



Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba
Campus Campina Grande
Curso Superior de Licenciatura em Matemática

RENILDO CAROLINO DIAS FILHO

**A UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL NO PROCESSO DE
ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA:
UMA PROPOSTA DE PREPARAÇÃO PARA O
ENEM**

Campina Grande - PB
2025

RENILDO CAROLINO DIAS FILHO

**A UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE
MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA DE PREPARAÇÃO
PARA O ENEM**

Trabalho de Conclusão de Curso submetida
à Coordenação do Curso de Licenciatura
em Matemática, como parte dos requisitos
para obtenção do título de graduado em
Licenciatura em Matemática

Orientador: Prof. Me. Balduino Sonildo da Nóbrega

Campina Grande - PB

2025

Catálogo na fonte:
Ficha catalográfica

D542u Dias Filho, Renildo Carolino.

A utilização da inteligência artificial no processo de ensino-aprendizagem de matemática: uma proposta de preparação para o ENEM / Renildo Carolino Dias Filho. – Campina Grande, 2025.

63 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Licenciatura em Matemática.) - Instituto Federal da Paraíba, 2025.

Orientador: Prof. Me. Balduino Sonildo da Nóbrega.

1. Ensino de Matemática - Ensino-aprendizagem. **2.** Inteligência Artificial. **3.** ENEM. **4.** Tecnologias Educacionais. I. Nóbrega, Balduino Sonildo da. II. Título.

CDU 51:004

RENILDO CAROLINO DIAS FILHO

A UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA: UMA PROPOSTA DE PREPARAÇÃO PARA O ENEM

Trabalho de Conclusão de Curso submetida
à Coordenação do Curso de Licenciatura
em Matemática, como parte dos requisitos
para obtenção do título de graduado em
Licenciatura em Matemática

Trabalho de conclusão de Curso. Campina Grande - PB, 16 de dezembro de 2025:

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **BALDOINO SONILDO DA NOBREGA**
Data: 19/12/2025 14:32:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Balduino Sonildo da Nóbrega
Orientador
Instituto Federal da Paraíba - Campus CG

Documento assinado digitalmente
 **JONATHAS JERONIMO BARBOSA**
Data: 18/12/2025 17:27:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jonathas Jerônimo Barbosa
Instituto Federal da Paraíba - Campus CG

Documento assinado digitalmente
 **HELDER GUSTAVO PEQUENO DOS REIS**
Data: 18/12/2025 08:11:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Helder Gustavo Pequeno dos Reis
Instituto Federal da Paraíba - Campus CG

Agradecimentos

A minha caminhada até aqui não foi simples, nem leve. Foi construída com esforço diário, noites cansadas, estradas longas e a certeza teimosa de que, apesar de tudo, eu conseguiria. Por isso, começo agradecendo à minha família, que foi o alicerce silencioso de cada passo que dei. Agradeço à minha esposa, Sunamita de Aquino Alcântara, que caminhou comigo mesmo quando eu quase não tinha forças. Ela viu o cansaço que o mundo não vê, ouviu os meus silêncios, e, com uma palavra ou um gesto, me lembrava de continuar. Sua presença foi luz nos dias difíceis e equilíbrio quando tudo parecia pesado demais. Assim como à minha mãe, Valquíria Ângela de Farias Carolino, que, sem imaginar, mudou o rumo da minha vida ao me inscrever no curso de Matemática quando eu havia pedido Física. Essa troca, feita no impulso, revelou-se um dos acertos mais bonitos da minha história. Ali começou um caminho do qual jamais esquecerei. Agradeço também ao meu pai, Renildo Carolino Dias, e a toda a minha família, que sempre torceu por mim, mesmo quando o percurso parecia grande demais para os meus passos.

Não poderia deixar de agradecer ao meu orientador, cuja paciência, compromisso e presença foram fundamentais para que este trabalho existisse. Sua orientação constante foi muito importante, afinal ele sempre esteve ali para me ajudar quando as dúvidas apareciam. Sem ele, este TCC muito provavelmente não teria acontecido.

Gostaria de registrar também à parte da minha história que poucos veem: às viagens intermináveis até Campina Grande. Foram noites frias, noites de calor, noites de dor. Houve dias em que meu corpo pedia descanso e eu, ainda assim, seguia. Estudante de fora, viajando todos os dias, muitas vezes doente, cansado, dolorido. Mas o sonho de me formar era maior que qualquer desconforto, e era esse sonho que me empurrava para frente quando tudo dentro de mim queria parar. Quem viveu essas viagens sabe que cada quilômetro é uma pequena batalha e eu venci cada uma delas. Mas, apesar de tudo isso sempre me mantive consciente de que a batalha é dura, porém o sucesso nos recompensa.

Agradeço ao Instituto Federal da Paraíba — Campus Campina Grande, que me acolheu e me transformou. Foi nesta instituição que encontrei oportunidades, desafios e aprendizagens que ajudaram a moldar o profissional e o ser humano que me tornei. O IFPB ampliou minhas ideias, minha visão e meu mundo. Levo comigo cada sala, cada professor, cada conversa, cada descoberta.

Deixo aqui registrado meu profundo agradecimento aos professores que caminharam comigo durante esses anos. Cada explicação, cada dúvida tirada, cada incentivo, tudo contribuiu para construir o Renildo que hoje conclui esta etapa. Agradeço aos amigos que dividiram comigo a rotina pesada, as dificuldades, os risos e as vitórias. Caminhar

acompanhado fez toda diferença.

Por fim, agradeço ao próprio caminho. A tudo o que vivi. Às dores, às superações, às noites de estudo, às viagens cansativas, às pequenas conquistas que se somaram até se tornarem este momento. Foram quatro anos e meio de luta, crescimento e transformação. E hoje, ao fechar este ciclo, reconheço que cada batalha valeu a pena. Sou grato por tudo pelo que aprendi, pelo que me tornei e por aqueles que fizeram parte dessa história.

"O homem não é nada além daquilo que a educação faz dele.- Immanuel Kant

Resumo

Essa pesquisa explora a utilização da Inteligência Artificial Generativa no ensino de Matemática, analisando como ferramentas baseadas em *Large Language Models (LLMs)*, como o Gemini, podem auxiliar estudantes do ensino médio na compreensão de conteúdos recorrentes no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A temática ganha relevância diante das transformações digitais contemporâneas e das diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que preconizam o desenvolvimento do pensamento crítico e o uso significativo das tecnologias. O objetivo geral da pesquisa foi analisar como o uso pedagógico de uma ferramenta de Inteligência Artificial Generativa em oficinas pode promover o letramento digital, o pensamento crítico e a aprendizagem de conteúdos matemáticos de alta incidência no ENEM. A metodologia adotou uma abordagem qualitativa e descritiva, apoiada em dados quantitativos, realizada por meio de uma sequência de cinco oficinas pedagógicas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB). Os encontros abordaram temas de alta incidência no exame, como Estatística, Matemática Básica, Geometria e Funções, onde estudantes do 3º ano interagiram com a IA para comparar resoluções e aprimorar prompts. Os resultados indicaram que a ferramenta atua eficazmente como um tutor auxiliar, oferecendo explicações passo a passo e ampliando estratégias de estudo. Um dado relevante foi que 90% dos participantes identificaram erros nas respostas da IA, evidenciando o desenvolvimento de uma postura crítica. Contudo, observou-se que cerca de 60% dos alunos apresentaram neutralidade ou discordância quanto à clareza imediata das respostas, sugerindo que a eficácia da ferramenta depende do letramento digital do usuário. Como contribuições, o estudo demonstra que a IA não substitui a mediação docente, mas enriquece a aprendizagem ao fomentar a autonomia e diversificar as práticas pedagógicas, reforçando a necessidade de diretrizes institucionais para seu uso ético na educação básica.

Palavras-chave: Ensino de Matemática; Inteligência Artificial Generativa; ENEM; Letramento Digital; Prática Pedagógica.

Abstract

This research explores the use of Generative Artificial Intelligence (Generative AI) in Mathematics education, examining how tools based on Large Language Models (LLMs), such as Gemini, can support high school students in understanding recurring topics assessed in the Brazilian National High School Examination (ENEM, in Portuguese). The relevance of this topic is reinforced by current digital transformations and by the guidelines of the National Common Curricular Base (BNCC, in Portuguese), which emphasize the development of critical thinking and the meaningful integration of technologies in learning processes. The research aimed to analyze how the pedagogical use of a Generative AI tool, implemented through a sequence of instructional workshops, can support digital literacy, critical thinking, and the learning of mathematics content frequently tested in the ENEM. A qualitative and descriptive approach, complemented by quantitative data, was adopted through five pedagogical workshops conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Paraíba (IFPB, in Portuguese). The sessions addressed key topics such as Statistics, Basic Mathematics, Geometry, and Functions, during which students in their final year of high school interacted with the AI to compare solutions and refine prompts. The findings indicate that the tool operates effectively as a supplementary tutor by offering step-by-step explanations and expanding study strategies. A significant result was that 90% of participants identified errors in the AI's responses, demonstrating the development of a critical perspective. However, approximately 60% of students reported neutrality or disagreement regarding the immediate clarity of the explanations, suggesting that the tool's effectiveness depends on the user's level of digital literacy. The study concludes that AI does not replace teacher mediation but enriches learning by supporting autonomy and diversifying pedagogical practices, highlighting the need for institutional guidelines that ensure its ethical use in basic education.

Keywords: Mathematics Education; Generative Artificial Intelligence; Brazilian National High School Exam; Digital Literacy; Pedagogical Practice.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.	23
Figura 2 – Imagem com resolução do Gemini.	28
Figura 3 – Exemplo de comando genérico utilizado nas primeiras oficinas.	28
Figura 4 – Imagem de resolução passo a passo do Gemini.	30
Figura 5 – Falha da IA na interpretação da questão.	31
Figura 6 – Tipo de Escola Frequentada no Ensino Fundamental.	33
Figura 7 – Uso prévio de ferramentas de Inteligência Artificial.	34
Figura 8 – Percepção sobre o auxílio da IA na identificação de erros	36
Figura 9 – Percepção sobre novas formas de resolução.	38
Figura 10 – Intenção de continuidade no uso da IA.	41
Figura 11 – Capacidade de identificar e corrigir erros da IA.	43
Figura 12 – Nuvem de palavras feita a partir das respostas dos estudantes.	45

Lista de abreviaturas e siglas

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IA	Inteligência Artificial
IFPB	Instituto Federal da Paraíba
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LLM	Large Language Model
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PPL	Pessoas Privadas de Liberdade
SAEB	Sistema de Avaliação do Ensino Básico
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	JUSTIFICATIVA	10
1.2	OBJETIVOS	11
1.2.1	Objetivo Geral	11
1.2.2	Objetivos específicos	11
1.3	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM) E A MATEMÁTICA	13
2.2	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E O ENSINO DE MATEMÁTICA	15
2.3	IA GENERATIVA E LLMS COMO FERRAMENTAS AUXILIARES	17
2.4	TRABALHOS RELACIONADOS	19
2.5	ESTUDOS SOBRE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA BRASILEIRA	19
2.6	PESQUISAS SOBRE O USO DE IA EM CONTEXTOS ESPECÍFICOS	20
2.7	A EMERGÊNCIA DE ESTUDOS SOBRE IA GENERATIVA	20
2.8	IDENTIFICAÇÃO DA LACUNA E JUSTIFICATIVA DO PRESENTE TRABALHO	21
3	METODOLOGIA	22
4	RESULTADOS	26
4.1	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS OFICINAS	26
4.1.1	Organização das Oficinas	26
4.1.2	A IA como Ferramenta de Tutoria	30
4.1.3	Discussão Final e Fechamento das Oficinas	32
4.2	ANÁLISE QUANTITATIVA	32
4.2.1	Perfil dos Estudantes Participantes	32
4.2.2	Idade dos Participante	32
4.3	ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES PÓS-OFCINA	35
4.3.1	Diversificação de Estratégias de Resolução	38
4.3.2	Intenção de Uso Futuro para o ENEM	41
4.3.3	Identificação de Erros da IA	42
4.4	AVALIAÇÃO COMPARATIVA ANTES E APÓS AS OFICINAS	43
4.5	LIMITAÇÕES NAS OFICINAS	46

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
6	REFERÊNCIAS	51
	APÊNDICE A – REGISTROS FOTOGRÁFICOS DAS OFICINAS. .	54
	APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ES- CLARECIDO.	55
	APÊNDICE C – QUESTIONARIO 1.	57
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO 2.	59

1 Introdução

A educação brasileira vivencia um período de intensas transformações, impulsionado tanto pelas novas demandas sociais quanto pela rápida evolução tecnológica. Neste cenário, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) sofreu uma profunda reconfiguração. Conforme aponta Oliveira (2016), embora o exame tenha sido “criado inicialmente para avaliar os egressos da educação básica, tem desempenhado um papel central nas políticas governamentais destinadas ao nível superior”. Com isso, o ENEM estabeleceu-se como o principal mecanismo de acesso ao ensino superior no país.

Dentre os pilares do exame, a prova de Matemática e suas Tecnologias é historicamente percebida como um desafio para a maioria dos estudantes. Essa percepção é corroborada pelos relatórios pedagógicos do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), órgão responsável pelo exame, frequentemente apontam para um desempenho mediano nesta área. Tal realidade evidencia lacunas no processo de ensino-aprendizagem e sinaliza a urgência de se investigar estratégias pedagógicas mais eficazes para o campo da Educação Matemática.

Essa percepção de dificuldade fica ainda mais evidente quando observamos que o ensino de Matemática no Brasil enfrenta desafios que não se limitam ao conteúdo em si. Trata-se de um problema que envolve a forma de ensinar e o significado que esse ensino assume para o estudante. Muitas práticas ainda seguem um modelo muito formal, centrado em regras e procedimentos, sem ligação com a realidade sociocultural do aluno, o que há muito vem sendo criticado. Como destaca Ubiratan D’Ambrosio (2001), um ensino baseado apenas em técnicas e fórmulas, sem relação com o “saber-fazer” e com o contexto do estudante, não consegue gerar uma compreensão real.

Os resultados dessa forma de ensinar podem ser vistos nos dados mais recentes do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB 2023), que mostram que muitos alunos chegam ao final do ensino médio com dificuldades importantes em conceitos básicos da Matemática (INEP, 2024). Essa situação se torna ainda mais clara quando o estudante se depara com o ENEM. O exame, alinhado à sua Matriz de Referência (BRASIL, 2009), solicita exatamente o contrário do que costuma ocorrer no ensino tradicional: exige raciocínio lógico, interpretação de situações e a capacidade de relacionar diferentes áreas do conhecimento. Dessa forma, acaba surgindo uma diferença significativa entre a Matemática trabalhada na escola criticada por D’Ambrosio e a Matemática realmente cobrada no principal exame de acesso ao ensino superior.

É neste contexto que a tecnologia, em particular a Inteligência Artificial (IA), surge como um campo muito promissor. A IA deixou de ser um conceito de ficção científica

para se tornar uma ferramenta cada vez mais presente em nosso cotidiano, e seu potencial na educação começa a ser explorado de maneira mais séria. Conforme apontam estudos recentes (KASNECI et al., 2023) e relatórios de organizações importantes como a UNESCO (2023) e a OCDE (2023), o tema ganhou centralidade.

No campo da Educação Matemática, as IAs Generativas e os *Large Language Models* (LLMs) oferecem novas possibilidades de personalização do ensino e de *feedback* instantâneo, uma área cuja eficácia já vem sendo discutida na literatura especializada (OUYANG; JIAO, 2021). Essa integração de novas tecnologias, no entanto, se insere em um debate mais antigo. Autores de referência na Educação Matemática brasileira, como Ubiratan D'Ambrosio (2001) e, mais diretamente, Borba (2005), já discutiam há décadas o papel das tecnologias digitais. Borba (2005), por exemplo, argumenta que a tecnologia não é uma simples ferramenta, mas um componente que “reorganiza o pensamento”, criando novos “coletivos seres-humanos-com-mídias” que mudam a própria forma de produzir conhecimento matemático.

Contudo, se o debate sobre o uso de *softwares* ou plataformas adaptativas já é bem estabelecido, a IA Generativa é um avanço de natureza distinta e muito mais recente. Sua aplicação no contexto específico da preparação para o ENEM ainda se apresenta como uma área pouco investigada. A questão que surge não é se a IA será usada, mas *como* ela pode ser orientada para o ensino. Diante do exposto, a presente pesquisa se propõe a Analisar como o uso pedagógico de uma ferramenta de Inteligência Artificial Generativa em oficinas pode promover o letramento digital, o pensamento crítico e a aprendizagem de conteúdos matemáticos de alta incidência no ENEM.

1.1 JUSTIFICATIVA

A relevância deste estudo se assenta em três pilares fundamentais: o desafio crônico do desempenho em Matemática no ENEM, o potencial emergente da Inteligência Artificial na educação e a necessidade de práticas pedagógicas inovadoras no ensino médio. A pesquisa se justifica, primeiramente, por sua relevância educacional. O desempenho historicamente deficitário dos estudantes na prova de Matemática, validado por avaliações em larga escala como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB 2023), é reconhecido como uma barreira significativa para o acesso discente ao ensino superior (INEP, 2024).

