



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MATEMÁTICA  
EM REDE NACIONAL  
MESTRADO PROFISSIONAL EM MATEMÁTICA EM REDE NACIONAL**

**THYAGO TEIXEIRA VASCONCELOS**

**O USO DOS MODELOS DE LINGUAGEM DE GRANDE ESCALA NO ENSINO DA  
MATEMÁTICA: UM OLHAR INVESTIGATIVO SOBRE A PRÁTICA EM SALA DE  
AULA**

**FORTALEZA**

**2025**

THYAGO TEIXEIRA VASCONCELOS

O USO DOS MODELOS DE LINGUAGEM DE GRANDE ESCALA NO ENSINO DA  
MATEMÁTICA: UM OLHAR INVESTIGATIVO SOBRE A PRÁTICA EM SALA DE  
AULA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Matemática. Área de Concentração: Matemática na Educação Básica.

Orientador: Prof. Dr. Esdras Soares de Medeiros Filho.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

T27u Teixeira Vasconcelos, Thyago.

O uso dos Modelos de Linguagem de Grande Escala no ensino da Matemática : um olhar investigativo sobre a prática em sala de aula / Thyago Teixeira Vasconcelos. – 2025.  
99 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Matemática, Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, Fortaleza, 2025.  
Orientação: Prof. Dr. Esdras Soares de Medeiros Filho.

1. Matemática - Estudo e ensino. 2. Inteligência artificial. 3. Chatbot. 4. Modelos de linguagem. 5. Engenharia de prompts. I. Título.

CDD 510

---

THYAGO TEIXEIRA VASCONCELOS

O USO DOS MODELOS DE LINGUAGEM DE GRANDE ESCALA NO  
ENSINO DA MATEMÁTICA: UM OLHAR INVESTIGATIVO SOBRE A  
PRÁTICA EM SALA DE AULA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Matemática em Rede Nacional, do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Matemática. Área de Concentração: Matemática na Educação Básica.

Aprovada em: 08/08/2025

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Esdras Soares de Medeiros Filho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Marcelo Ferreira de Melo  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Valberto Rômulo Feitosa Pereira  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE)

*A Deus e a minha família...*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus e à minha esposa, que esteve sempre comigo nos momentos difíceis da elaboração dessa dissertação.

Agradeço também aos professores Dr. Alberto Duarte, Dr. Frederico Girão, Dr. Antônio Caminha, Dr. Jonatan Floriano, Dr. Marcos Melo e Dr. Marcelo Melo que ministraram as disciplinas do programa de mestrado do Profmat e tiveram participação importantíssima em minha formação, especialmente na preparação para o exame de qualificação. Em especial, o professor Dr. Esdras Medeiros que contribuiu significativamente na orientação desta dissertação, bem como na construção do recurso educacional. Gostaria também de destacar, ainda, o auxílio de todos os colegas de sala em especial ao amigo Erivaldo Cordeiro, que muito me ajudou nas disciplinas do curso. Todo esse trabalho teve a participação direta e indireta de cada um deles.

Os meus sinceros agradecimentos a todos da gestão das escolas EM Godofredo de Castro Filho e EEM Gal. Murilo Borges Moreira pelo apoio e compreensão que me foram dados ao longo dessa minha caminhada acadêmica.

Dedico esse trabalho à minha esposa Tatiane Vasconcelos e meu filho Thales Vasconcelos que são as pessoas mais importantes na minha vida.

## RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com intuito de dar suporte ao professor de Matemática em sua prática docente, tendo como alvo alunos do ensino médio de escolas públicas estaduais ou alunos dos 9º anos de escolas públicas municipais. O produto educacional está baseado em alguns tópicos como (Equações do 2º grau e problemas que envolvem Equações do 2º grau) que permitem o uso da Inteligência Artificial como ferramenta interdisciplinar e motivadora para o ensino de Matemática. São utilizadas atividades lúdicas como o uso de LLMs (Modelos de Linguagem de Grande Escala), como *chatbots* educacionais para resolução de problemas, criação de explicações personalizadas, elaboração de questões e exploração de conceitos matemáticos por meio de linguagem natural. Os materiais em anexo são compostos por sugestões de atividades que integram IA e ensino de matemática, promovendo maior engajamento e compreensão por parte dos discentes. Todo material confeccionado foi pensado como ferramenta de ensino-aprendizagem com a finalidade de desenvolver a capacidade de raciocínio lógico, concentração, compreensão conceitual, servindo como base para a motivação no processo de aprendizagem de matemática na educação básica.

**Palavras-chave:** matemática - estudo e ensino; inteligência artificial; chatbot; modelos de linguagem; engenharia de prompts.

## ABSTRACT

This work was developed with the aim of supporting Mathematics teachers in their teaching practice, targeting high school students from state public schools and 9th-grade students from municipal public schools. The educational product is based on key topics such as quadratic equations and problem-solving involving second-degree equations, which enable the use of Artificial Intelligence as an interdisciplinary and motivational tool for teaching Mathematics. The project incorporates engaging activities through the use of LLMs (Large Language Models), such as educational chatbots for problem solving, the creation of personalized explanations, the development of questions, and the exploration of mathematical concepts through natural language. The attached materials include suggestions for activities that integrate AI and Mathematics education, promoting greater student engagement and understanding. All materials were designed as teaching and learning tools aimed at developing logical reasoning, concentration, and conceptual understanding, serving as a foundation for fostering motivation in the learning process of Mathematics within basic education.

**Keywords:** mathematics – study and teaching; artificial intelligence; chatbot; language models; prompt engineering.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Destaque das LLMs na Tabela Periódica das Ferramentas de IA’s.....	38
Figura 2 – Lista de LLMs relacionadas como <i>chatbots</i> de linguagem natural.....	39
Figura 3 – Prompt para resposta automatizada no ChatGPT .....	51
Figura 4 – Fórmula de Bháskara na forma automatizada.....	52
Figura 5 – Cálculo das raízes de forma automatizada.....	52
Figura 6 – Resposta do ChatGPT ao inserir o prompt para tutoria.....	54
Figura 7 – Resposta do ChatGPT ao simular erro de um estudante.....	54
Figura 8 – ChatGPT como tutor perguntando o valor do discriminante.....	55
Figura 9 – ChatGPT identificando o erro cometido pelo aluno.....	55
Figura 10 – ChatGPT apresenta a fórmula de Bháskara.....	56
Figura 11 – ChatGPT na etapa final para encontrar as raízes.....	56
Figura 12 – Trocando o sinal das raízes para simular um erro.....	57
Figura 13 – ChatGPT identificando o possível erro no cálculo das raízes.....	58
Figura 14 – Acesso a ferramenta Tutor Me.....	59
Figura 15 – Prompt no Tutor Me.....	59
Figura 16 – Alunos 9A manhã da EM Godofredo de Castro Filho.....	63
Figura 17 – Alunos 9A manhã acessando Tutor Me.....	64
Figura 18 – Alunos 9B manhã da EM Godofredo de Castro Filho.....	65
Figura 19 – Dispositivo de um aluno 9A manhã conectado ao Tutor Me.....	66
Figura 20 – Dispositivo de um aluno 9B manhã inserindo a questão no Tutor Me .....	67
Figura 21 – Dicas do Tutor Me para resolução da questão.....	68

