conteúdo introdutório de programação: um comparativo entre o chatgpt e o gemini. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 33, p. 722–747, jul. 2025. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/4477>. Acesso em: 04 maio 2026.

PRESSMAN, R.; MAXIM, B. **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021. ISBN 9786558040118.

RIBEIRO, P. V. d. S.; SILVA NETO, M. G. d. Tecnologias computacionais no auxílio ao aprendizado de indivíduos com tdah: Um mapeamento sistemático da literatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 32, p. 765–806, nov. 2024. Disponível em: <https://journals-sol.sbc.org.br/index.php/rbie/article/view/4005>. Acesso em: 10 maio 2026.

SADDISH, A. *et al.* Generation of multiple choice questions from indian educational text. In: ASIAN CONFERENCE ON INNOVATION IN TECHNOLOGY, 3., 2023, Pune. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2023. p. 1–7. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10270551>. Acesso em: 06 nov. 2025.

SAGREDO-GALLARDO, M. *et al.* Desafíos y oportunidades de la inteligencia artificial en el aprendizaje colaborativo: implicancias para la innovación educativa en contextos institucionales. **European Public & Social Innovation Review**, España, v. 11, p. 1–26, sep. 2025. Disponível em: <https://epsir.net/index.php/epsir/article/view/2211>. Acesso em: 24 nov. 2025.

SALES, E.; SANTOS, L.; PINTO, M. Tata adventure: Um jogo sério que revive a luta de mandela contra o apartheid. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 24., 2025, Salvador. **Anais do [...]**. Porto Alegre: SBC, 2025. p. 1780–1790. ISSN 2179-2259. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames/article/view/37472>. Acesso em: 10 fev. 2026.

SHU, C. *et al.* Ai-assisted multiple-choice questions generation with multimodal large language models in engineering higher education. In: IEEE GLOBAL ENGINEERING EDUCATION

CONFERENCE, 2025, London. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 1–9. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11016449>. Acesso em: 03 nov. 2025.

SILVA, T.; VIDOTTO, K.; TAROUÇO, L. Investigando as percepções de estudantes e professores do ensino médio e técnico sobre o uso do chatgpt em suas atividades escolares. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 35., 2024, Rio de Janeiro. **Anais do [...]**. Porto Alegre: SBC, 2024. p. 1851–1864. ISSN 2316-6533. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/31362>. Acesso em: 03 out. 2025.

SON, M.; LEE, S. Performance analysis of prompt-engineering techniques for large language model. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSUMER ELECTRONICS, 43., 2025, Las Vegas. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 1–5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10930066>. Acesso em: 28 nov. 2025.

SONANG, S.; YUHANDRI, Y.; TAJUDDIN, M. Advancements in deep learning optimization for post-earthquake building damage detection a systematic review. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED INFORMATION SCIENTIFIC DEVELOPMENT, 2024, Jawa Barat. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2024. p. 132–137. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10894853>. Acesso em: 28 nov. 2025.

SPASIĆ, A. J.; JANKOVIĆ, D. S. Using chatgpt standard prompt engineering techniques in lesson preparation: Role, instructions and seed-word prompts. In: INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON INFORMATION, COMMUNICATION AND ENERGY SYSTEMS AND TECHNOLOGIES, 58., 2023, Niš. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2023. p. 47–50. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10187269>. Acesso em: 31 out. 2025.

TAN, S. How have teachers' role perception in the era of gen ai, influence their use of gen ai in the classroom? In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION, 5., 2025, Suzhou. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 642–646. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11158513>. Acesso em: 21 out. 2025.

TAUFIQ, A.; RAHARJO, T.; WAHBI, A. Scrum evaluation to increase software development project success: A case study of digital banking company. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED COMPUTER SCIENCE AND INFORMATION SYSTEMS, 12., 2020, Depok. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2020. p. 241–246. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9263235>. Acesso em: 08 jan. 2026.

TORTORELLI, L. S.; STRONG, J. Z. The research-to-practice gap in teaching reading with digital texts: Results from a survey of us elementary teachers. **Journal of Research in Reading**, v. 48, n. 3, p. 240 – 258, 2025. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-9817.70004>. Acesso em: 25 nov. 2025.

TRUONG, U. T. Writing classes in the ai era: Redefining english teachers' roles. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION, 6., 2024, Tokyo. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2024. p. 50–55. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10904402>. Acesso em: 23 out. 2025.

VARSHNEY, R. K. *et al.* Exploring artificial intelligence & machine learning applications in structural engineering trends and challenges. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEXT GENERATION INFORMATION SYSTEM ENGINEERING, 2025, Ghaziabad. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. v. 1, p. 1–6. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11085231>. Acesso em: 16 out. 2025.

WALEE, N. A. *et al.* A comparative analysis of openai's api performance: Insights from ai response statistics. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE, ROBOTICS AND CONTROL, 6., 2025, Savannah. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 229–233. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11077529>. Acesso em: 07 out. 2025.

WANG, D.; CHEN, G. Making ai accessible for stem teachers: Using explainable ai for unpacking classroom discourse analysis. **IEEE Transactions on Education**, v. 67, n. 6, p. 907–918, 2024. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10605115>. Acesso em: 27 out. 2025.

WIDIANTO, M. H. *et al.* Systematic literature review: Deep learning and machine learning analysis for batik peranakan tionghoa datasets. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CYBERNETICS AND INTELLIGENT SYSTEM, 6., 2024, Surakarta. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2024. p. 1–5. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10903900>. Acesso em: 18 nov. 2025.

XU, H. *et al.* The impact of generative artificial intelligence on organizational innovation performance: Roles of ai generated content quality, ai experience, and ai usage environment. In: ASU INTERNATIONAL CONFERENCE IN EMERGING TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABILITY AND INTELLIGENT SYSTEMS, 2024, Manama. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2024. p. 1802–1807. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10459661>. Acesso em: 08 dez. 2025.

ZHANG, J. *et al.* A practical teaching model of software engineering courses for artificial intelligence literacy cultivation in pre-service teachers. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE SERVICES ENGINEERING, 2025, Helsinki. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2025. p. 211–218. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/11120412>. Acesso em: 18 out. 2025.