Neste sentido, a investigação se justifica por sua contribuição pedagógica e prática. Ao propor, aplicar e analisar uma intervenção didática mediada por IA, este trabalho busca oferecer subsídios para a prática docente. A pesquisa explora a contribuição de uma nova ferramenta tecnológica para auxiliar no engajamento dos estudantes e na superação de dificuldades de aprendizagem. O foco recai sobre os alunos do 3º ano do ensino médio, que estão em fase de preparação direta para o exame, e sobre os professores que buscam integrar

novas metodologias ao seu planejamento. Do ponto de vista institucional, a pesquisa se justifica por concretizar a missão do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) como um pólo de investigação e inovação pedagógica. Ao explorar a aplicação de tecnologias emergentes na sala de aula, o trabalho alinha o IFPB ao debate educacional contemporâneo. Os resultados obtidos podem, assim, subsidiar ações de formação continuada de professores e fomentar novas práticas pedagógicas dentro da própria instituição.

Do ponto de vista institucional, a pesquisa se justifica por concretizar a missão do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) como um pólo de investigação e inovação pedagógica. Ao explorar a aplicação de tecnologias emergentes na sala de aula, o trabalho alinha o IFPB ao debate educacional contemporâneo. Os resultados obtidos podem, assim, subsidiar ações de formação continuada de professores e fomentar novas práticas pedagógicas dentro da própria instituição.

Já no âmbito acadêmico, a relevância reside na lacuna da literatura. Conforme apontado na introdução, embora o debate sobre a integração de tecnologias na Educação Matemática já seja consolidado (BORBA, 2005), a investigação sobre o uso pedagógico específico das IAs Generativas no contexto de preparação para o ENEM ainda é incipiente. Este trabalho contribui, portanto, com dados empíricos e análises de uma aplicação prática, endereçando uma demanda de pesquisa atual para os campos da Educação Matemática e da Tecnologia Educacional.

Finalmente, a pesquisa oferece uma contribuição prática a escolas e redes de ensino. A análise desta intervenção pedagógica pode fornecer *insights* interessantes para gestores e coordenadores que buscam estratégias de inovação para a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, de seus indicadores de desempenho em avaliações externas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar como o uso pedagógico de uma ferramenta de Inteligência Artificial Generativa em oficinas pode promover o letramento digital, o pensamento crítico e a aprendizagem de conteúdos matemáticos de alta incidência no ENEM.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos, que representam as ações concretas a serem desenvolvidas ao longo da pesquisa:

- Revisar a literatura sobre a prova de Matemática do ENEM, o uso de tecnologias no

ensino e as aplicações de Inteligência Artificial na educação;

- Identificar os conteúdos de Matemática com maior índice de incidência nas últimas edições do ENEM, a fim de nortear a criação das atividades;
- Elaborar uma sequência de oficinas pedagógicas que integre o uso de uma ferramenta de IA Generativa para a resolução de problemas e exploração de conceitos matemáticos;
- Aplicar as oficinas em uma turma de 3º ano do ensino médio, observando a interação dos alunos com a ferramenta e a metodologia proposta;
- Analisar as contribuições e os desafios da utilização da IA no processo de ensino-aprendizagem, a partir das percepções dos alunos coletadas por meio de questionários e da observação do pesquisador.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este Trabalho está estruturado em cinco capítulos, organizados de maneira a facilitar a compreensão do percurso teórico, metodológico e prático da pesquisa. O Capítulo 1 apresenta a introdução, na qual são expostos o contexto da pesquisa, a justificativa e os objetivos, além de situar o leitor sobre a importância do tema e o problema investigado.

O Capítulo 2 corresponde ao referencial teórico, que reúne estudos e discussões sobre o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), o ensino de Matemática e a inserção das tecnologias digitais, com ênfase na Inteligência Artificial e suas aplicações educacionais. Neste capítulo, são apresentados autores e pesquisas que fundamentam a relação entre IA, Educação Matemática e processos de aprendizagem mediados por tecnologias.

O Capítulo 3 descreve a metodologia de pesquisa, explicando detalhadamente as etapas de execução do trabalho, o público-alvo, os instrumentos utilizados, as oficinas pedagógicas e os procedimentos de coleta e análise dos dados.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e discussões, nos quais são analisados os dados obtidos durante a aplicação das oficinas com a ferramenta de IA Gemini. Neste capítulo, são interpretados os impactos observados na aprendizagem dos estudantes e as percepções dos participantes sobre o uso da IA no estudo de Matemática para o ENEM.

Finalmente, o Capítulo 5 reúne as considerações finais, destacando as conclusões da pesquisa, as contribuições para o campo da Educação Matemática e as possíveis direções para estudos futuros que envolvam o uso pedagógico da Inteligência Artificial. Por fim, apresentam-se os Apêndices, que reúnem os registros fotográficos das atividades realizadas e os questionários aplicados, documentando o processo de interação dos alunos com a ferramenta e os instrumentos de coleta de dados desta investigação.

2 Referencial Teórico

2.1 O EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM) E A MATEMÁTICA

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) consolidou-se, ao longo dos anos, como um dos principais instrumentos avaliativos do país, desempenhando múltiplas funções que vão muito além de medir o desempenho dos estudantes. Criado inicialmente com o objetivo de avaliar a qualidade do ensino médio no Brasil, o exame passou a assumir papéis mais amplos, servindo como porta de entrada para o ensino superior e como referência para a formulação de políticas educacionais. Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o ENEM foi concebido para avaliar competências e habilidades adquiridas ao longo da educação básica, buscando compreender como os estudantes mobilizam conhecimentos em situações cotidianas e interdisciplinares. Essa perspectiva aproxima-se de uma visão formativa da avaliação, que valoriza não apenas o resultado final, mas também o processo de construção do conhecimento.

Ao longo do tempo, o ENEM passou por diferentes reformulações que o tornaram um instrumento de múltiplas dimensões. Souza *et al.* (2021) destacam que o exame se transformou em um importante dispositivo de regulação da educação, influenciando práticas escolares, currículos e formas de ensino. Dessa forma, o ENEM deixou de ser apenas um exame de verificação de aprendizagem para tornar-se uma ferramenta de política pública com forte impacto social e educacional. Entre suas funções mais conhecidas, estão a diagnóstica, a formativa e a somativa. A função diagnóstica permite identificar lacunas e avanços no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para uma leitura mais ampla da qualidade da educação oferecida. Já a função formativa possibilita o uso dos resultados do exame como meio de reflexão sobre as práticas pedagógicas, estimulando professores e escolas a repensarem suas metodologias e estratégias de ensino, buscando aprimorar o aprendizado dos estudantes. Por fim, a função somativa está relacionada ao uso dos resultados como forma de certificação e seleção, seja para o ingresso no ensino superior, seja para outras finalidades de avaliação institucional.

A Matriz de Referência de Matemática e suas Tecnologias (INEP, 2009) evidencia que o exame busca avaliar não apenas o domínio técnico dos conteúdos, mas também a capacidade de raciocínio lógico, interpretação de informações e resolução de problemas em contextos reais. Essa proposta reflete a ideia de que a matemática deve ser compreendida como uma ferramenta de leitura do mundo, e não apenas como um conjunto de fórmulas e procedimentos.

A área de Matemática no ENEM tem se destacado por valorizar a compreensão e a aplicação dos conceitos em situações do cotidiano, indo além da simples memorização de fórmulas. O exame procura verificar se o estudante consegue mobilizar o pensamento lógico e interpretar diferentes tipos de representações matemáticas, como gráficos, tabelas e textos. Pois, como argumenta Machado (2011), a matemática não pode ser dissociada da linguagem, pois “toda atividade matemática supõe práticas discursivas” e depende da capacidade do estudante de construir significados por meio da leitura e da interpretação. Assim, o desempenho no ENEM envolve necessariamente competências linguísticas e matemáticas de forma integrada.

Essa abordagem aproxima-se de uma perspectiva crítica e reflexiva da matemática, que busca promover o desenvolvimento do raciocínio e da autonomia intelectual do aluno. Nessa direção, Borba e Villarreal (2005) discutem que as tecnologias digitais desempenham um papel fundamental na reorganização do pensamento matemático. Para os autores, a interação entre humanos e mídias tecnológicas cria novas formas de pensar e de aprender matemática, uma vez que o uso de recursos como softwares, aplicativos e plataformas digitais amplia as possibilidades de experimentação e visualização de conceitos. Assim, o ensino e a aprendizagem da matemática passam a incorporar novas dinâmicas, mais interativas e contextualizadas com o mundo contemporâneo. Esse entendimento dialoga diretamente com a BNCC, que estabelece como competência essencial da Matemática no Ensino Médio a capacidade de interpretar e produzir informações utilizando diferentes linguagens e representações (BRASIL, 2018), além de enfatizar nas Competências Gerais 4 e 5 o uso crítico e significativo das linguagens e das tecnologias digitais.

A presença das tecnologias no ensino de matemática também se relaciona com o próprio perfil do estudante avaliado pelo ENEM. A prova, ao apresentar questões contextualizadas e com diferentes linguagens, estimula o aluno a interpretar informações de forma crítica, conectando o conhecimento matemático a temas sociais, ambientais e tecnológicos. Esse movimento reforça a importância de uma formação que une conteúdo, reflexão e aplicabilidade, preparando o estudante para compreender e atuar na sociedade de maneira consciente e responsável.

Dessa forma, compreender o papel da Matemática dentro do ENEM é compreender também a evolução do ensino e da avaliação no Brasil. O exame passou a refletir uma concepção de educação voltada para o desenvolvimento integral do estudante, valorizando tanto a competência cognitiva quanto a capacidade de resolver problemas e pensar criticamente. Mais do que medir resultados, o ENEM estimula práticas pedagógicas que buscam sentido e conexão com a realidade dos alunos. Como destacam Souza *et al.* (2021), o ENEM exerce influência direta sobre o currículo e sobre o modo como o conhecimento é trabalhado nas escolas.

Ao propor questões interdisciplinares e contextualizadas, o exame induz uma

mudança nas práticas pedagógicas, levando professores a repensarem suas estratégias de ensino, aproximando-as de situações reais e significativas para o aluno. Essa característica reforça o papel formativo da avaliação, que deve servir de apoio ao processo de aprendizagem e não apenas como um fim em si mesma.

Nesse sentido, compreender o ENEM sob uma perspectiva crítica e reflexiva é fundamental para a prática docente contemporânea. Ele oferece subsídios importantes para que professores e gestores possam avaliar o desenvolvimento dos estudantes e identificar aspectos que precisam ser aprimorados no ensino. Além disso, a análise dos resultados e das competências exigidas pelo exame contribui para a construção de propostas pedagógicas mais integradas e contextualizadas.

De modo geral, o ENEM representa uma oportunidade de repensar o modo como se ensina e se aprende no Brasil. Ele estimula a superação de práticas tradicionais baseadas na memorização e promove uma aprendizagem significativa, centrada no desenvolvimento de habilidades e na aplicação dos conhecimentos e no protagonismo e autonomia intelectual e disciplina do aluno. Ao unir avaliação, reflexão e prática, o exame se afirma como um possível instrumento de transformação educacional, capaz de inspirar professores, alunos e gestores a construir um ensino mais crítico, inclusivo e conectado à realidade social.

2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E O ENSINO DE MATEMÁTICA

A Inteligência Artificial (IA) vem se consolidando como uma das inovações tecnológicas mais significativas das últimas décadas, especialmente no campo educacional. Desde os primeiros estudos de Warren McCulloch e Walter Pitts (1943) sobre o funcionamento dos neurônios artificiais até o desenvolvimento dos atuais modelos de linguagem generativa, como o ChatGPT e o Gemini, a IA tem assumido um papel de destaque no processo de ensino e aprendizagem. A evolução dessa tecnologia acompanha o avanço da própria sociedade digital, marcada por uma crescente integração entre homem e máquina e pela necessidade de novas formas de aprender e ensinar.

De acordo com Oliveira e Silva (2023), “a Inteligência Artificial pode ser compreendida como uma ferramenta capaz de promover a personalização do ensino”, ao “identificar as dificuldades individuais dos estudantes e auxiliar os professores na proposição de estratégias mais eficazes para cada perfil de aprendizagem”. Essa personalização representa uma mudança de paradigma em relação ao ensino tradicional, ao permitir que o aluno avance em seu próprio ritmo e explore os conteúdos de maneira mais significativa. Segundo os autores, “as plataformas de IA, como ChatGPT e Bing, emergem como estratégias notáveis no aprimoramento do ensino da matemática, oferecendo interações intuitivas e explicações detalhadas” (OLIVEIRA; SILVA, 2023).

No contexto brasileiro, Moraes (2024) destaca que o uso de ferramentas de Inteli-

cia Artificial pode contribuir significativamente para o ensino de Matemática, tornando o processo de aprendizagem mais interativo, contextualizado e compatível com as demandas contemporâneas. Em sua pesquisa, o autor analisou o uso do ChatGPT como recurso de apoio para estudantes do ensino médio e identificou avanços expressivos no desempenho dos alunos em conteúdos como contagem, funções e resolução de problemas. Tais resultados evidenciam o potencial pedagógico da IA como aliada do processo de ensino e aprendizagem, desde que seu uso seja orientado por princípios éticos, mediado pelo professor e integrado a objetivos pedagógicos claros.

Essa compreensão articula-se não apenas com achados da literatura, mas também com iniciativas recentes do governo federal. O Ministério da Educação (MEC) lançou uma consulta pública destinada à elaboração de diretrizes para o uso responsável da Inteligência Artificial na educação básica, reforçando que essas tecnologias devem atuar como ferramentas de apoio ao trabalho docente e não como substitutas da ação pedagógica humana. A proposta enfatiza que a IA deve qualificar a mediação do professor, ampliar oportunidades de aprendizagem e favorecer processos avaliativos e formativos, sempre pautada por critérios éticos e educacionais. Esse posicionamento institucional evidencia a relevância do debate sobre a inserção da IA no contexto escolar e situa o presente estudo em consonância com as discussões nacionais sobre inovação educacional.

A literatura contemporânea reforça esse entendimento ao destacar a importância da mediação docente nesse processo. Para Valente (1993), o computador deve ser visto como instrumento de construção do conhecimento, e não como substituto do professor. Essa visão dialoga com o pensamento de Papert (2008), que defende o uso da tecnologia sob a perspectiva do construcionismo, em que o aluno aprende de maneira ativa, experimentando, errando e reconstruindo o saber. Assim, as IAs quando inseridas em práticas pedagógicas significativas podem tornar o ensino da matemática mais atrativo e colaborativo, fortalecendo o papel do professor como mediador e facilitador da aprendizagem.

Além disso, como observa Vicari (2024), a IA permite a criação de ambientes adaptativos que acompanham o ritmo de cada aluno e oferecem *feedback* imediato, o que favorece o desenvolvimento do raciocínio lógico e matemático. Essa abordagem é particularmente relevante em contextos de preparação para avaliações como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que exige não apenas domínio de fórmulas e procedimentos, mas também a capacidade de interpretar e aplicar conceitos matemáticos em situações-problema. Nesse sentido, ferramentas como o Gemini assim como o ChatGPT, podem atuar como tutores virtuais inteligentes, auxiliando os estudantes na resolução de questões, explicando conceitos e sugerindo estratégias de estudo personalizadas.

Para Moraes (2024) a IA, quando bem aplicada, pode contribuir para o engajamento dos alunos e para a construção de uma relação mais significativa com o conhecimento matemático. O autor defende que a interação entre o estudante e o sistema inteligente

deve ser vista como um processo dialógico, em que o aluno é constantemente desafiado a refletir e a compreender o porquê de suas respostas. Isso favorece a aprendizagem ativa e o desenvolvimento da autonomia intelectual, elementos essenciais para um bom desempenho em exames como o ENEM.

Entretanto, alguns autores como Siqueira, Wiziack e Zanon (2022) alertam que o uso dessas tecnologias também implica desafios, como a formação adequada dos professores e a garantia da privacidade dos dados. O professor, nesse contexto, deve ser preparado não apenas para utilizar as ferramentas, mas para integrá-las criticamente ao processo educativo, garantindo que a tecnologia sirva como meio e não como fim. Esse ponto também é destacado por Borba e Villarreal (2005), ao afirmarem que “o uso de mídias e tecnologias na Educação Matemática reorganiza o pensamento matemático”, ressaltam que esse processo “requer uma postura reflexiva por parte do educador”.

Diante do exposto, notou-se que a inserção da Inteligência Artificial no ensino da matemática deve ser compreendida como uma ampliação das possibilidades didáticas, e não como uma substituição do papel docente. As ferramentas de IA como o ChatGPT e, mais recentemente, o Gemini podem auxiliar o professor na elaboração de atividades, na correção automatizada, na criação de simulados baseados no formato do ENEM e no acompanhamento individual do progresso dos alunos. Mas o êxito dessa integração depende essencialmente do uso crítico, ético e contextualizado dessas tecnologias, respeitando a realidade das escolas e a diversidade dos estudantes.

2.3 IA GENERATIVA E LLMS COMO FERRAMENTAS AUXILIARES

Nos últimos anos, a Inteligência Artificial passou por grandes avanços, e um dos mais marcantes foi o surgimento da chamada IA generativa, capaz de criar textos, imagens e até resolver problemas matemáticos com base em grandes volumes de dados. Diferente das antigas IAs baseadas apenas em regras fixas, a generativa aprende com exemplos, reconhece padrões e produz respostas novas a partir do que foi aprendido. Essa evolução tecnológica representa um salto importante também para a educação, pois permite que a máquina se torne uma parceira do professor e do aluno no processo de ensino e aprendizagem.