Figura 22 – Aluno usando as dicas do Tutor Me para iniciar a resolução .....	69
Figura 23 – <i>Feedback</i> imediato do Tutor Me.....	70
Figura 24 – Limite de uso do Tutor Me.....	71
Figura 25 – Calculando corretamente o delta.....	72
Figura 26 – Encontrando erro no cálculo do delta.....	73
Figura 27 – Achando corretamente as raízes.....	74
Figura 28 – Verificando se as raízes fazem sentido.....	75
Figura 29 – Encontrando as dimensões do canteiro.....	76
Figura 30 – IA saindo do fluxo interativo planejado.....	77
Figura 31 – Desvio de lógica de tutoria.....	78
Figura 32 – Desvio comportamental da tutoria.....	79
Figura 33 – Registro do prompt inicial que estrutura o jogo educativo .....	86
Figura 34 – Representação da interface do ChatGPT durante a simulação.....	87
Figura 35 – Detalhando as regras do jogo de RPG dentro do ChatGPT .....	87
Figura 36 – Detalhe das estruturas e desafios dentro do jogo.....	88
Figura 37 – Especificações de estilos, ambientações e encerramento .....	89
Figura 38 – Início da narrativa e primeiro desafio.....	89
Figura 39 – Simulando a resposta de um aluno no jogo criado dentro do ChatGPT .....	90
Figura 40 – <i>Feedback</i> de acerto revelação de dicas futuras a atualização da pontuação.....	91
Figura 41 – Segundo desafio do jogo.....	91
Figura 42 – Resolução de desafio com <i>feedback</i> de resposta incorreta.....	92
Figura 43 – Atualização de pontos depois do desafio 2 e o desafio 3.....	93
Figura 44 – Desafio 3.....	93
Figura 45 – <i>Feedback</i> do desafio 3.....	94

Figura 46 – Desafio 4 – A Torre De Girard .....	95
Figura 47 – <i>Feedback</i> do desafio 4 – A Torre De Girard.....	95
Figura 48 – Desafio 5 – A Ponte dos Irracionais .....	96
Figura 49 – <i>Feedback</i> do desafio 5 – A Ponte dos Irracionais.....	96
Figura 50 – Desafio 6 – O Enigma Do Dragão.....	97
Figura 51 – LLM resolvendo o desafio 6 – O Enigma do Dragão.....	97
Figura 52 – Fim da jornada .....	98
Figura 53 – Vitória no jogo.....	98

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 – Tempo de atuação como professor de matemática.....	41
Gráfico 2 – Participação em formações sobre IA.....	42
Gráfico 3 – Nível de familiaridade com IA.....	42
Gráfico 4 – Conhecimento sobre LLMs.....	43
Gráfico 5 – Quais ferramentas de LLMs você já utilizou.....	43
Gráfico 6 – Acredita que o ChatGPT contribui para o ensino da matemática.....	44
Gráfico 7 – Aspectos que as LLMs podem ajudar no ensino da matemática.....	44
Gráfico 8 – Dificuldades no uso das ferramentas em sala de aula.....	45
Gráfico 9 – Já utilizou LLMs com seus alunos.....	46
Gráfico 10 – Sugestões para o uso das LLMs.....	47

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Diferenças entre interação automatizada e tutorial em ferramentas baseadas em LLMs no contexto pedagógico.....	50
---	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Diferenças entre IA tradicional e as LLMs.....	23
---	----