Do ponto de vista técnico, a IA funciona por meio de modelos matemáticos complexos, especialmente as redes neurais artificiais, que simulam o funcionamento do cérebro humano. Esses modelos utilizam cálculos baseados em estatística, álgebra linear e probabilidade, ajustando constantemente parâmetros para “aprender” com os dados. Moraes (2024) explica que os sistemas de IA buscam minimizar o erro entre o resultado esperado e o obtido, ajustando suas respostas por meio de funções matemáticas. Ou seja, a base da IA é essencialmente matemática, ela “aprende” calculando.

Esse tipo de tecnologia é o que dá origem aos chamados LLMs (*Large Language Models*), ou Modelos de Linguagem de Grande Escala, como o ChatGPT e o Gemini, entre outros. Eles trabalham com um volume imenso de informações e conseguem interpretar o que o usuário escreve, oferecendo respostas coerentes e contextualizadas. Segundo Abeliuk e Gutiérrez (2021), esses modelos representam palavras e frases como vetores numéricos, o que permite que a máquina “entenda” relações de significado e construa textos com lógica e coesão. Em outras palavras, o que para nós parece uma conversa, para a IA é uma sequência de operações matemáticas muito rápidas.

No campo da educação, esse tipo de tecnologia abre novas possibilidades de apoio à aprendizagem. Oliveira e Silva (2023) apontam que ferramentas como ChatGPT e Bing “oferecem interações intuitivas e explicações detalhadas”, funcionando como tutores virtuais capazes de reforçar o conteúdo aprendido em sala de aula. Já Moraes (2024) observou, em seu estudo, que o uso do ChatGPT ajudou alunos do ensino médio a compreenderem melhor temas de matemática, como funções e contagem, além de despertar mais interesse e curiosidade pelos conteúdos. Essas ferramentas podem atuar como apoio pedagógico direto no ensino de matemática. Por exemplo, o professor pode utilizá-las para gerar exemplos de exercícios, criar simulados semelhantes ao ENEM, revisar conceitos com os alunos ou mesmo tirar dúvidas em tempo real. Borba e Villarreal (2005) afirmam que o uso das tecnologias digitais reorganiza a forma de pensar e aprender matemática, pois amplia as possibilidades de representação e raciocínio. Nesse sentido, as IAs generativas permitem ao aluno visualizar processos abstratos e compreender a lógica por trás das operações, tornando a aprendizagem mais significativa.

Um ponto importante é que os modelos como o Gemini têm capacidade de adaptar a linguagem e o nível das explicações de acordo com o perfil do estudante. Isso é muito útil para trabalhar conteúdos que exigem mais raciocínio, como funções, geometria e estatística. Vicari (2024) explica que a IA pode criar ambientes personalizados de aprendizagem, ajustando-se às dificuldades de cada aluno e oferecendo *feedback* imediato, algo que é essencial para o aprendizado da matemática, que depende muito da prática constante e da correção de erros. Por outro lado, como destacam Siqueira, Wiziack e Zanon (2024), é fundamental que o professor saiba usar essas ferramentas com senso crítico. A IA não deve substituir o educador, mas sim ampliar suas possibilidades de ensino. Cabe ao professor orientar o uso, selecionar atividades adequadas e garantir que o estudante desenvolva o raciocínio matemático e a autonomia, evitando o uso automático das respostas geradas.

Portanto, a IA generativa e os LLMs, devem ser vistos como ferramentas auxiliares no processo de ensino e aprendizagem da matemática. Elas podem ajudar a tornar as aulas mais dinâmicas, aproximar o conteúdo da realidade dos alunos e promover uma aprendizagem mais ativa e participativa. No contexto do ENEM, essas tecnologias também podem contribuir para a revisão dos conteúdos, a prática de exercícios e o fortalecimento

das competências matemáticas exigidas na prova. Assim, quando bem utilizadas, tornam-se grandes aliadas tanto dos professores quanto dos estudantes, transformando o aprendizado em uma experiência mais personalizada e envolvente.

2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

O avanço das tecnologias digitais têm transformado de maneira significativa o modo como o conhecimento é construído e compartilhado, sobretudo no campo da Educação Matemática. Nos últimos anos, a presença da Inteligência Artificial (IA) nesse processo vem crescendo e abrindo novos caminhos para o ensino e a aprendizagem. A tecnologia tem se mostrado uma grande aliada no processo educacional e, dentro do ensino da matemática, isso é cada vez mais evidente. Diversos autores têm estudado a IA como uma ferramenta capaz de transformar o modo como os alunos aprendem e como os professores ensinam.

Nesta parte do trabalho, apresento alguns estudos que abordam o uso da tecnologia e da IA no contexto da Educação Matemática brasileira, incluindo pesquisas mais recentes que discutem o surgimento das IAs generativas e suas implicações pedagógicas. O objetivo é mostrar o que já foi feito, os principais resultados observados e o que ainda precisa ser explorado, finalizando com a identificação da lacuna que orienta e justifica o desenvolvimento deste presente trabalho.

2.5 ESTUDOS SOBRE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA BRASILEIRA

O uso da tecnologia no ensino de matemática vem crescendo no Brasil e tem mostrado resultados positivos quando bem aplicado. Valente (1993) já afirmava que o computador poderia ser usado como um instrumento de construção do conhecimento, e não apenas como uma ferramenta de apoio. Essa visão se mantém atual, pois, segundo Oliveira e Silva (2023), a IA surge como uma forma moderna de ajudar tanto alunos quanto professores, funcionando como uma espécie de tutor virtual capaz de identificar dificuldades individuais e oferecer *feedbacks* instantâneos.

O estudo de Oliveira e Silva (2023) analisou as plataformas ChatGPT e Bing, destacando o potencial delas em explicar conteúdos matemáticos e apoiar os docentes no processo de ensino. Os autores deixam claro que o objetivo não é substituir o professor, mas sim mostrar que essas ferramentas podem ser fortes aliadas na aprendizagem. Eles apontam que, além de auxiliar os alunos, a IA também pode ajudar o professor a criar novas estratégias de ensino, desde que usada de forma ética e com formação adequada. De forma complementar, o trabalho de Silva et al. (2024) destaca que a matemática é a espinha dorsal da Inteligência Artificial. Segundo os autores, é a matemática especialmente

a álgebra linear, o cálculo e a estatística que permite que os sistemas de IA funcionem de maneira eficiente. O artigo mostra que a IA e a matemática são inseparáveis, pois toda a base dos algoritmos e dos modelos inteligentes depende de princípios matemáticos. Essa relação reforça a importância de entender a matemática não apenas como conteúdo escolar, mas como fundamento para o desenvolvimento das novas tecnologias.

Esses estudos demonstram que a tecnologia tem um papel importante na educação matemática, tanto ao facilitar o aprendizado quanto ao incentivar novas formas de ensinar. No entanto, também apontam a necessidade de preparar melhor os professores para lidar com essas inovações, garantindo que a tecnologia seja usada como um recurso pedagógico e não como substituto da prática docente.

2.6 PESQUISAS SOBRE O USO DE IA EM CONTEXTOS ESPECÍFICOS

Nos últimos anos, começaram a aparecer mais pesquisas voltadas para o uso da Inteligência Artificial em situações específicas de ensino. Moraes (2024), por exemplo, analisou o ChatGPT como um recurso de apoio no ensino da matemática com alunos do ensino médio. Sua pesquisa mostrou resultados positivos, como a melhora no aprendizado de temas como funções e contagem, além de maior envolvimento dos estudantes nas atividades. O autor reforça que, quando bem orientados, os alunos podem tirar grande proveito dessas ferramentas, que ajudam na revisão de conteúdos e no esclarecimento de dúvidas.

Os resultados de Moraes (2024) também mostram que o ChatGPT e outras IAs semelhantes despertam o interesse dos estudantes e tornam o processo de aprendizagem mais dinâmico e participativo. No entanto, ele destaca que o papel do professor continua sendo essencial, pois é quem orienta e supervisiona o uso adequado da ferramenta. O trabalho ainda aponta a falta de formação dos docentes como um dos principais desafios para o uso pedagógico da IA em sala de aula. Esses estudos reforçam a ideia de que a IA pode contribuir muito para o ensino de matemática, desde que usada de forma orientada e responsável. As plataformas, como o ChatGPT e o Bing, ajudam o aluno a praticar, revisar e compreender melhor os conteúdos, mas é o professor quem garante que esse processo seja realmente educativo e construtivo.

2.7 A EMERGÊNCIA DE ESTUDOS SOBRE IA GENERATIVA

Com o surgimento das IAs generativas, como o ChatGPT e o Gemini, novos estudos começaram a aparecer trazendo um olhar mais atual sobre o tema. Essas ferramentas são capazes de compreender e gerar linguagem natural, criar textos, resolver problemas

e oferecer explicações detalhadas. Abeliuk e Gutiérrez (2021) explicam que os grandes modelos de linguagem os chamados LLMs que trabalham com cálculos matemáticos complexos, baseados em probabilidade e vetores, o que permite à máquina “entender” e produzir respostas com coerência e contexto.

Os estudos recentes mostram que essas tecnologias têm potencial para ajudar no ensino de matemática, pois conseguem adaptar explicações e exemplos conforme a necessidade de cada aluno. Oliveira e Silva (2023) reforçam que o ChatGPT e o Bing podem servir de apoio ao professor, oferecendo recursos para corrigir exercícios e propor desafios. Moraes (2024) também observou que o uso dessas ferramentas ajuda a tornar o aprendizado mais atraente e favorece a autonomia dos estudantes. Por outro lado, autores como Vicari (2024) lembram que é importante ter cautela. As IAs generativas ainda podem errar ou apresentar respostas incompletas, por isso é essencial que o professor atue como mediador e garanta que o uso seja consciente e produtivo. Mesmo assim, os resultados já apontam que a IA generativa pode transformar positivamente o ensino de matemática, especialmente quando aplicada em contextos como o do ENEM, que exige raciocínio lógico e interpretação.

2.8 IDENTIFICAÇÃO DA LACUNA E JUSTIFICATIVA DO PRESENTE TRABALHO

A partir da leitura dos estudos analisados, fica claro que há um avanço significativo nas pesquisas sobre tecnologia e Inteligência Artificial na educação matemática. Os trabalhos de Oliveira e Silva (2023) e Moraes (2024) mostraram como a IA pode apoiar o professor e contribuir para o aprendizado. Já o estudo de Silva et al. (2024) destacou a importância da matemática na construção e no funcionamento dessas tecnologias. No entanto, ainda há uma lacuna importante: são poucos os estudos que investigam o uso de ferramentas de IA generativa, como o Gemini, aplicadas ao ensino de matemática no contexto do ENEM. Há carência de pesquisas que explorem como esse tipo de tecnologia pode ajudar o aluno a desenvolver as competências matemáticas exigidas na prova e ao mesmo tempo apoiar o professor em sua prática pedagógica.

Diante disso, este trabalho propõe analisar como o uso pedagógico de uma ferramenta de Inteligência Artificial Generativa em oficinas pode promover o letramento digital, o pensamento crítico e a aprendizagem de conteúdos matemáticos de alta incidência no ENEM. A intenção é contribuir para o debate atual sobre o papel das IAs na educação e mostrar que, quando usadas de forma planejada e ética, elas podem ser grandes aliadas do professor, fortalecendo o aprendizado e promovendo uma nova forma de ensinar e aprender matemática.

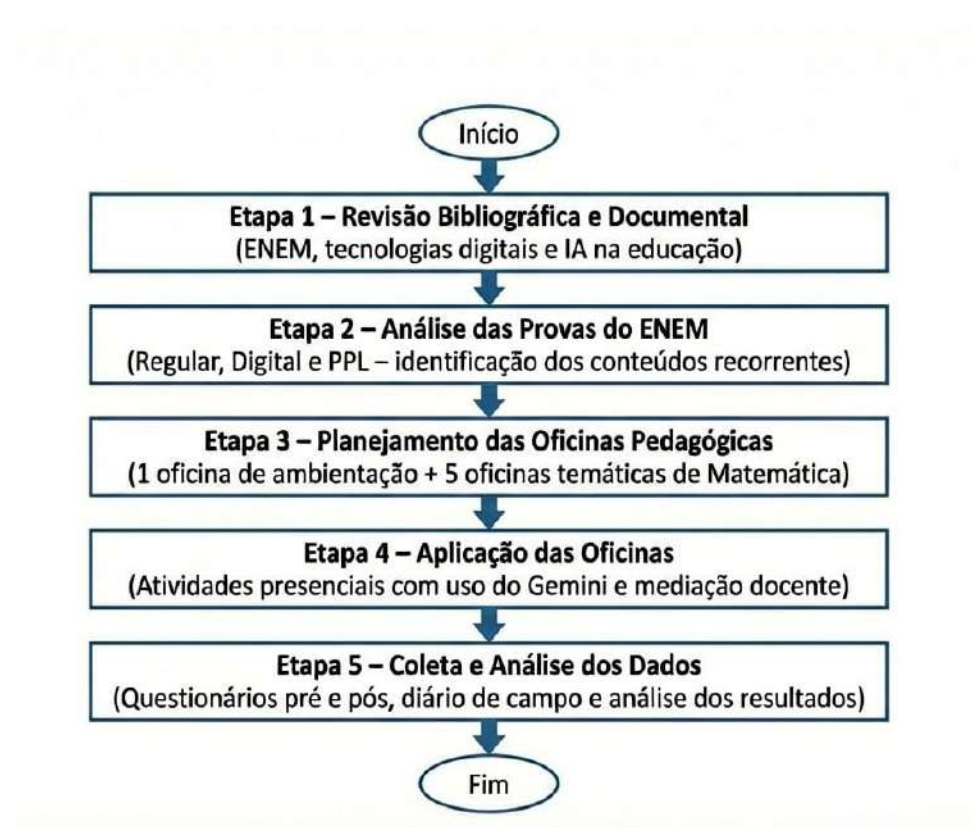
3 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem qualitativa e descritiva, adequada a investigações que buscam compreender fenômenos educacionais a partir da interpretação de dados e experiências, conforme orientações metodológicas discutidas em Marconi e Lakatos (2017). O objetivo foi analisar de que maneira o uso da Inteligência Artificial Generativa, especificamente a ferramenta *Gemini*, pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem da Matemática, especialmente no estudo de conteúdos recorrentes do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). O uso de tecnologias digitais como recurso pedagógico encontra respaldo na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que, na Competência Geral 5, orienta o desenvolvimento da capacidade de “compreender e utilizar tecnologias digitais de forma crítica, significativa e ética” (BRASIL, 2018).

A opção por essa abordagem justifica-se pela necessidade de compreender as percepções, interpretações e atitudes dos estudantes diante do uso da Inteligência Artificial, característica da pesquisa qualitativa, ao mesmo tempo em que possibilitou a organização e mensuração de dados obtidos a partir das atividades propostas, característica de natureza quantitativa, estratégia comumente adotada em pesquisas educacionais de caráter descritivo. O estudo foi conduzido no Laboratório de Ensino de Matemática II do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), ambiente utilizado tanto para atividades didáticas quanto para práticas pedagógicas mediadas por tecnologias educacionais. Esse espaço favoreceu a realização estruturada das oficinas e possibilitou o acompanhamento sistemático das interações dos estudantes com a ferramenta de Inteligência Artificial.

A metodologia foi estruturada em cinco etapas, correspondentes aos objetivos específicos do estudo. Cada etapa descreveu o percurso metodológico adotado para alcançar os resultados propostos, desde a revisão teórica até a análise das contribuições e desafios observados após a aplicação das oficinas. Para melhor visualização desse percurso metodológico, o Fluxograma 1 apresenta, de forma sintética, as etapas que compõem o desenvolvimento da pesquisa.

Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa.



Fonte: Autoria própria.

Na primeira etapa, realizou-se uma revisão bibliográfica e documental sobre a prova de Matemática do ENEM, suas competências e habilidades, além do uso de tecnologias no ensino e das aplicações da Inteligência Artificial na educação. Essa revisão serviu como base teórica e conceitual para compreender como as tecnologias vêm sendo inseridas no processo educacional e de que forma podem contribuir para o ensino da Matemática. Foram utilizadas fontes como artigos científicos, livros, dissertações, teses e documentos oficiais, especialmente a Matriz de Referência de Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 2009), bem como relatórios do INEP e estudos recentes sobre o tema. Os resultados dessa revisão fundamentaram o planejamento das oficinas pedagógicas e a elaboração dos instrumentos de coleta de dados.

Na segunda etapa, realizou-se uma análise das provas do ENEM Regular, Digital e PPL (Pessoas Privadas de Liberdade), abrangendo diversas edições recentes. Essa análise teve como objetivo identificar os conteúdos matemáticos mais recorrentes, bem como as habilidades cognitivas mais cobradas nas avaliações, a fim de orientar a escolha dos temas a serem trabalhados nas oficinas. Os dados coletados nessa etapa serviram de referência para a estruturação e elaboração das oficinas, alinhando o conteúdo da pesquisa ao perfil das provas do ENEM.

Já na terceira etapa, foi elaborada uma sequência de seis oficinas pedagógicas, sendo uma oficina de ambientação e cinco oficinas temáticas sobre conteúdos de Matemática identificados como mais recorrentes no ENEM. Antes das oficinas de conteúdo, foi realizada uma oficina teste com o objetivo de apresentar aos alunos a ferramenta Gemini e explicar como ela seria utilizada durante a pesquisa. Essa ação foi necessária, pois alguns alunos não tinham familiaridade com o uso de Inteligência Artificial. Durante a oficina, foi apresentado o modo de aprendizado guiado do Gemini, demonstrando como realizar perguntas, interpretar respostas e utilizar a ferramenta de forma ética e pedagógica. Também foi explicado o propósito das oficinas, destacando que o uso da IA não se destinava apenas à obtenção de respostas, mas à compreensão dos processos de resolução e à reflexão sobre os próprios erros e acertos.

As cinco oficinas temáticas foram planejadas conforme os conteúdos mais cobrados no ENEM, sendo: (i) Estatística; (ii) Matemática Básica (operações, porcentagem, razão e proporção); (iii) Geometria Plana; (iv) Geometria Espacial; (v) Funções. Cada oficina foi realizada uma vez por semana, às terças-feiras, com duração média de duas aulas de 50 minutos, durante o horário regular das aulas. Cada uma contou com 10 questões selecionadas de diferentes edições do ENEM (Regular, Digital e PPL), todas extraídas do site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e do site Projeto Âgatha 1, ¹, plataforma que reúne provas anteriores do ENEM, gabaritos oficiais e resoluções comentadas em vídeo. O uso dessa plataforma foi importante para garantir a confiabilidade das questões e a disponibilidade de explicações complementares que pudessem ser utilizadas pelos alunos após as discussões em sala.

As oficinas foram divididas em dois momentos: (i) resolução individual das questões sem o uso da IA; (ii) revisão e análise com o auxílio do Gemini, observando passo a passo as explicações apresentadas pela ferramenta. Essa etapa foi essencial para integrar a IA de forma pedagógica e reflexiva ao ensino de Matemática.

Na quarta etapa, as oficinas foram aplicadas a 10 alunos do 3º ano do Curso Técnico em Mineração do Instituto Federal da Paraíba (IFPB) – Campus Campina Grande. As atividades foram desenvolvidas de forma presencial. Durante a aplicação, exerci o papel de mediador, acompanhando o desempenho e as interações dos alunos, registrando as observações em um diário de campo. Essa etapa permitiu observar o impacto do uso da IA na compreensão dos conteúdos de matemática e no desenvolvimento da autonomia dos estudantes diante dos problemas propostos.

Na quinta etapa, foi realizada a análise dos resultados obtidos a partir das oficinas e dos instrumentos de coleta de dados. Foram aplicados dois questionários estruturados para avaliar as percepções dos alunos antes e depois das oficinas:

¹ projetoagathaedu.com.br/banco-de-questoes/matematica.php

- Questionário Diagnóstico (pré-intervenção): aplicado antes do início das oficinas, com o intuito de identificar o perfil dos alunos, suas percepções sobre a Matemática e suas expectativas quanto ao uso da Inteligência Artificial;
- Questionário Avaliativo (pós-intervenção e pós-ENEM): aplicado após a conclusão das oficinas e a realização do ENEM, para verificar possíveis mudanças de percepção, autoconfiança e desempenho.

Além dos questionários, foram consideradas as anotações do diário de campo e os relatos espontâneos dos alunos durante e após as oficinas. As informações foram organizadas em planilha e analisadas por meio de percentuais de respostas obtidas nos questionários. Os dados qualitativos foram tratados pela análise de conteúdo, buscando identificar evidências de aprendizagem, engajamento e mudanças de postura diante da disciplina.

A pesquisa foi conduzida em conformidade com a Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que trata das normas éticas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Antes do início das atividades, foi aplicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), informando os objetivos e procedimentos da pesquisa. Os alunos menores de idade levaram o termo para ser assinado pelos pais ou responsáveis legais, garantindo a autorização formal de participação. Todos os participantes foram informados de que sua adesão seria voluntária e que poderiam desistir a qualquer momento, sem prejuízo acadêmico. Os dados coletados foram utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, assegurando o sigilo dos participantes. Além do cumprimento ético, a pesquisa buscou fomentar reflexões sobre o uso responsável da Inteligência Artificial na educação, incentivando práticas pedagógicas críticas e conscientes.

4 Resultados

4.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS OFICINAS

A estruturação das oficinas pedagógicas foi precedida por uma etapa de validação metodológica, composta por dois estudos pilotos distintos. Essa fase prévia teve como objetivo calibrar o planejamento, ajustar o cronograma e antecipar possíveis dificuldades técnicas ou pedagógicas no uso da Inteligência Artificial. O primeiro teste foi conduzido em nível superior, com discentes do curso de Licenciatura em Matemática. Essa aplicação inicial permitiu observar, em um ambiente controlado, a dinâmica de tempo necessária para a execução dos *prompts* e identificar dificuldades na interação com a ferramenta. A partir do *feedback* desses participantes, foram realizados ajustes nos roteiros de atividades para otimizar a clareza das instruções. Já o segundo teste foi aplicado *in loco* com uma turma de 3º ano do Ensino Médio, público-alvo da pesquisa, sendo fundamental para validar a adequação da linguagem e a receptividade dos estudantes frente à tecnologia proposta.

Com base nas observações coletadas nessas duas experiências preliminares, a proposta de intervenção foi refinada, definindo-se o Laboratório de Matemática II do IFPB como o ambiente ideal para a execução da pesquisa. Nesse contexto, as oficinas realizadas no decorrer da pesquisa seguiram um procedimento sistemático, estruturado e repetido semanalmente, cujo objetivo era desenvolver nos alunos habilidades de leitura matemática, autonomia, comparação de métodos e utilização consciente da IA como ferramenta de apoio. A seguir, apresentamos a descrição detalhada do funcionamento dessas oficinas, seguida da análise dos dados coletados, incluindo comentários dos alunos e registros das interações com a IA.

4.1.1 Organização das Oficinas

Cada oficina era iniciada com a entrega de uma lista contendo dez questões do Projeto Ágatha, selecionadas por sua relação com habilidades cobradas nas provas do ENEM. Os estudantes sentavam-se individualmente, mantendo o celular bloqueado ou desligado sobre a mesa, uma vez que o uso da IA somente era permitido em momentos específicos da atividade. Desde o início, foi deixado claro que a primeira etapa deveria ser realizada de forma totalmente individual, sem pesquisa ou colaboração. A sala se organizava de maneira silenciosa, com os alunos compreendendo que aquele momento exigia foco, autonomia e registro do raciocínio próprio. O primeiro momento da oficina consistia em 25 minutos de resolução individual, sem qualquer tipo de consulta. Embora a lista apresentasse

dez questões, foi orientado que cada aluno deveria resolver ao menos cinco, garantindo assim material suficiente para a etapa comparativa com a IA. A resolução era feita de forma espontânea, baseando-se apenas nos conhecimentos prévios dos estudantes. Durante esse tempo, surgiam comentários típicos de dúvidas, como: “*Não lembro a fórmula*”, “*Minha conta deu diferente*” ou “*Acho que essa é de proporção*”, e por muitas vezes sem a interação entre os colegas. O objetivo central era registrar o processo cognitivo individual e as estratégias iniciais de cada participante.

Terminada a etapa de resolução, os alunos realizavam uma revisão rápida de suas respostas. Esse momento servia para que identificassem pontos de dúvida, possíveis erros ou dificuldades que desejavam verificar posteriormente com auxílio da IA. A etapa seguinte consistia no uso individual da IA do *Google (Gemini)*. Somente após o trabalho autônomo e a revisão inicial os alunos podiam desbloquear o celular e inserir as questões no aplicativo. O objetivo dessa etapa não era que os alunos obtivessem respostas corretas de forma imediata, mas sim que comparassem o seu próprio raciocínio, o raciocínio do colega (quando faziam comparações posteriores), e a solução apresentada pela IA. Esse processo gerava discussões espontâneas, reflexões importantes e identificação de divergências. Um dos comentários mais significativos dessa etapa foi:

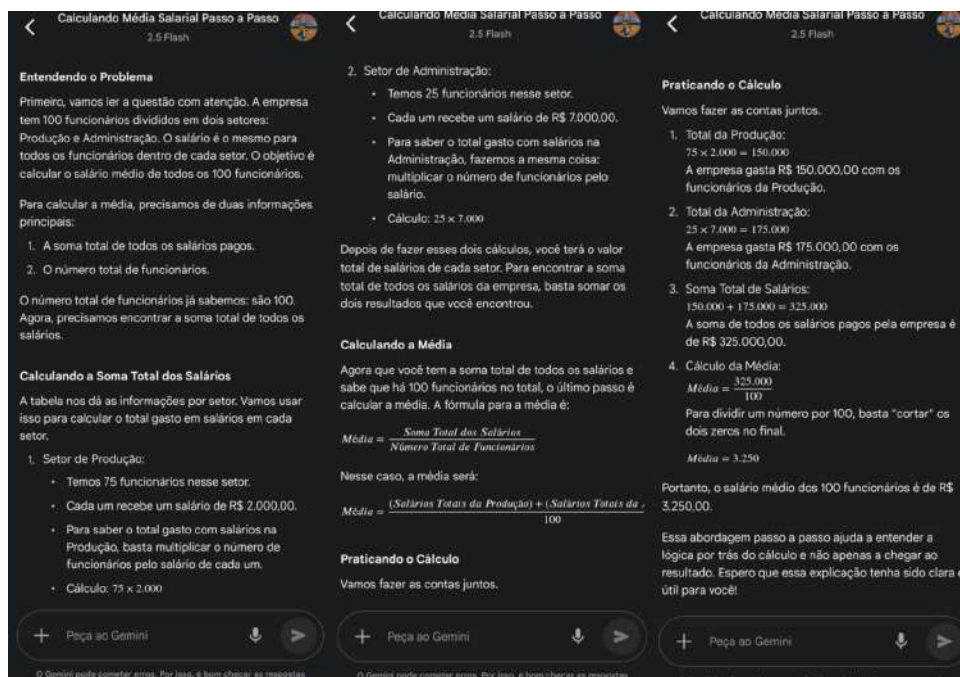
Estudante A02. “Se percebe que o Gemini em questões de puro cálculo lógico, onde depende apenas de números, ele é mais eficiente, mas em questões que envolvem interpretar imagens ele apresenta erros por não abstrair o bastante.”

Esse comentário de um aluno participante da oficina evidencia uma percepção crítica importante por parte dos estudantes: a IA possui alto desempenho em cálculos diretos, mas encontra limitações na interpretação de imagens, gráficos e elementos espaciais. O relato demonstra que o aluno soube distinguir a competência da IA em tarefas algorítmicas em contraste com suas dificuldades em processamento de imagens. É importante pontuar que tais falhas na ‘abstração’ de imagens podem estar associadas ao uso da versão gratuita do modelo, que possui capacidades mais restritas se comparadas às versões avançadas pagas. Ainda assim, no contexto da preparação para o ENEM, essa observação reforça a necessidade da mediação humana para validar a interpretação de gráficos e figuras geométricas.

As imagens (Figura 2) registradas pelos alunos mostraram exemplos desse processo, incluindo explicações passo a passo, contextualizações da IA sobre relevância da questão e erros ocasionais de interpretação, que por sua vez geraram discussões produtivas em sala (Figura 2).

Neste contexto, um dos aspectos mais relevantes observados ao longo das oficinas foi a evolução dos estudantes na criação de *prompts*. Nas primeiras aulas, os comandos enviados ao *Gemini* eram simples e pouco específicos, limitando-se a frases como: “*Resolva*

Figura 2 – Imagem com resolução do Gemini.



Fonte: Autoria própria.

essa questão” ou “Qual é a resposta certa?”. Essa falta de detalhamento fazia com que a IA retornasse respostas incompletas ou equivocadas, levando os alunos a perceberem que o problema não estava somente na ferramenta, mas também na forma como eles formulavam suas perguntas. A Figura 3 ilustra um exemplo típico dessa fase inicial.

Figura 3 – Exemplo de comando genérico utilizado nas primeiras oficinas.



Fonte: Autoria própria.

Com o avançar das oficinas, os estudantes passaram a estruturar *prompts* mais completos, incluindo explicações iniciais, justificativas e pedidos por detalhamento. Essa transformação aparece claramente em depoimentos como:

Estudante A02: “Levando em conta um índice de acerto de 100% utilizando sempre o mesmo prompt apenas modificado, pode-se dizer que a taxa de erros da semana passada pode estar mais atribuída aos operadores (nós) do que à própria IA. Dito isso, preciso estudar mais esse tema e também acho que ela se saiu bem.”

A reflexão apresentada pelo estudante revelou um importante desenvolvimento dos alunos ao decorrer das oficinas, marcando uma transição do uso intuitivo para o uso técnico da ferramenta. Ao deslocar a responsabilidade pelos erros anteriores da ‘falha da máquina’ para a atuação do ‘operador’, o discente demonstra ter compreendido que a eficácia da Inteligência Artificial Generativa na maioria das vezes é aparentemente proporcional à qualidade e precisão do comando fornecido (*prompt*). Essa autocrítica de certa forma validou a hipótese de que o sucesso na utilização de IAs no ensino de Matemática depende menos da potência tecnológica e mais da capacidade do aluno em estruturar logicamente suas perguntas. O reconhecimento de que a padronização do comando levou à eliminação dos erros reforçou a importância da metodologia aplicada nas oficinas, evidenciando que o letramento digital inclui, necessariamente, a competência de saber perguntar. Essa evolução na capacidade dos estudantes de formular comandos mais precisos dialoga com a perspectiva de Borba e Villarreal (2005), segundo a qual a interação entre humanos e tecnologias reorganiza o pensamento matemático, criando novos modos de produzir significados.

Um dos exemplos mais representativos de *prompt* evoluído enviado por um aluno foi:

Estudante A01: “Bom Gemini, eu gostaria que você explicasse passo a passo essa questão do ENEM 2023. Mas antes eu gostaria de explicar o meu raciocínio e você me diz se fui no caminho certo e quais foram os erros: primeiro ele diz que a bola vai sair do Q1, então na figura é possível identificar os outros Qs, o Q2, Q3, Q4 etc. Aí, ele diz que o Q que nós queremos encontrar (o Qn) forma o mesmo ângulo com A e B de que o ângulo formado com AQ1B. Eu raciocinei que devido à distância dos pontos poderia ser o Q3 a opção correta; ele está na mesma linha que o Q1 e numa distância semelhante de A e B que o Q1. Está correto?”

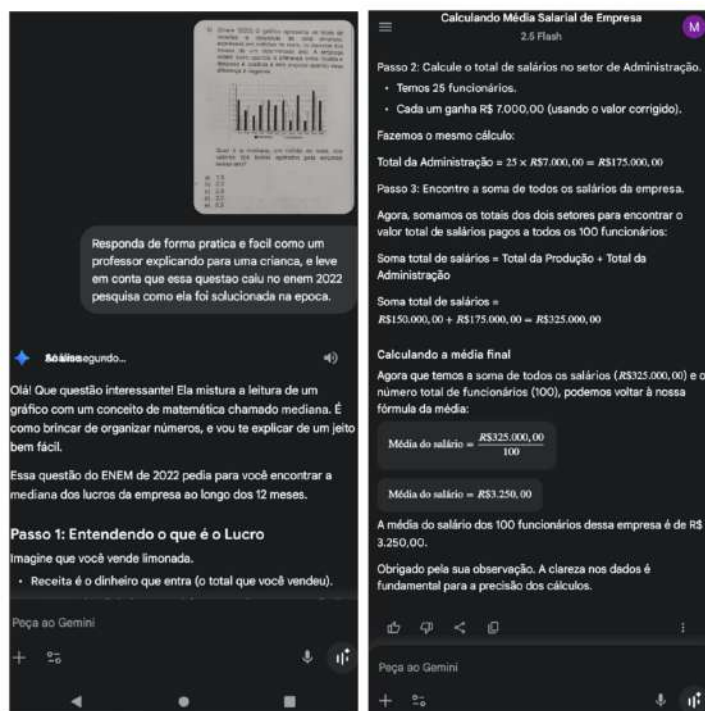
Esse *prompt* evidenciou três avanços essenciais: (1) o aluno passou a expor seu raciocínio passo a passo, permitindo que a IA analisasse sua lógica antes de apresentar a solução; (2) o aluno passou a solicitar validação do seu processo, e não apenas a resposta final; (3) o comando tornou-se mais específico e contextualizado, o que resultou em respostas mais completas e precisas por parte da IA. A estruturação desse comando revelou um nível de sofisticação superior ao do início das oficinas, caracterizou-se o que se denomina

na literatura como ‘aprendizagem ativa’. Ao solicitar que a IA valide seu raciocínio prévio antes de fornecer a solução, o discente subverte a lógica tradicional de busca apenas pelo gabarito. Ele utilizou a ferramenta para testar hipóteses e verificar a coerência de sua leitura geométrica (ângulos e distâncias dos pontos Q). Essa postura investigativa demonstrou que as oficinas alcançaram o objetivo de transformar a IA em um “interlocutor socrático”, estimulando o aluno a articular seu pensamento e submetê-lo à crítica, em vez de apenas consumir uma resposta pronta. Esse tipo de interação demonstrou a maturidade no uso da tecnologia e desenvolvimento de habilidades de argumentação por parte dos alunos participantes.

4.1.2 A IA como Ferramenta de Tutoria

No que tange aos benefícios observados, destacou-se a função da IA como uma ferramenta de tutoramento, capaz de explicitar o raciocínio matemático por trás da resposta final. Essa característica ficou evidente na resolução de questões de Estatística, especificamente no cálculo da mediana, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Imagem de resolução passo a passo do Gemini.



Fonte: Autoria própria.

Diferentemente do que se possa presumir sobre as respostas da IA frequentemente associadas à entrega mecânica e imediata do gabarito, observou-se nesta pesquisa que a ferramenta demonstrou capacidade de detalhar o processo construtivo da solução. Notou-se que, ao invés de apresentar apenas o valor final, a IA estrutura o raciocínio etapa por etapa.