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

GPT	Generative Pre-trained Transformer
IA	Artificial Intelligence
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LLMs	Large Language Models
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1</b>	<b>Minha vida acadêmica.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativa .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL? .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>Conceito de Inteligência Artificial .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>História e evolução de IA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3</b>	<b>O que são LLMs (Large Language Models) .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4</b>	<b>Diferença entre IA tradicional e LLMs .....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>Benefícios e Desafios do uso do IA .....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.1</b>	<b><i>Potencialidades pedagógicas.....</i></b>	<b>24</b>
<b>3.1.2</b>	<b><i>Ética no uso de IA por professores e alunos.....</i></b>	<b>25</b>
<b>3.1.3</b>	<b><i>Inclusão digital e Acessibilidade com IA .....</i></b>	<b>25</b>
<b>3.2</b>	<b>A IA e a BNCC.....</b>	<b>26</b>
<b>3.2.1</b>	<b><i>Competências gerais na BNCC.....</i></b>	<b>27</b>
<b>3.2.2</b>	<b><i>IA como recurso didático .....</i></b>	<b>27</b>
<b>3.2.3</b>	<b><i>IA como recurso Interdisciplinar.....</i></b>	<b>28</b>
<b>3.2.4</b>	<b><i>Como interagimos com a IA .....</i></b>	<b>28</b>
<b>3.3</b>	<b>Como utilizar a IA em sala de aula .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3.1</b>	<b><i>Planejamento de aula com IA .....</i></b>	<b>29</b>
<b>3.3.2</b>	<b><i>Criação de avaliações .....</i></b>	<b>29</b>
<b>3.4</b>	<b>Personalização da aprendizagem .....</b>	<b>29</b>
<b>3.4.1</b>	<b><i>Gamificação.....</i></b>	<b>30</b>
<b>3.4.2</b>	<b><i>Avaliação automatizada e feedback com IA .....</i></b>	<b>30</b>
<b>3.5</b>	<b>Uso da IA pelos alunos .....</b>	<b>31</b>
<b>3.5.1</b>	<b><i>Ferramentas de apoio ao estudo e pesquisa .....</i></b>	<b>32</b>
<b>3.5.2</b>	<b><i>Aplicativos para resumos, mapas mentais e explicações.....</i></b>	<b>32</b>
<b>3.5.3</b>	<b><i>Plataforma de tutoria inteligente e reforço escolar .....</i></b>	<b>32</b>
<b>3.6</b>	<b>Chatbots e LLMs na educação .....</b>	<b>33</b>
<b>3.6.1</b>	<b><i>O que são chatbots educacionais? .....</i></b>	<b>33</b>

3.6.2	<i>Como utilizar os chatbots com responsabilidade</i> .....	34
3.6.3	<i>O que são LLMs</i> .....	35
3.6.4	<i>Limitações das LLMs</i> .....	35
3.6.5	<i>Cuidados no uso escolar</i> .....	36
4	<b>PRODUTO EDUCACIONAL: CATÁLOGO DE FERRAMENTAS DE IA</b> .....	37
4.1	<b>Chatbots e Assistente</b> .....	37
5	<b>PESQUISA REALIZADA COM PROFESSORES SOBRE O USO DE LLMS NO ENSINO DA MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA</b> .....	41
6	<b>USO DOS CHATBOTS NO ENSINO DA MATEMÁTICA</b> .....	48
6.1	<b>Sequência didática usando o ChatGPT</b> .....	48
6.2	<b>Simulação da sequência didática usando o ChatGPT</b> .....	51
7	<b>APLICAÇÃO DO RECURSO EDUCACIONAL</b> .....	61
7.1	<b>Sequência didática no Tutor Me</b> .....	61
7.2	<b>Aplicação da sequência didática no uso do Tutor Me em problemas que envolvem equações do 2º grau</b> .....	62
7.3	<b>Mudança de padrão de interação no uso do Tutor Me</b> .....	77
8	<b>AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	81
9	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	82
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	82
	<b>APÊNDICE A – PROMPT DETALHADO PARA O JOGO DE RPG COM EQUAÇÕES DO 2º GRAU</b> .....	84
	<b>APÊNDICE B – SIMULAÇÃO DO USO DO JOGO DE RPG DENTRO DO CHATGPT</b> .....	86

## 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

### 1.1 Minha vida Acadêmica

Em 2001 entrei por Vestibular no curso de Engenharia Mecânica na Universidade Federal do Ceará, em 2009 por aptidão ao ensino, abdiiquei da engenharia para cursar Licenciatura em Matemática na Universidade Estadual do Ceará colando grau em 2013. No mesmo ano passei no concurso da Secretaria de Educação do estado do Ceará (SEDUC) e em 2016 no concurso da Secretaria Municipal de ensino em Fortaleza (SME), lecionando as disciplinas de Matemática e Física até os dias atuais. Nesse Período de 2009 a 2013 lecionei em escolas da rede privada e como professor temporário em escolas públicas da Rede Estadual. Em 2016 fui aprovado na seleção de mestrado em ensino de física (MNPEF) no polo UFC obtendo título de mestre no ano de 2018.

### 1.2 Justificativa

A presença da Inteligência Artificial (IA) na sociedade contemporânea tem sido cada vez mais recorrente, especialmente com o advento de Modelos de Linguagem em Grande Escala (LLMs), como o ChatGPT. Essas novas tecnologias vêm transformando diversas áreas do conhecimento e, mais recentemente, têm sido amplamente debatidas no campo educacional, despertando interesse de pesquisadores, professores e formuladores de políticas públicas.

Apesar do crescimento no uso dessas ferramentas, nota-se que a aplicação pedagógica da IA ainda é recente e carece de discussões sistematizadas nos ambientes escolares, sobretudo no ensino básico. Há uma lacuna no que diz respeito à formação docente para lidar com mais tecnologias e, também, na criação de estratégias didáticas que incorporem a IA de maneira ética, crítica e produtiva no processo de ensino-aprendizagem.

A Inteligência Artificial, por sua natureza interdisciplinar, permite estabelecer interfaces com diferentes áreas do conhecimento. No entanto, sua aplicação no ensino da Matemática se destaca por potencializar a resolução de problemas, a modelagem de situações reais e a personalização do processo de aprendizagem. O uso de Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) pode auxiliar na produção e revisão de textos matemáticos, na criação

de atividades interativas, na organização de planos de aula e no desenvolvimento de projetos interdisciplinares que integrem com a Matemática a outras áreas do saber.

Estudar o uso da Inteligência Artificial (IA) e, em especial, os Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) no ensino da Matemática é, portanto, fundamental para compreendermos de que forma essas tecnologias podem se tornar aliadas na promoção de uma aprendizagem mais inclusiva, criativa, investigativa e alinhada aos desafios educacionais do século XXI. Esta pesquisa tem como objetivo refletir criticamente sobre o ensino da Matemática, propondo caminhos para a integração pedagógica consciente e responsável das LLMs, de modo a potencializar práticas docentes inovadoras e eficazes nessa disciplina.

## 2 O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

### 2.1 Conceito de Inteligência Artificial

A inteligência artificial (IA) é um campo multidisciplinar da ciência da computação que tem como principal objetivo desenvolver máquinas capazes de simular competências humanas na resolução de problemas, tomada de decisões e execução de tarefas complexas. Diferente de sistemas tradicionais baseados apenas em programação estática, a IA busca criar modelos computacionais capazes de aprender, adaptar-se e agir de maneira autônoma, utilizando dados e experiências anteriores para aprimorar seu desempenho.

Atualmente, a IA abrange uma enorme variedade de subcampos, do mais geral (aprendizagem, raciocínio, percepção etc.) ao mais específico, como jogar xadrez, demonstrar teoremas matemáticos, criar poesia, dirigir um carro e diagnosticar doenças. A IA é relevante para qualquer tarefa intelectual, e verdadeiramente um empreendimento universal. (Russel; Norvig, 2021, p. 1).

Segundo Gabriel Filho (2023), a IA tem como missão dotar as máquinas de habilidades como precisão, rapidez, memória e processamento eficiente de informações, que são características amplamente associadas à capacidade computacional. No entanto, a IA também tem avançado no sentido de produzir aspectos mais sutis do comportamento humano, como a inteligência, criatividade, emoção e atenção, ainda que de forma limitada e em contextos bem definidos. Essa aproximação entre as capacidades humanas e as das máquinas pode ser representada por um modelo de intersecção, em que a IA ocupa o espaço intermediário, reunindo atributos de ambos os lados: o técnico (da máquina) e o cognitivo (humano).

IA é o estudo de como fazer com que os computadores realizem tarefas que, em geral, exigiam inteligência humana (Rich; Knight, 1994). Isso envolve desde operações mais simples, como cálculos ou buscas automatizadas, até ações mais complexas, como reconhecimento de padrões, interpretação de linguagem natural e raciocínio lógico. Keller (1991) complementa afirmando que um dos objetivos principais da IA é criar modelos que simulem os processos de raciocínio dos seres humanos inteligentes.