Para a preparação do ENEM, esse comportamento é essencial, pois permite ao estudante visualizar a lógica matemática por trás da questão e compreender o método resolutivo. Dessa forma, a tecnologia ultrapassa a função de simples calculadora, atuando como um recurso de apoio que favorece a consolidação do aprendizado. Portanto, os resultados vão de acordo com os achados de Oliveira e Silva (2023), que identificam a IA generativa como tutor virtual capaz de fornecer explicações detalhadas. De forma semelhante, Moraes (2024) mostra que a IA favorece a compreensão de temas matemáticos ao explicitar raciocínios, o que também se observou nesta intervenção.

Contudo, embora a ferramenta tenha demonstrado muita qualidade no processamento lógico e textual, a pesquisa identificou limitações significativas em sua capacidade de interpretação de imagens e gráficos. Observou-se que, em situações envolvendo tabelas ou quadros estruturados, a IA encontrou dificuldades para segmentar e extrair os dados corretamente, mesmo quando a imagem enviada possuía alta nitidez. A dificuldade do *Gemini* na leitura de imagens corrobora as reflexões de Vicari (2024), que ressalta que sistemas de IA apresentam limitações estruturais especialmente quando lidam com dados não textuais. A Figura 5 ilustra um desses episódios. Nela, o aluno observou que o modelo não conseguiu interpretar a questão corretamente, gerando uma resposta incoerente com o enunciado. Pode-se observar isso através do *prompt* mostrado nas figuras 4.

Figura 5 – Falha da IA na interpretação da questão.



Fonte: Autoria própria.

Diante dessa barreira técnica, destacou-se a postura crítica dos estudantes. Ao perceberem a falha, eles não se limitaram a apontar o erro, mas formularam hipóteses para solucioná-lo. O próprio aluno diagnosticou o problema, afirmando que foi um '*erro devido a má leitura dos quadros, mas recomendo usar digitalizador invés de fotos*' (ESTUDANTE A02). A observação do estudante revelou um letramento digital em desenvolvimento, alinhado à Competência Geral 5 da BNCC, que preconiza não apenas o consumo, mas a compreensão crítica e a resolução de problemas por meio das tecnologias digitais (BRASIL,

2018). Essa atitude demonstra que o uso da IA nas oficinas mobilizou saberes para a resolução de problemas, atendendo ao que a BNCC propõe sobre exercitar a curiosidade intelectual para investigar causas e elaborar hipóteses (BRASIL, 2018). Nesse contexto, o aluno entende que precisa 'ajudar' a ferramenta a enxergar melhor para obter o resultado desejado.

4.1.3 Discussão Final e Fechamento das Oficinas

Ao final de cada encontro, era realizada uma discussão coletiva envolvendo: erros mais frequentes; diferenças entre os métodos apresentados; pontos em que a IA auxiliou; situações em que a IA errou; dificuldades de interpretação; percepções dos alunos sobre a experiência. Esse momento era fundamental para consolidar o aprendizado e aprofundar a compreensão dos estudantes sobre o uso pedagógico da IA. Além disso, ouvir o *feedback* e as sensações dos alunos sobre essa interação foi essencial. Mais do que apenas corrigir exercícios, esse fechamento servia para 'amarrar' o aprendizado, garantindo que os estudantes saíssem com uma visão madura e realista sobre como integrar a IA em seus processos de estudo, percebendo a ferramenta como um apoio, e não como uma substituta do pensamento.

4.2 ANÁLISE QUANTITATIVA

4.2.1 Perfil dos Estudantes Participantes

Esta seção apresenta a caracterização quantitativa dos 10 estudantes participantes das oficinas realizadas com apoio da Inteligência Artificial do Google (*Gemini*). O propósito dessa etapa inicial foi delinear, de maneira objetiva, o perfil básico da turma antes das intervenções pedagógicas, permitindo compreender quem eram os alunos envolvidos no processo formativo e quais condições apresentavam no momento em que a proposta foi implementada. A descrição quantitativa dos participantes funciona como um ponto de partida essencial, pois fornece elementos que ajudam a contextualizar os resultados obtidos posteriormente, especialmente no que diz respeito às percepções dos estudantes sobre o uso da IA, ao impacto das oficinas em sua rotina de estudos e à possível influência dessas atividades no desempenho durante o ENEM. Ao estabelecer esse panorama inicial, tornou-se possível interpretar os dados subsequentes de modo mais consistente, reconhecendo que as respostas e avaliações dos alunos estão diretamente relacionadas às características do grupo analisado e às experiências individuais que cada participante traz consigo.

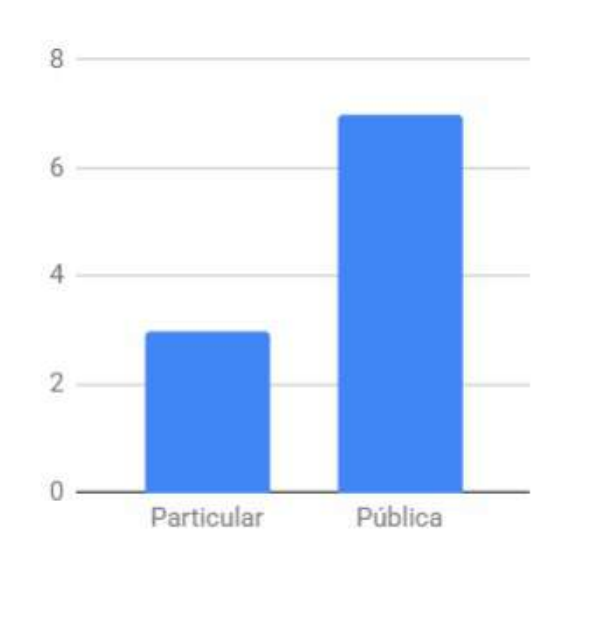
4.2.2 Idade dos Participante

Os estudantes possuíam idades entre 16 e 19 anos. Observou-se que a maior concentração encontra-se nas faixas de 17 anos (3 estudantes) e 18 anos (4 estudantes),

representando a maioria da amostra. Os demais participantes possuem 16 anos (2 estudantes) e 19 anos (1 estudante). Esses dados revelaram um grupo etário compatível com o perfil esperado de concluintes do Ensino Médio e indicam relativa homogeneidade quanto ao nível de maturidade escolar, favorecendo o desenvolvimento uniforme das oficinas com foco no ENEM. Essa amostra era composta por 5 estudantes do gênero feminino e 5 do gênero masculino, representando uma distribuição equilibrada entre os participantes. Essa divisão contribuiu para análises imparciais no que se refere às percepções sobre matemática e uso de tecnologias digitais, reduzindo vieses de interpretação associados ao gênero.

A Figura 6 mostra que 7 estudantes cursaram a maior parte do Ensino Fundamental em escolas públicas, enquanto 3 estudantes o realizaram em escolas particulares. A predominância de participantes provenientes da rede pública foi consistente com o perfil social típico de muitas turmas do Ensino Médio que realizam o ENEM e estão matriculadas em instituições de ensino públicas. Esse dado reforça a relevância de metodologias inovadoras, como o uso de IA generativa, para ampliar oportunidades de aprendizagem e reduzir desigualdades tecnológicas.

Figura 6 – Tipo de Escola Frequentada no Ensino Fundamental.



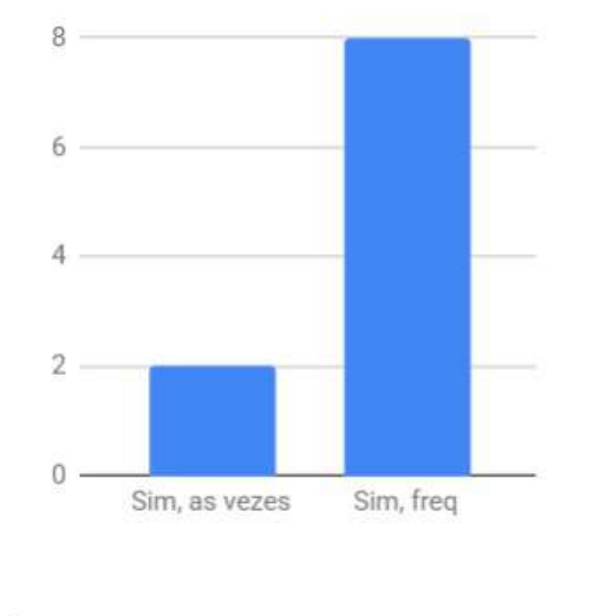
Fonte: Autoria própria.

Dentre os participantes observou-se que dos 10 participantes 9 estudantes não trabalhavam e apenas 1 estudante declarou exercer atividade laboral. A baixa incidência de estudantes trabalhadores sugere que a maior parte da turma dispõe de mais tempo para atividades escolares e estudos preparatórios, o que pode influenciar positivamente o aproveitamento das oficinas. Por outro lado, a presença de um estudante que trabalha reforça a importância de ferramentas como a IA, que podem auxiliar na otimização do tempo de estudo.

Em relação às expectativas acadêmicas futuras, todos os estudantes afirmaram ter a intenção de cursar o ensino superior. Esse resultado revela um grupo aparentemente motivado em relação à continuidade dos estudos e alinhado aos objetivos do ENEM como principal porta de entrada para universidades públicas e privadas. A unanimidade das respostas pode indicar que os participantes reconhecem a importância da formação acadêmica para suas trajetórias profissionais e pessoais. Tal característica reforçou a relevância das oficinas desenvolvidas, visto que o domínio de competências matemáticas exigidas pelo exame é fundamental para o ingresso no ensino superior. Além disso, demonstrou a possibilidade de que os estudantes percebessem o ENEM como etapa central em seus projetos de vida, o que favoreceu o maior engajamento nas atividades propostas ao longo da intervenção.

Sobre a frequência de uso da internet observou-se que a maior parte dos estudantes (70%), utiliza a internet para estudar diariamente. Os demais relataram fazer uso algumas vezes por semana. Esse alto índice de conectividade voltada aos estudos é um dado promissor para a pesquisa, pois indica que os participantes já possuem o hábito consolidado de buscar conhecimento no ambiente digital. Essa familiaridade prévia tende a reduzir a curva de aprendizado técnica e facilitar a introdução de novas ferramentas, como a Inteligência Artificial, no processo pedagógico. Ao considerar que a Inteligência Artificial Generativa é a ferramenta central da intervenção pedagógica, investigou-se o nível de familiaridade prévia dos estudantes com tecnologias como ChatGPT e Gemini. Os resultados obtidos estão ilustrados na Figura 7.

Figura 7 – Uso prévio de ferramentas de Inteligência Artificial.



Fonte: Autoria própria.

Analizando a Figura 7 notou-se que a IA já era uma realidade consolidada na rotina de estudos desta turma. A maioria, correspondendo a 80% dos participantes (8 estudantes), afirmou utilizar ferramentas de IA "com frequência". Os demais 20% (2 estudantes) relataram utilizar "algumas vezes". Esse alto índice de familiaridade foi um dado relevante, pois indicou que não há tantas barreiras tecnológicas de entrada. Diferente de um cenário onde seria necessário ensinar o "básico" da ferramenta, o foco das oficinas pôde ser direcionado para o uso estratégico e crítico da IA especificamente para a resolução de problemas matemáticos do ENEM, aproveitando que os estudantes já dominavam teoricamente o manuseio da tecnologia.

Na intenção de compreender sobre o interesse dos estudantes na disciplina de Matemática, buscou-se mensurar o nível de afinidade dos alunos com a matemática e identificou-se numa escala de 1 a 5 que havia um cenário desafiador em relação à motivação dos estudantes. Observou-se que a maioria da turma manifesta baixo interesse pela disciplina. Especificamente, 30% (3 alunos) assinalaram o nível 1 (Nenhum interesse) e outros 30% (3 alunos) marcaram o nível 2. Somados, 60% dos participantes demonstram desinteresse ou baixa afinidade com a Matemática. O nível intermediário (3) foi a escolha de 30% (3 alunos), enquanto apenas 10% (1 aluno) indicou ter um interesse maior (nível 4). Nenhum participante selecionou o nível máximo (5). Esses dados evidenciaram um distanciamento dos estudantes em relação a esse componente curricular, reforçando a importância de intervenções pedagógicas inovadoras, como o uso de Inteligência Artificial, para tentar reverter esse quadro e engajar os alunos.

4.3 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES PÓS-OFICINA

Nesta seção, serão apresentados e problematizados os dados do segundo questionário, aplicado após a finalização das cinco oficinas e depois que os alunos realizaram a prova do ENEM. Diferentemente do primeiro instrumento, que buscava mapear o perfil inicial da turma e suas percepções sobre o uso da inteligência artificial antes das intervenções pedagógicas, este segundo questionário foi construído com o propósito de compreender se as atividades desenvolvidas durante as oficinas produziram algum impacto concreto na vida acadêmica dos estudantes. A intenção foi identificar se os encontros contribuíram para modificar hábitos de estudo, ampliar a segurança na resolução de questões matemáticas, oferecer novas estratégias de aprendizagem e, sobretudo, verificar se os alunos perceberam alguma melhoria em seu desempenho no ENEM após a experiência com a IA.

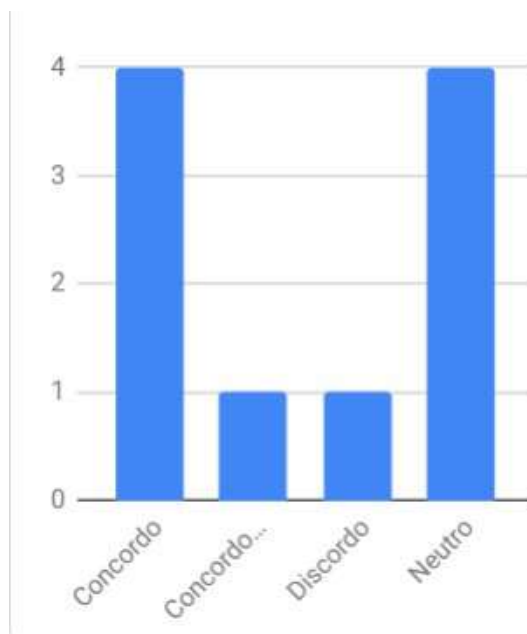
Dessa forma, buscou-se analisar não apenas a opinião dos participantes sobre as oficinas, mas também o grau de influência que essas atividades exerceram na preparação individual de cada um, seja no entendimento de conteúdos recorrentes no exame, na organização do tempo de estudo, na capacidade de resolver problemas com mais autonomia,

ou até mesmo no aumento da motivação para enfrentar a prova. Assim, ao explorar as respostas apresentadas neste questionário, procurou-se compreender em que medida essas intervenções pedagógicas, baseadas no uso da inteligência artificial, efetivamente contribuíram para o desenvolvimento acadêmico dos alunos e para o fortalecimento de sua relação com a aprendizagem matemática em um contexto tão significativo quanto o ENEM.

A análise do erro é uma etapa fundamental no processo de ensino-aprendizagem da matemática. Historicamente, o erro é visto por muitos estudantes como fonte de punição ou fracasso, quando, na perspectiva pedagógica, deveria ser encarado como um instrumento de diagnóstico e construção do conhecimento. No entanto, em turmas numerosas, torna-se um desafio para o docente oferecer um *feedback* individualizado e imediato que permita ao aluno compreender exatamente em qual etapa do raciocínio lógico ocorreu o equívoco.

Nesse contexto, a utilização de ferramentas de Inteligência Artificial foi a proposta desta pesquisa como uma alternativa para oferecer esse suporte instantâneo. A intenção era verificar se o *chatbot* conseguiria atuar como um tutor, detalhando as falhas e transformando o erro em uma oportunidade de aprendizado. Para mensurar essa eficácia, os participantes foram convidados a avaliar a afirmação: "A IA ajudou a entender onde eu errei na resolução". Os dados obtidos revelaram o cenário exposto na Figura 8 a seguir.

Figura 8 – Percepção sobre o auxílio da IA na identificação de erros



Fonte: Autoria própria.

Ao analisar a Figura 8 notou-se que 50% dos participantes avaliaram positivamente o auxílio da ferramenta. Observou-se ainda uma parcela expressiva de 40% (4 alunos) que se mantiveram neutros em relação a essa afirmação, e apenas 10% (1 aluno) discordaram.

Esses resultados mostraram que metade da turma conseguiu utilizar a IA efetivamente para corrigir seus raciocínios e superar suas dificuldades. No entanto, a taxa de neutralidade (40%) sugere que o sucesso nessa etapa depende significativamente da qualidade da interação, ou seja, para que a IA aponte o erro com precisão, o aluno precisa fornecer o contexto adequado no *prompt*. Isso reforça que a ferramenta não age sozinha, mas exige que o estudante desenvolva a habilidade de questionar corretamente para extrair o melhor potencial didático da tecnologia.

A comunicação didática é um dos pilares do ensino de Matemática, e essa dimensão aparece de forma central na obra de Machado (2011), que defende a indissociabilidade entre a Matemática e a língua materna. Para o autor, o excesso de simbolização, quando não acompanhado de explicações discursivas, dificulta a construção de significados, pois a compreensão matemática depende diretamente da qualidade do texto explicativo. Assim, dificuldades de aprendizagem muitas vezes são, antes de tudo, dificuldades de leitura e interpretação do discurso matemático. Na prática docente tradicional, o professor percebe quando o estudante não compreende um conceito e reformula a explicação, ajustando a linguagem e o nível de detalhamento.

Com a introdução de um *Large Language Model* (LLM), como o Gemini, surge a inquietação sobre a capacidade da ferramenta em oferecer explicações realmente acessíveis aos alunos do ensino médio, evitando termos excessivamente técnicos ou resoluções diretas sem mediação pedagógica. Para explorar essa questão, os participantes avaliaram a afirmação “As explicações da IA foram claras”. Os resultados revelaram um cenário heterogêneo: apenas cerca de 30% consideraram as explicações claras; 40% (4 alunos) permaneceram neutros; e 30% (3 alunos) discordaram, indicando falta de clareza nas respostas recebidas. Esse descoberta evidencia que o uso da Inteligência Artificial Generativa não garante, por si só, o entendimento imediato. A soma entre neutralidade e discordância (70% da turma) mostra que, sem orientação adequada, as devolutivas da IA podem ser complexas ou superficiais. Isso reforça a necessidade do letramento digital matemático como condição essencial: o aluno precisa aprender a formular pedidos, estruturar dúvidas e “dialogar” com a máquina para obter explicações claras e pedagogicamente úteis.

Durante as oficinas, um dos pontos mais observado foi se os alunos se sentiriam mais seguros ao ter a IA como apoio. Pois é notável que, na prática de sala de aula, muitos estudantes travam ou desistem de resolver um problema muitas vezes por medo de errar ou por não saberem nem por onde começar. A intenção desta pergunta foi verificar se o uso do Gemini ajudou a diminuir essa insegurança. Para isso, os alunos avaliaram a afirmação: "Senti mais confiança para resolver questões de matemática depois de usar a IA nas oficinas".

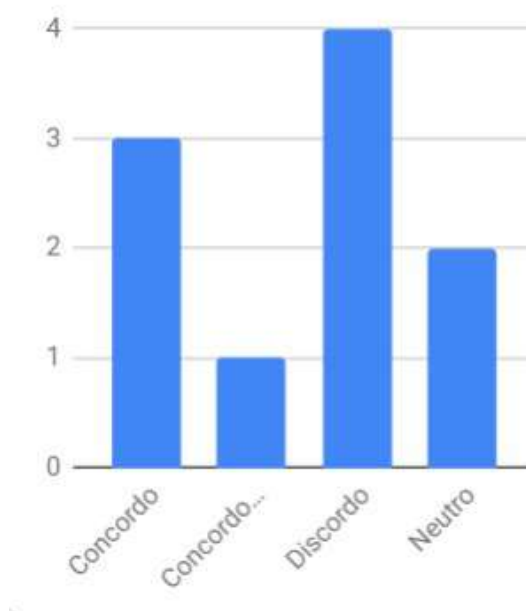
Neste sentido, percebeu-se um resultado positivo, pois 60% dos alunos concordaram que se sentiram mais confiantes. Esse dado é relevante para a pesquisa, pois sugere que

a ferramenta serviu como um suporte seguro para a maioria da turma. O fato de ter “alguém” ou algo para consultar a qualquer momento parece ter encorajado esses alunos a tentarem resolver as questões. Por outro lado, é importante notar que 20% ficaram neutros e 20% discordaram. Isso mostrou que a IA não é uma solução mágica para todos. Pois, para esses alunos, a dificuldade com a Matemática ou, talvez, a falta de familiaridade com a tecnologia acabou influenciando mais, impedindo que a confiança aumentasse de imediato. Isso corrobora a percepção de que a tecnologia ajuda, mas o papel do professor continua sendo essencial para alcançar todos os estudantes.

4.3.1 Diversificação de Estratégias de Resolução

Um dos grandes trunfos para o estudante que se prepara para o ENEM é a flexibilidade, ou seja, se houver bloqueio em um caminho de resolução, é fundamental saber que existem outras formas de chegar à resposta. No ensino tradicional, devido ao tempo limitado, muitas vezes o foco recai sobre um único método. Nesse sentido, buscou-se investigar se o uso do Gemini conseguiu ampliar esse repertório, apresentando aos estudantes caminhos alternativos. A afirmação avaliada foi: “A IA me ajudou a pensar em diferentes maneiras de resolver um mesmo problema”.

Figura 9 – Percepção sobre novas formas de resolução.



Fonte: Autoria Própria.

Os resultados apresentados na Figura 9 revelaram que a turma ficou dividida. Houve 40% de avaliações positivas, contudo, uma parcela idêntica de 40% (4 alunos) marcou “Discordo”, enquanto 20% mantiveram-se neutros. Esse “empate técnico” trouxe uma reflexão pedagógica importante. Para os 40% que concordaram, a ferramenta funcionou

como um ampliador de horizontes, sugerindo lógicas diferentes que talvez não fossem percebidas individualmente.

A diversificação das estratégias de resolução observada por parte dos estudantes se alinha à concepção de D'Ambrosio (2001), para quem a matemática é uma atividade humana plural, permitindo múltiplos caminhos de abordagem. Nesse sentido, a IA pode ampliar repertórios quando utilizada com *prompts* adequados. Por outro lado, o índice de 40% de discordância sugeriu que, para muitos, a IA entregou apenas a resolução padrão. Isso ocorre porque a Inteligência Artificial é reativa, ou seja, se o comando do aluno não solicitar explicitamente “outra forma de resolver”, a tendência é que a ferramenta forneça a resposta mais comum. Esse dado fortaleceu a ideia de que o acesso à tecnologia, por si só, não garante a diversificação do aprendizado, ou seja, é necessário desenvolver no estudante a iniciativa de questionar a máquina.

Nessa perspectiva, tornou-se relevante investigar se o uso da IA contribuiu para fortalecer a autonomia dos alunos, especialmente no que diz respeito à capacidade de estudar de forma independente. Assim, para verificar se as oficinas despertaram esse sentimento de independência, os alunos avaliaram a afirmação: “Senti que tive mais autonomia e controle sobre meu próprio aprendizado ao usar a IA”. O resultado que mais se destacou após essa pergunta foi a indecisão da maioria. Pois, observou-se que 60% dos alunos (6 participantes) marcaram a opção “Neutro”. Os outros 40% se dividiram igualmente, sendo que 2 alunos concordaram que tiveram mais autonomia e 2 discordaram. Esse alto índice de neutralidade é interessante. Ele sugere que, para a maioria dos estudantes, a sensação de “controlar o próprio aprendizado” ainda não é clara. Isso é compreensível, pois como provavelmente eles estão acostumados ao modelo tradicional de ensino, onde o professor guia cada passo. Usar a IA para estudar sozinho é uma mudança de hábito grande, é possível que a quantidade de oficinas não tenha sido suficiente para que eles se sentissem totalmente seguros para “andar com as próprias pernas”. O dado mostrou que a autonomia é um processo que leva tempo para ser construído, e a ferramenta é apenas o primeiro passo.

Partindo dessa reflexão sobre autonomia, fez-se pertinente analisar outro aspecto emocional envolvido na aprendizagem matemática que é a ansiedade em relação à matemática. Esse problema é um fenômeno persistente e, em muitos casos, profundamente enraizado na trajetória escolar do aluno, o que dificulta mudanças rápidas. Assim, a investigação buscou compreender não apenas a experiência imediata nas oficinas, mas também as expectativas dos estudantes para o futuro. Com esse propósito, foi analisada a seguinte afirmação: “Acredito que usar a IA pode diminuir minha ansiedade em relação à matemática.”

Ao projetar a percepção dos estudantes sobre o impacto futuro da IA em sua relação com a matemática, surgiu um cenário marcado por opiniões bastante distintas.

As respostas revelaram uma divisão clara entre aqueles que acreditam no potencial da ferramenta para reduzir a ansiedade e aqueles que permanecem céticos quanto a essa possibilidade. Para o grupo que demonstrou confiança, a IA parece ter funcionado como um apoio emocional imediato, oferecendo segurança e ajudando a aliviar a tensão diante dos conteúdos. Por outro lado, uma parcela significativa dos estudantes não acredita que a tecnologia, por si só, seja capaz de diminuir o medo relacionado à matemática. Essa descrença pode estar relacionada a experiências anteriores de dificuldade na disciplina, ao receio persistente de errar ou mesmo a eventuais respostas equivocadas da ferramenta, que podem ter produzido frustração. Além disso, a ansiedade matemática geralmente é construída ao longo de muitos anos, o que torna improvável que seja superada em um curto período.

Portanto, os dados sugerem que o uso da IA pode colaborar para o bem-estar emocional de alguns estudantes, mas não substitui o acompanhamento pedagógico contínuo. A tecnologia funciona como um recurso de apoio, enquanto o enfrentamento da ansiedade exige tempo, orientação humana e práticas pedagógicas sensíveis às necessidades individuais dos alunos.

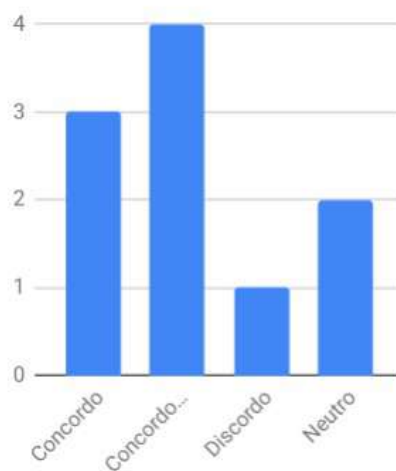
Nesse sentido, passou-se também a avaliar não apenas os efeitos emocionais do uso da IA, mas a própria eficácia da metodologia adotada durante as oficinas. Reconhece-se que não basta introduzir tecnologia em sala de aula; é necessário definir como ela será utilizada. Por essa razão, a proposta pedagógica desta pesquisa foi estruturada de forma clara: o aluno deveria primeiro tentar resolver a questão sozinho, mobilizando seu raciocínio, e somente depois recorrer ao Gemini para corrigir ou esclarecer dúvidas. Essa estratégia buscou evitar que a IA se transformasse em uma simples “máquina de dar respostas”, estimulando o esforço cognitivo antes da intervenção da ferramenta.

Para verificar se essa dinâmica funcionou na prática, os estudantes avaliaram a afirmação: “A metodologia de tentar resolver primeiro sozinho e depois com a IA foi eficaz para o meu aprendizado”. Nos dados obtidos observou-se uma boa aprovação do método. Ao todo, 70% dos participantes avaliaram a estratégia positivamente. Os outros 30% mantiveram-se neutros, e não houve discordância. Esse resultado constitui um dos pontos mais relevantes da pesquisa, pois a ausência de avaliações negativas sugere que a estrutura da oficina foi bem recebida por todos. Mesmo aqueles que enfrentaram dificuldades com a ansiedade ou com o uso da tecnologia (conforme os dados anteriores) reconheceram que a lógica de “esforço individual seguido de suporte da IA” representa um caminho válido. Isso reforça a compreensão de que a IA apresenta maior potencial pedagógico quando atua como mecanismo de *feedback* e não como substituta do pensamento do aluno.

4.3.2 Intenção de Uso Futuro para o ENEM

O objetivo final desta intervenção não foi apenas realizar uma atividade pontual, mas sim apresentar aos estudantes uma ferramenta que pudesse acompanhá-los durante toda a preparação para o ENEM. A ideia era que, ao sair da oficina, eles levassem o Gemini "no bolso" como um recurso de estudo contínuo. Para verificar se essa adesão ocorreu, os participantes responderam à afirmação: "Pretendo continuar usando ferramentas de IA para estudar matemática para o ENEM".

Figura 10 – Intenção de continuidade no uso da IA.



Fonte: Autoria própria.

Ao analisar os dados da Figura 10, verificou-se uma forte aceitação dos alunos em relação à tecnologia. Do total de participantes, 70% manifestaram intenção clara de continuar utilizando a IA em sua rotina de estudos, indicando que a ferramenta se consolidou como um recurso útil no processo de aprendizagem. Dentro desse grupo, 40% dos estudantes expressaram apoio à afirmação, evidenciando entusiasmo e segurança no uso da tecnologia, enquanto 30% demonstraram concordância moderada, revelando uma percepção positiva, ainda que menos enfática. Em contraste, 20% dos participantes adotaram uma postura neutra, sugerindo que ainda não formaram uma opinião definitiva sobre a utilidade da IA no futuro. Apenas um estudante (10%) rejeitou a ideia de manter a ferramenta em seus estudos, posicionamento isolado diante do conjunto de respostas.

Como um todo, o resultado foi favorável, pois a maioria da turma superou a resistência inicial e passou a enxergar o Gemini como um apoio legítimo em sua preparação para o ENEM. A baixa incidência de rejeição reforça que a ferramenta se mostrou acessível e pertinente para quase todos os alunos, corroborando a sua inclusão no processo ensino-aprendizagem.

A partir desse cenário positivo de aceitação, tornou-se relevante investigar não apenas o uso da tecnologia como apoio cognitivo e emocional, mas também seu impacto

na formação de habilidades digitais. Assim, avançou-se para a análise do desenvolvimento do letramento digital, aspecto considerado secundário no início da pesquisa, mas que se revelou essencial para o uso qualificado da IA. A utilização produtiva desse tipo de ferramenta requer que o estudante saiba formular perguntas claras, específicas e bem estruturadas, prática conhecida como engenharia de *prompts*. Para mensurar se houve evolução nessa competência, os participantes avaliaram a afirmação: “Sinto que sei escrever *prompts* melhores do que antes das oficinas.” Os dados observados indicaram um resultado interessante, pois 90% dos estudantes afirmaram ter aprimorado sua capacidade de interação com a ferramenta. Desses, a maioria (60% ou 6 alunos) assinalou concordância máxima, enquanto 30% (3 alunos) demonstraram concordância moderada. Apenas 10% (1 aluno) manteve-se neutro, e não houve qualquer discordância.

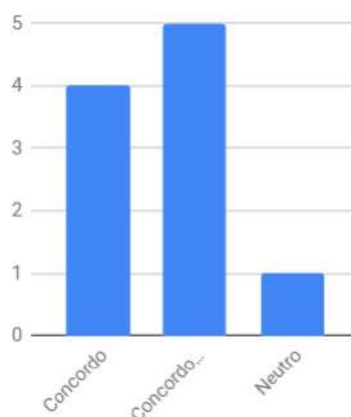
Esse quase consenso sugere que a intervenção foi eficaz nesse aspecto. Independentemente de terem ou não reduzido sua ansiedade matemática (como analisado anteriormente), praticamente todos os estudantes concluíram as oficinas com maior capacidade de “dialogar” com a tecnologia. Esse aprendizado não apenas fortalece a autonomia no estudo de matemática, mas também constitui um avanço significativo para o uso crítico e consciente de ferramentas de IA ao longo de sua trajetória acadêmica e profissional.

4.3.3 Identificação de Erros da IA

Um dos maiores receios de professores e escolas sobre o uso de IA é que os alunos parem de pensar por si só e apenas copiem as respostas. E esse medo faz todo sentido, porque ferramentas como o Gemini e o ChatGPT, principalmente nas versões gratuitas que usamos, não são perfeitas. Elas podem inventar informações ou errar contas matemáticas, o que chamamos de “alucinações”. A resposta vem escrita de forma bonita e convincente, mas o conteúdo pode estar errado. Por isso, durante as oficinas, um ponto central foi observar se os alunos iriam perceber essas falhas ou se aceitariam tudo como verdade. A última pergunta desta seção abordou exatamente isso: “Eu detectei erros/alucinações da IA e consegui corrigi-los”.

Ao investigar os dados da Figura 11, constatou-se um resultado que, à primeira vista, poderia ser interpretado como negativo. No entanto, trata-se de um achado extremamente promissor e possivelmente um dos mais relevantes para sustentar o uso dessa tecnologia no ambiente escolar. Ao todo, 90% dos estudantes afirmaram ter identificado erros na ferramenta (5 marcaram concordância máxima e 4 concordância moderada). Apenas um aluno manteve-se neutro, e não houve discordância. Esse dado revela um aspecto pedagógico essencial: a IA não substitui o raciocínio humano. Pelo contrário, para reconhecer uma resposta equivocada da ferramenta, o aluno precisa estar atento, mobilizar conhecimentos prévios e compreender minimamente o conteúdo. Caso contrário, aceitaria a resposta incorreta sem questionamento.

Figura 11 – Capacidade de identificar e corrigir erros da IA.



Fonte: Autoria própria.

A identificação dessas falhas evidencia que os estudantes não assumiram uma postura passiva diante da tecnologia, mas atuaram como leitores críticos do material produzido pela IA. Esse comportamento reforça, de maneira significativa, a centralidade do trabalho docente. Embora a tecnologia seja poderosa, ela não é infalível. Assim, o papel do professor se configura em mais do que transmitir conteúdo, torna-se fundamental ensinar o estudante a revisar, conferir, questionar e validar as respostas fornecidas pela IA. Nesse sentido, a postura crítica dos estudantes ao identificar limitações da IA vai de acordo com a noção de Borba (2005) de que as tecnologias não atuam isoladamente: aprendemos em coletivos seres-humanos-com-mídias. Essa percepção estimula o pensamento crítico e a autonomia intelectual, competências essenciais tanto no estudo da matemática quanto no uso responsável de tecnologias digitais.

Nesse contexto, as falhas da IA assumiram um caráter formativo. Elas estimularam a atenção dos alunos, fomentaram discussões produtivas e demonstraram, na prática, que o bom uso da tecnologia depende da participação ativa do estudante. Em última instância, o resultado indica que a máquina não “pensa” sozinha e que o aprendizado continua sendo um processo essencialmente humano, mediado pelo professor e sustentado pelo raciocínio do próprio aluno.