A IA, antes de tudo, é considerada uma ciência cognitiva, pois está fundamentada sobre a crença de que é legítimo – na verdade necessário – postular a existência de um nível de conhecimento separado, que pode ser chamado de representação. (Gabriel Filho, 2023, p. 25).

Dessa forma, IA ultrapassa a ideia de uma tecnologia meramente operacional. Trata-se de uma área estratégica para o avanço da ciência, da educação e da sociedade como um todo. Ao buscar compreender como as máquinas podem realizar tarefas cognitivas, resolver problemas e aprender com dados, a IA se coloca como uma das inovações mais relevantes do século XXI. Em especial, no contexto educacional, abre novas possibilidades para personalização da aprendizagem, automação de tarefas pedagógicas e apoio à tomada de decisões didáticas.

## 2.2 História e evolução da IA

A Inteligência Artificial (IA) teve sua origem formal em 1956, durante a conferência de Dartmouth College, organizada por John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon e Nathaniel Rochester. Esse encontro financiado por Rockefeller, reuniu especialistas de diferentes áreas da ciência da computação e marcou o início oficial do campo da IA como área de pesquisa multidisciplinar (Gabriel Filho, 2023).

Desde então, a IA tem sido associada ao desenvolvimento de sistemas computacionais capazes de realizar tarefas que, até então, exigiam inteligência humana. Embora o entusiasmo inicial tenha enfrentado diversos desafios práticos, os avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas permitiram a consolidação da área e sua aplicação em múltiplos setores.

Segundo Gabriel Filho (2023), os primeiros estudos de IA foram fortemente influenciados pela Psicologia Cognitiva, pela Lógica e pela Neurociência, e buscaram modelar matematicamente processos como raciocínio, aprendizado e percepção. As diferentes abordagens que surgiram como simbólica, a conexionista e a evolucionária, refletem distintas formas de representar o conhecimento e de simular o pensamento humano por meio de máquinas.

Hoje, a IA se encontra no centro de uma revolução tecnológica que abrange desde produtos comerciais, até ferramentas de apoio à decisão, passando pelo ensino, pela comunicação e pela produção de conhecimento. No contexto educacional, especialmente, seu potencial de transformação é cada vez mais evidente.

## 2.3 O que são as LLMs (Large Language Models)

Segundo Gabriel Filho (2022), os Modelos de Linguagem de Grande Escala, também conhecidos pela sigla LLMs (Large Language Models), constituem uma das mais recentes e relevantes inovações no campo da Inteligência Artificial. Esses modelos são baseados em estruturas matemáticas com grande quantidade de parâmetros ajustáveis, que são treinados a partir de grandes volumes de dados utilizando técnicas de aprendizado profundo.

Os LLMs são uma especialização dos Modelos Grandes (Large Models – LMs), que surgiram com o objetivo de lidar com a complexidade do processamento de informações de larga escala. Essa abordagem busca inspiração no funcionamento do cérebro humano, especialmente nas redes de neurônios do córtex cerebral, sendo modeladas pelas Redes Neurais Profundas (Deep Neural Networks – DNNs). Essas redes se caracterizam por conterem diversas camadas ocultas (hidden layers) e conexões ajustadas por pesos sinápticos (weights), os quais são modificados ao longo do processo de treinamento da rede por métodos como backpropagation (propagação retroativa do erro).

Quando um modelo grande é usado em tarefas de NLP, é compreendido como Modelo Grande de Linguagem (Large Language Model – LLM), por conter uma grande quantidade de parâmetros a serem ajustados (pesos), como o ChatGPT (OpenAI), LLaMA (Meta) e LaMDA (Google), entre outros. (Gabriel Filho, 2023, p. 384).