4.4 AVALIAÇÃO COMPARATIVA ANTES E APÓS AS OFICINAS

A análise comparativa entre os dados coletados antes e depois das oficinas permitiu identificar algumas tendências relevantes no modo como os estudantes passaram a se relacionar tanto com a matemática quanto com o uso da Inteligência Artificial. Embora se trate de uma amostra reduzida, os resultados fornecem indícios importantes para compreender a realidade pedagógica da intervenção. Antes das oficinas, observou-se que a

maioria dos participantes possuía um contato restrito com ferramentas de IA no contexto escolar, utilizando-as principalmente para obter respostas prontas, sem explorar recursos explicativos ou estratégias que favorecessem a aprendizagem ativa. Esse cenário inicial sugeria um letramento digital ainda incipiente no que diz respeito ao uso crítico e orientado da tecnologia, como podemos ver no comentário abaixo feito por um aluno.

Estudante A03: “Quando eu usava IA, era mais para conferir o resultado. Não sabia que dava para pedir uma explicação mais detalhada.”

Após a intervenção, os dados apontaram para avanços perceptíveis. Um dos resultados mais interessantes apareceu na autopercepção dos estudantes sobre sua capacidade de elaborar *prompts* mais precisos. A grande maioria declarou ter desenvolvido essa habilidade, o que indica que as oficinas contribuíram para um uso mais consciente e produtivo da IA. Esse progresso não apenas ampliou a autonomia dos alunos na interação com a ferramenta, como também reforçou o entendimento de que a qualidade das respostas depende diretamente da clareza e da profundidade das perguntas formuladas. Outro aspecto que se destacou foi a mudança na postura diante dos erros produzidos pela IA. Um número significativo de estudantes afirmou ter identificado equívocos durante as atividades, o que sugere uma atitude mais cética e menos passiva. Tal comportamento é relevante, pois evidencia que os participantes permaneceram envolvidos cognitivamente com as tarefas e não assumiram a IA como uma autoridade infalível. Essa capacidade de revisão crítica é um componente essencial do uso pedagógico da tecnologia. Também se verificou uma intensificação da aceitação da IA como ferramenta de apoio. Embora alguns participantes tenham mantido avaliações neutras, a maioria demonstrou disposição em continuar utilizando a tecnologia nos estudos. Podemos perceber isso no comentário a seguir feito por um aluno.

Estudante A02: “Sim, nem sempre ela acerta. Porém, com o prompt adequado ela acerta com perfeição.”

O comentário acima indica que os estudantes passaram a reconhecer que a IA pode auxiliar o raciocínio matemático ao oferecer explicações e revisões, especialmente quando utilizada com comandos claros e bem estruturados. Esse entendimento reforça a importância do letramento digital e do uso orientado da tecnologia para fins educativos.

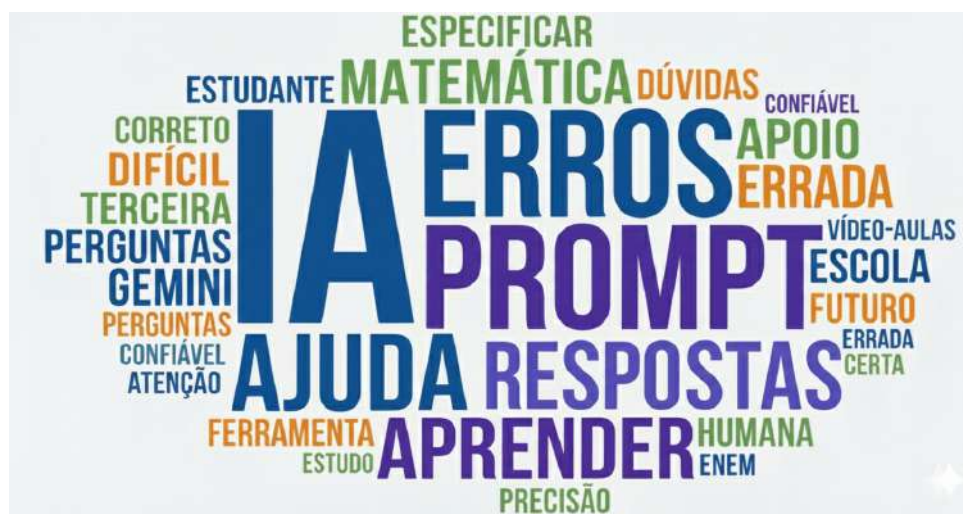
Ao longo dos diferentes indicadores analisados, destacou-se um aspecto essencial: os *feedbacks* e os resultados das oficinas sugerem que os estudantes passaram a compreender a IA não como um substituto do professor, mas como um recurso que acrescenta suporte ao processo de aprendizagem. Essa mudança de percepção dialoga diretamente com a metodologia adotada, na qual o aluno era orientado a tentar resolver cada questão antes de recorrer à tecnologia. Com isso, a IA passou a ser vista como um apoio complementar,

funcionando como um tutor auxiliar que esclarece dúvidas, detalha procedimentos e oferece caminhos possíveis, sem substituir o raciocínio próprio nem a mediação pedagógica. Esse entendimento aparece também nos relatos dos participantes, que reconheceram a utilidade da ferramenta justamente por ajudar a organizar o pensamento e tornar mais visíveis os passos de resolução. Um exemplo desse tipo de percepção pode ser observado no comentário do Estudante A04:

Estudante A04: “O Gemini conseguiu acertar e indicar quais conhecimentos era necessários para respondê-la, também explicou partes das contas que poderiam estar confusas em primeira análise, como por exemplo excluir o 1 que era desnecessário para a conta, também indicou formas mais rápidas de resolver a questão sem a necessidade de contas ou fórmulas.”

Além dos comentários, uma parte importante da pesquisa foi composta pelas respostas dos questionários abertos preenchidos pelos alunos. A partir desse material, foi elaborada uma nuvem de palavras contendo os termos que mais se repetiram nas respostas dos estudantes.

Figura 12 – Nuvem de palavras feita a partir das respostas dos estudantes.



Fonte: Autoria própria.

Ao observar a nuvem de palavras (Figura 12), é possível perceber quais termos os estudantes mais relacionaram ao uso da Inteligência Artificial nos estudos. Palavras como “IA”, “PROMPT”, “AJUDA”, “APRENDER” e “RESPOSTAS” aparecem com bastante destaque, mostrando que os alunos veem a IA como uma ferramenta que pode apoiar no aprendizado e ajudar nas atividades escolares. Ao mesmo tempo, aparecem palavras como “ERROS”, “ERRADA”, “DÚVIDAS” e “PRECISÃO”, o que indica que os estudantes ainda têm certa preocupação com informações incorretas que a IA pode gerar. Também surgem termos como “MATEMÁTICA”, “ESCOLA” e “ESTUDANTE”, reforçando o

ambiente onde essas tecnologias estão sendo usadas com mais frequência. De modo geral, essa nuvem de palavras mostra que os alunos reconhecem a importância da IA no estudo, mas também entendem que é preciso cuidado ao utilizar suas respostas, sempre conferindo se estão corretas. Assim, a ferramenta pode ser uma grande aliada, desde que usada com atenção.

Em síntese, apesar das limitações inerentes ao tamanho da amostra, a comparação entre os dados iniciais e finais sugere que as oficinas contribuíram para fortalecer o letramento digital, promover uma postura mais crítica diante da IA e consolidar a percepção da tecnologia como suporte, e não como substituto, no processo de aprendizagem matemática. Essa mudança de perspectiva representa um ponto interessante para refletir sobre futuras práticas pedagógicas envolvendo Inteligência Artificial.

4.5 LIMITAÇÕES NAS OFICINAS

Toda pesquisa realizada dentro de uma escola passa por situações que nem sempre seguem exatamente o que foi planejado, e isso ficou claro durante o desenvolvimento deste trabalho. As oficinas foram pensadas e planejadas com cuidado, porém, quando colocadas em prática, apareceram desafios que precisaram ser enfrentados e administrados ao longo do processo. Relatar essas limitações é fundamental para apresentar o contexto real em que o estudo ocorreu, mostrando as condições estruturais e organizacionais da escola e como elas influenciaram diretamente o andamento das atividades. Esses pontos ajudam não apenas a compreender o percurso da pesquisa, mas também a valorizar os resultados alcançados, mesmo diante dos obstáculos.

Desde o início, uma das questões que chamou atenção foi a quantidade de alunos participantes. A proposta inicial era contar com 15 estudantes do 3º ano do curso técnico em Mineração. Esse número foi pensado porque permitiria uma amostra maior e, ao mesmo tempo, viável para acompanhar o uso da ferramenta. Porém, como a participação dependia do interesse, disponibilidade e rotina de cada aluno, o grupo final ficou reduzido a 10 participantes. Em termos estatísticos, sabemos que uma amostra maior poderia trazer resultados mais abrangentes e variados. No entanto, mesmo com esse número reduzido, foi possível realizar todas as oficinas de forma satisfatória. Um aspecto positivo da amostra menor foi a possibilidade de acompanhar os estudantes mais de perto, observando suas dúvidas, dificuldades, formas de navegar pela ferramenta e até o ritmo de aprendizagem individual. Em uma turma cheia, detalhes como esses poderiam passar despercebidos, e a interação seria mais limitada.

A conectividade foi, sem dúvida, um dos desafios que mais interferiu nas atividades. Como o Gemini depende de acesso constante à internet, qualquer oscilação atrapalhava diretamente o andamento das oficinas. A rede da escola, que já costuma ser bastante

utilizada por vários setores ao mesmo tempo, apresentou instabilidades desde o primeiro dia. Em alguns momentos, a página demorava para carregar; em outros, simplesmente caía. Essa dificuldade afetava especialmente quando vários alunos tentavam acessar a ferramenta simultaneamente. Para evitar que as oficinas fossem interrompidas ou perdidas, foi necessário recorrer a uma solução improvisada: o compartilhamento da minha própria *internet* móvel (4G). Embora não fosse a condição ideal, isso garantiu que todos os estudantes pudessem participar e realizar as atividades planejadas. Essa situação revela como a infraestrutura tecnológica limitada ainda é um obstáculo no ambiente escolar, especialmente quando iniciativas inovadoras e que dependem do uso da tecnologia são propostas. Mesmo assim, as oficinas seguiram com adaptações e ajustes feitos na hora, de acordo com a necessidade.

Outra dificuldade que surgiu durante o processo das oficinas, foi relacionada ao acesso ao laboratório de matemática, local escolhido para realização das oficinas. O espaço permanece sempre trancado e somente os professores têm permissão para pegar a chave. Em determinados dias, localizar a pessoa responsável ou aguardar a liberação do espaço demorou mais do que o previsto. Esses minutos de atraso, que podem parecer pequenos, acabaram diminuindo o tempo disponível para o desenvolvimento de algumas atividades. Considerando que as oficinas tinham um tempo limitado para acontecer dentro do horário de aula, cada atraso interferia na dinâmica planejada. Apesar disso, foi possível contornar a situação, reorganizando o tempo e ajustando o ritmo das atividades conforme necessário. Esse detalhe evidencia também a importância da estrutura física no desenvolvimento de projetos pedagógicos que envolvem tecnologia.

Por fim, houve a questão dos equipamentos utilizados durante as oficinas. A ideia inicial era trabalhar com os computadores do Laboratório II. Essa escolha parecia ser a mais adequada, pois os computadores, em teoria, oferecem conforto visual e melhor organização dos materiais. No entanto, quando tentamos usar as máquinas, percebemos que elas eram lentas. Algumas demoravam longos minutos apenas para ligar; outras travavam ao tentar abrir páginas simples. Isso consumiria boa parte do tempo da aula e prejudicaria a continuidade do trabalho. Além disso, para registrar as respostas do Gemini, os alunos precisavam tirar capturas de tela, o que também seria mais complicado nos computadores. Diante dessa realidade, optamos por permitir que os estudantes utilizassem seus próprios celulares. A mudança foi simples, mas trouxe resultados muito positivos. Como eles já estão acostumados a usar seus aparelhos diariamente, o processo de digitação, navegação e captura de tela ficou muito mais rápido e natural. Isso tornou as oficinas mais dinâmicas, permitiu que os alunos avançassem no seu próprio ritmo e reduziu significativamente o tempo perdido com questões técnicas. Assim, mesmo com as limitações estruturais, conseguimos adaptar a metodologia e manter a qualidade das atividades.

De modo geral, os desafios enfrentados ao longo desta pesquisa no IFPB não

impediram a realização das oficinas, mas evidenciaram aspectos importantes da rotina institucional e das condições reais disponíveis para práticas pedagógicas que envolvem o uso de tecnologias digitais. As limitações observadas como o número reduzido de participantes, os problemas de conexão à internet, as questões de acesso aos espaços e as dificuldades com os equipamentos ajudam a compreender o contexto em que o estudo foi aplicado e reforçam a necessidade de ajustes para que atividades desse tipo possam ocorrer com maior fluidez. Ainda assim, as oficinas foram executadas de forma satisfatória, mostrando que, mesmo diante de obstáculos, é possível adaptar estratégias e encontrar soluções para garantir a continuidade do trabalho educativo.

Dessa forma, as experiências vividas durante essa presente pesquisa contribuem tanto para a reflexão sobre a infraestrutura existente quanto para o aperfeiçoamento de futuras ações que integrem tecnologia ao processo de ensino e aprendizagem de matemática bem como também de outras áreas da educação.

5 Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo analisar como o uso pedagógico de uma ferramenta de Inteligência Artificial Generativa em oficinas pode promover o letramento digital, o pensamento crítico e a aprendizagem de conteúdos matemáticos de alta incidência no ENEM. Para fundamentar esta análise, a pesquisa percorreu um caminho que se iniciou na revisão da literatura sobre o uso de tecnologias e IA na educação, culminando em uma aplicação prática com estudantes.

Ao longo da pesquisa, foi possível observar que, embora o grupo participante fosse reduzido, os resultados obtidos fornecem indícios importantes sobre o impacto pedagógico desse tipo de intervenção. As oficinas pedagógicas foram elaboradas com base na identificação prévia dos conteúdos de matemática com maior índice de incidência nas últimas edições do ENEM, garantindo que a sequência didática estivesse alinhada às reais necessidades dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio. Tais oficinas permitiram que os estudantes tivessem contato orientado com a IA, desenvolvendo não apenas habilidades técnicas de interação, mas também uma compreensão mais ampla sobre o papel da tecnologia no processo educativo.

Os dados analisados após a aplicação das oficinas com a turma participante mostraram que a IA generativa, quando utilizada com intencionalidade pedagógica, pode atuar como um apoio significativo na aprendizagem. A decisão metodológica de orientar o estudante a tentar resolver cada questão antes de consultar a IA revelou-se eficaz, pois estimulou o raciocínio próprio e a autonomia. Esse cuidado foi essencial para que os participantes não percebessem a IA como um simples atalho, mas como um tutor auxiliar capaz de detalhar procedimentos e auxiliar na revisão dos tópicos estudados.

Ao analisar as contribuições e os desafios da utilização da IA a partir das percepções coletadas nos questionários e na observação direta, percebeu-se que a compreensão da IA como recurso pedagógico tornou-se mais evidente. Assim como as videoaulas ou o Google, a IA insere-se em um conjunto de ferramentas com benefícios e limitações. Um dos principais desafios identificados foi a necessidade de manter uma postura atenta para evitar a terceirização do pensamento, garantindo que o uso responsável se sobreponha à dependência tecnológica.

Outro aspecto fundamental, diretamente ligado ao objetivo de observar a interação dos alunos com a metodologia, diz respeito ao desenvolvimento do letramento digital. Os estudantes relataram melhora significativa na elaboração de *prompts* e, principalmente, na identificação de erros nas respostas produzidas pela IA. Essa postura crítica é crucial no contexto do ENEM, no qual o estudante precisa avaliar proposições e identificar

inconsistências. Ao reconhecer que a IA pode falhar, os alunos fortalecem sua autonomia intelectual.

Em suma, a convergência entre a teoria revisada, o planejamento baseado na incidência de conteúdos e a prática realizada com o 3º ano permitiu identificar que a integração da IA generativa possui pode ser uma ferramenta muito promissora para melhorar o processo de ensino-aprendizagem em matemática, desde que mediada por objetivos claros.

Como possibilidade de trabalhos futuros, destaca-se que a proposta investigada pode ser ampliada para além da matemática. Estudos futuros com um número maior de participantes e períodos mais longos de intervenção poderão detalhar melhor as metodologias que fortalecem o caráter formativo da tecnologia, alinhando as práticas de ensino às demandas atuais da educação.

6 Referências

ABELIUK, A.; GUTIÉRREZ, C. **Historia y evolución de la inteligencia artificial**. Revista Bits de Ciência, 2021.

BORBA, Marcelo C.; VILLARREAL, Mónica E. **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization**. New York: Springer, 2005.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Exame Nacional do Ensino Médio: documento básico**. Brasília: INEP, 1998. Disponível em: <https://www.gov.br/inep> . Acesso em: 8 nov. 2025.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Matriz de competências e habilidades do ENEM**. Brasília: INEP, 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/inep> . Acesso em: 8 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **MEC abrirá consulta pública sobre IA na educação**. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2025/outubro/mec-abrira-consulta-publica-sobre-ia-na-educacao>. Acesso em: 20 nov. 2025

BRASIL. Ministério da Educação. **MEC abre consulta pública sobre uso responsável da Inteligência Artificial na educação**. Agência Gov, 08 out. 2025. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202510/mec-abrira-consulta-publica-sobre-ia-na-educacao> . Acesso em: 05 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Matriz de Referência de Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF: INEP, 2009.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA. **Notas Técnicas #21 Inteligência artificial na educação básica: novas aplicações e tendências para o futuro**. São Paulo: CIEB, 2024. E-book em PDF.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

INEP. **Microdados e relatórios técnicos do ENEM 2022**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inep> . Acesso em: 8 nov. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Resultados do SAEB 2023**. Brasília, DF: INEP, 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Sinopse estatística da educação básica 2023**: Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Brasília, DF: INEP, 2024.

KASNECI, E. et al. **ChatGPT for good? On the role of large language models in education**. Educational Technology Research and Development, v. 71, 2023.

MACHADO, Nilson José. **Matemática e língua materna**: análise de uma impregnação mútua. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2017

MARSURA, A. da Costa. **A estrutura de conhecimento avaliada pelo ENEM**. Itatiba: Universidade São Francisco, 2023. Disponível em: <https://www.usf.edu.br> . Acesso em: 8 nov. 2025.

MORAES, Romis de Sousa. **ChatGPT como um recurso no processo de ensino e aprendizagem da Matemática**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) — Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2024.

OLIVEIRA, Andrea Barros Carvalho de. **O ENEM como processo seletivo para o ensino superior**: algumas considerações sobre a democratização do acesso. Jornal de Políticas Educacionais, [S. l.], v. 10, n. 19, 2016.

OLIVEIRA, R. M.; SILVA, M. R., **O uso da inteligência artificial no ensino da matemática**. Caderno Intersaberes, Curitiba, v. 12, n. 44, p. 19–29, 2023.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

ECONÔMICO (OCDE). Generative AI in Education and Training: Policy Brief. Paris: OECD Publishing, 2023.

OUYANG, F.; JIAO, P. **Artificial intelligence in education**: the state-of-the-art. Computers and Education: Artificial Intelligence, v. 2, 2021.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PROJETO ÂGATHA. **Banco de Questões**: Matemática – Questões ENEM e Vestibular divididas por tema. Disponível em: <https://www.projetoagathaedu.com.br/banco-de-questoes/matematica.php> . Acesso em: 13 nov. 2025.

SILVA, Í. C.; PASTANA, C. O.; PEREIRA, A. M. J. S. **Aplicações da Matemática no Campo da Inteligência Artificial**: inovações e desafios para o ensino de Matemática. 2024.

SIQUEIRA, J. L.; WIZIACK, D. C.; ZANON, C. E. **Desafios da implementação da inteligência artificial na educação**. Revista Brasileira de Educação e Tecnologia, v. 15, n. 2, p. 75–92, 2022.

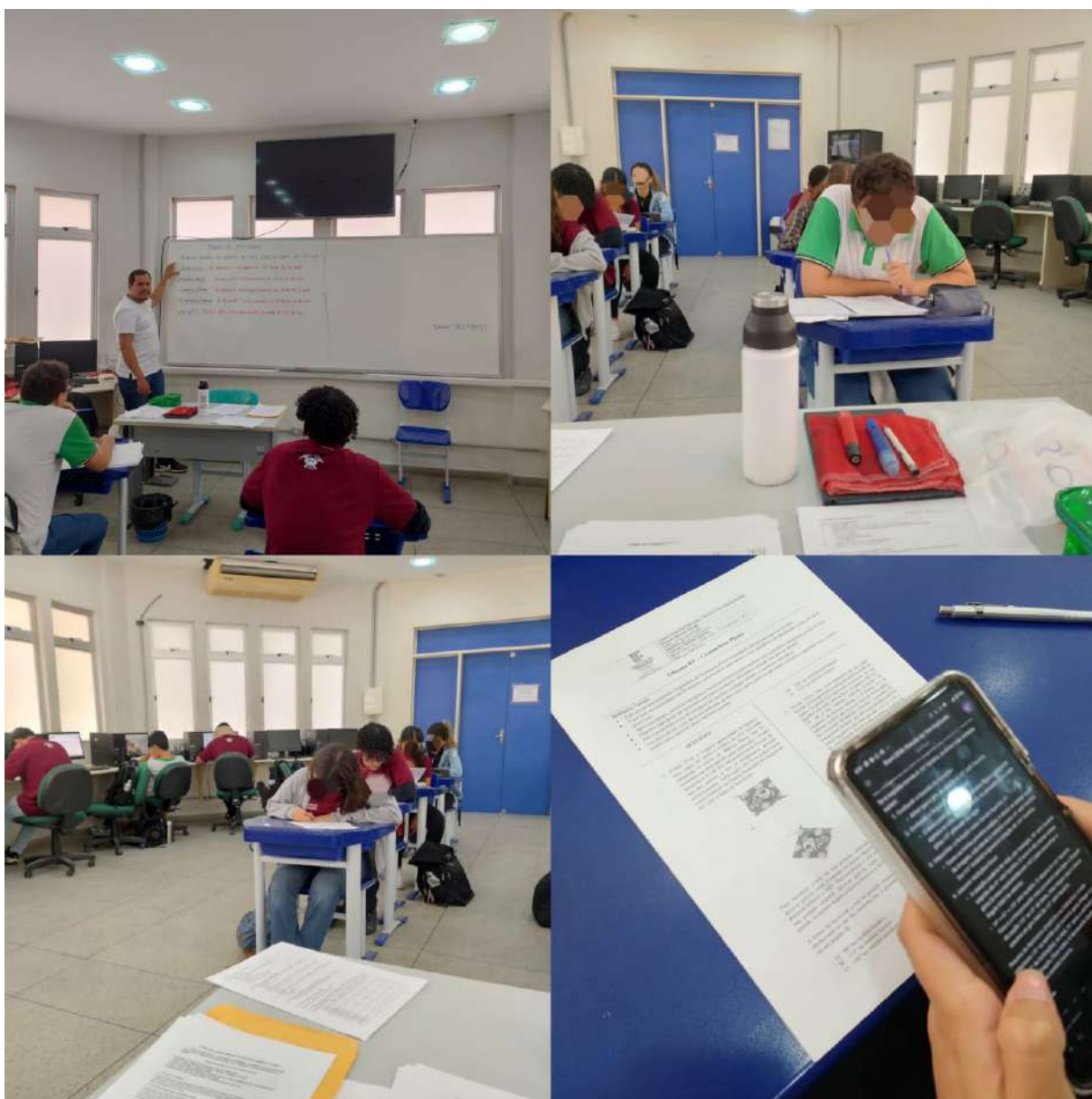
SOUZA JÚNIOR, V. F. de. **Uma breve história do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 10, p. 101234–101249, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br> . Acesso em: 8 nov. 2025.

UNESCO. **Guidance for generative AI in education and research** (Guia para IA generativa na educação e pesquisa). Paris: UNESCO, 2023.

VALENTE, José Armando. **Computadores e conhecimento**: repensando a educação. Campinas: UNICAMP/NIED, 1993.

VICARI, Rosa Maria. **Inteligência Artificial e Aprendizagem Personalizada**. Porto Alegre: UFRGS, 2024.

APÊNDICE A – Registros fotográficos das oficinas.



APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: *A utilização da inteligência artificial no processo de ensino-aprendizagem de matemática: uma proposta de preparação para o ENEM numa turma de 3º ano do ensino médio.*

Pesquisador responsável: Renildo Carolino Dias Filho
Instituto Federal da Paraíba (IFPB) – Campus Campina Grande
Curso: Licenciatura em Matemática
E-mail: renildo.carolino@academico.ifpb.edu.br | **Telefone/WhatsApp:** (83)98704-6048
Orientador(a): Balduino Sonildo da Nóbrega
Instituto Federal da Paraíba (IFPB) – Campus Campina Grande

1. Convite e objetivos

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa que investiga como o uso de uma ferramenta de Inteligência Artificial (IA) generativa, em uma sequência de oficinas pedagógicas, pode contribuir para a aprendizagem de conteúdos de Matemática com alta incidência no ENEM. Sua participação é voluntária.

2. O que será feito e quanto tempo dura

A pesquisa ocorrerá em 5 encontros (oficinas) presenciais, com duração aproximada de 50–60 minutos cada. Em cada oficina, você resolverá questões de Matemática (primeiro individualmente e, depois, com apoio de uma ferramenta de IA), seguidas de discussão coletiva. Serão aplicados dois questionários: um antes da primeira oficina e outro após a última. Poderão ser registrados exemplos de prompts e de respostas (sem identificação nominal).

3. Procedimentos de coleta e dados registrados

Serão coletadas respostas aos questionários (sem identificação nominal), registros de prompts e de respostas fornecidas pela IA e observações didáticas do pesquisador sobre a dinâmica das oficinas. Nenhuma informação sensível (como dados de saúde) será solicitada.

4. Riscos e desconfortos possíveis

Os riscos são mínimos, como eventual desconforto ao responder itens de perfil (ex.: idade, gênero) ou frustração ao lidar com questões de Matemática. Esses itens são opcionais e você pode deixar em branco o que não quiser responder. Não há procedimentos invasivos.

5. Benefícios esperados

Espera-se ampliar estratégias de estudo para o ENEM, desenvolver autonomia com apoio da IA e aprimorar a leitura crítica de respostas geradas por IA (identificação de erros e verificação de resultados).

6. Privacidade, sigilo e proteção de dados (LGPD)

Os dados serão tratados com confidencialidade, armazenados em ambiente controlado e utilizados exclusivamente para fins acadêmicos/científicos. Resultados poderão ser publicados de forma agregada e anônima, sem identificação dos(as) participantes.

Você poderá solicitar acesso, correção ou exclusão de dados identificáveis. Não serão enviados dados pessoais identificáveis a plataformas de IA. Os dados serão mantidos por até 5 anos após o término da pesquisa e, em seguida, descartados com segurança.

7. Voluntariedade, recusa e desistência

Sua participação é voluntária. Você pode recusar-se a participar ou desistir a qualquer momento, sem qualquer prejuízo acadêmico. Não há pagamento pela participação, nem custos para o(a) participante.

8. Assistência e responsabilidade

Se ocorrer algum dano decorrente diretamente da pesquisa, haverá suporte e encaminhamento apropriados, cabendo ao pesquisador e/ou à instituição a responsabilidade pelos custos necessários.

9. Dúvidas e contatos

Em caso de dúvidas, contate o pesquisador responsável. Caso suas dúvidas não sejam resolvidas ou seus direitos não sejam atendidos, você pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa do IFPB: Av. João da Mata, 256, Jaguaribe, João Pessoa-PB. Telefone: (83) 3612-9725 | E-mail: eticaempesquisa@ifpb.edu.br.

10. Participantes menores de 18 anos

Para estudantes menores de 18 anos, a participação requer o consentimento do(a) responsável legal e o assentimento do(a) estudante.

11. Declaração de consentimento

Declaro que li e entendi as informações acima. Fui esclarecido(a) sobre objetivos, procedimentos, riscos e benefícios, e entendo que minha participação é voluntária. Autorizo a utilização dos dados fornecidos de maneira anônima para fins acadêmicos/científicos.

Assinatura do Participante

Assinatura do Responsável (se menor de 18 anos)



Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE C – Questionário 1.

Questionário 1: Diagnóstico (Pré-Oficinas)

ID _____

Seção A: Perfil do Estudante

1. Idade: _____ anos
2. Gênero: () Feminino () Masculino () prefiro não informar
3. Em que tipo de escola você cursou a maior parte do Ensino Fundamental?
() Escola pública
() Escola particular
4. Você trabalha atualmente?
() Sim () Não
5. Você pretende cursar o ensino superior?
() Sim () Não () Ainda não decidi

Seção B: Hábitos de Uso de Tecnologias Digitais

6. Com que frequência você usa a internet para estudar (pesquisar, ver videoaulas, etc.)?
() Diariamente
() Algumas vezes por semana
() Raramente
() Nunca
7. Quais destes dispositivos você possui e utiliza com frequência? (Marque todos que se aplicam)
() Smartphone
() Computador (Desktop ou Notebook)
() Tablet
() Nenhum destes
8. Você já utilizou alguma ferramenta de Inteligência Artificial (como ChatGPT, Google Gemini, etc.) para ajudar nos estudos?
() Sim, com frequência
() Sim, algumas vezes
() Nunca utilizei

Seção C: Percepção e Dificuldades em Matemática para o ENEM

9. Em uma escala de 1 a 5, qual o seu nível de interesse pela disciplina de Matemática?
(1 - Nenhum interesse) (2) (3) (4) (5 - Muito interesse)

Experiência prévia com o ENEM (Matemática)

() Nunca fiz () Fiz 1 vez () Fiz 2+ vezes

Estratégias de estudo (pode marcar mais de um item)

() Videoaulas () Listas/Gabaritos () Grupos/WhatsApp () IA generativa () Outro: _____

10. Abaixo estão listados 5 tópicos de Matemática que mais aparecem no ENEM. Indique seu nível de dificuldade em cada um deles:

Tópico de Matemática	Nenhuma Dificuldade	Pouca Dificuldade	Dificuldade Moderada	Muita Dificuldade	Não sei/Não lembro
Razão, Proporção e Porcentagem	()	()	()	()	()
Estatística (Gráficos, Média, Moda, Mediana)	()	()	()	()	()
Geometria Plana (Áreas e Perímetros)	()	()	()	()	()
Geometria Espacial (Volumes)	()	()	()	()	()
Funções (1º e 2º Grau)	()	()	()	()	()

Seção D: Escala de Ansiedade à Matemática (EAM)**11. Instruções: Para cada situação abaixo, marque o nível de ansiedade que você sente.**

Situação	Nenhuma Ansiedade	Baixa Ansiedade	Ansiedade Moderada	Alta Ansiedade	Extrema Ansiedade
1. Fazer uma prova de matemática.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2. Ser chamado pelo professor para resolver um problema no quadro.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3. Pensar sobre a aula de matemática que você terá no dia seguinte.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4. Ter que fazer a lição de casa de matemática.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5. Entregar um exercício para o professor corrigir	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6. Ouvir a palavra "matemática" em uma conversa.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7. Receber o resultado de uma prova de matemática.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
8. Ajudar um amigo com uma dúvida de matemática.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
9. Ter que usar matemática para resolver um problema do dia a dia (ex: calcular um desconto).	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
10. Perceber que não entendeu a explicação do professor.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Seção E: Questões Abertas para Análise Qualitativa**12. Você acredita que as respostas da IA são sempre corretas?**

13. É possível estudar usando a IA como auxílio para a prova de Matemática para o ENEM?

APÊNDICE D – Questionário 2.



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
Campus Campina Grande
Disciplina:
Professor: Renildo Carolino
Aluno:

Data: / /2025

Questionário 2: Avaliação e Percepção (Pós-Oficinas)

ID _____

Instruções para o Aluno: Olá! Chegamos ao final de nossas oficinas. Gostaríamos de saber sua opinião sincera sobre a experiência. Suas respostas nos ajudarão a entender melhor como o uso de novas tecnologias pode ajudar nos estudos.

Seção A: Percepção sobre o Uso da Inteligência Artificial (IA)

Instruções: Para cada afirmação abaixo, marque o quanto você concorda ou discorda.

Afirmação	Discordo Totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo Totalmente
1. Usar a IA (Gemini) me ajudou a entender melhor os meus erros nas questões.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2. As explicações da IA foram claras e fáceis de entender.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3. Senti mais confiança para resolver questões de matemática depois de usar a IA nas oficinas.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4. A IA me ajudou a pensar em diferentes maneiras de resolver um mesmo problema.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5. Senti que tive mais autonomia e controle sobre meu próprio aprendizado ao usar a IA.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6. Acredito que usar a IA pode diminuir minha ansiedade em relação à matemática.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7. A metodologia de tentar resolver primeiro sozinho e depois com a IA foi eficaz para o meu aprendizado.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
8. Pretendo continuar usando ferramentas de IA para estudar matemática para o ENEM.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
9. Sinto que sei escrever prompts melhores do que antes das oficinas	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
10. Eu detectei erros/alucinações da IA e consegui corrigi-los	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

Seção B: Avaliação da Metodologia das Oficinas

9. Na sua opinião, a quantidade de questões (10 por encontro) foi:
() Insuficiente () Adequada () Excessiva
10. O tempo de duração de cada oficina (1h e 30 minutos) foi:
() Curto () Adequado () Longo

Seção C: Questões Abertas para Análise Qualitativa

11. Qual foi o maior benefício que você percebeu ao usar a Inteligência Artificial para estudar matemática durante as oficinas? Por favor, explique com suas palavras.

12. Você encontrou alguma dificuldade ou desvantagem ao usar a IA? Se sim, qual?

13. Você tem alguma sugestão para melhorar as oficinas ou o uso da tecnologia no ensino de matemática?

14. Você identificou erros nas respostas da IA? Você acredita que as resposta dadas pela IA são seguras e corretas sempre?

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Campina Grande - Código INEP: 25137409
	R. Tranquilino Coelho Lemos, 671, Dinamérica, CEP 58432-300, Campina Grande (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0003-37 - Telefone: (83) 2102.6200

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Trabalho de conclusão de curso

Assunto:	Trabalho de conclusão de curso
Assinado por:	Renildo Carolino
Tipo do Documento:	Dissertação
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Renildo Carolino Dias Filho, DISCENTE (202121230008) DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA - CAMPINA GRANDE, em 06/01/2026 11:13:14.

Este documento foi armazenado no SUAP em 06/01/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1722499
Código de Autenticação: f217cae6f0