No contexto do Processamento de Linguagem Natural (Natural Language Processing – NLP), os LLMs são modelos treinados pra lidar com tarefas linguísticas, como compreensão, geração e tradução de textos. São capazes de realizar previsões com base em sequências linguísticas, o que os torna ferramenta altamente eficazes em diversas aplicações, inclusive na educação. Dentre os principais modelos de LLMs da atualidade, destacam-se o GPT-4 (OpenAI), utilizado por interfaces como o ChatGPT; o Claude 3 (Anthropic), acessado por meio da interface Claude; e o Gemini 1.5 (Google), operado por plataformas como o Gemini. Esses modelos têm ampliado significativamente a capacidade das máquinas de compreender e interagir por meio da linguagem humana (Gabriel Filho, 2023).

## 2.4 Diferença entre IA tradicional e LLM

A Inteligência Artificial tradicional (IA tradicional) e os Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs) fazem parte do mesmo campo da Inteligência Artificial, mas apresentam diferenças marcantes em termos de arquitetura, aplicação, treinamento e capacidades.

Tabela 1 — Diferença entre a IA tradicional e as LLMs

Aspecto	IA Tradicional	LLMs
Definição e foco principal	Abrange algoritmos clássicos de IA, como sistemas especialistas, árvores de decisão, redes neurais simples, e lógica simbólica.	São modelos treinados com grandes volumes de texto para processar, compreender e gerar linguagem natural. Exemplos: ChatGPT, Gemini, Claude.
Base de conhecimento e aprendizado	Normalmente precisa ser programada manualmente com regras, dados estruturados ou conjuntos menores.	Aprende padrões estatísticos e semânticos com base em grandes corpora de texto, sem precisar de regras explícitas.
Capacidade de generalização	Geralmente tem capacidade limitada de generalização para novos contextos. Funciona melhor em domínios específicos.	É capaz de generalizar para múltiplos contextos e tarefas com bom desempenho, mesmo sem treinamento específico para cada uma.
Tipos de tarefas realizadas	Diagnóstico médico, jogos (xadrez, Go), reconhecimento de padrões, controle robótico, etc.	Produção e interpretação de linguagem: responder perguntas, redigir textos, traduzir, resumir, explicar conceitos, etc.
Estrutura técnica	Usa modelos como algoritmos de busca, lógica formal, redes neurais pequenas, etc.	Baseia-se em arquiteturas de deep learning (como transformers), com bilhões de parâmetros.
Exemplo de uso na educação matemática	Um sistema que resolve equações com base em regras programadas (ex: software de álgebra computacional).	Um modelo como o ChatGPT que explica o conceito por trás das equações, propõe problemas, interage com o aluno em linguagem natural, e adapta a resposta conforme o nível de compreensão.

Fonte: Elaboração do autor com uso de inteligência artificial (ChatGPT 4.0).

### 3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO

#### 3.1 Benefícios e desafios do uso da IA no ensino

Com base em Gabriel Filho (2023) e Vicari *et al.* (2023), aos riscos e desafios do uso da Inteligência Artificial no contexto educacional abrange questões técnicas, éticas e pedagógicas. Tais desafios incluem a limitação de acesso as tecnologias por parte das escolas públicas, o risco de desumanização das interações, e a necessidade urgente de formação docente. Russell e Norvig (2021) também alertam sobre impactos sociais e possíveis vieses nos algoritmos aplicados ao ensino.

Com a explosão das IAs generativas, essa área tende a receber maior interesse dos pesquisadores de IA — em geral e em particular — dos pesquisadores de IA aplicada à educação. Ela permitirá que alunos e professores criem trabalhos mais complexos e completos. (Vicari *et al.*, 2021, p. 31).

Os benefícios da IA incluem a automação de tarefas repetitivas, o monitoramento do progresso estudantil e a disponibilização de conteúdos customizados. No entanto, Vicari *et al.* (2023) alertam para os limites do uso indiscriminado dessas ferramentas, especialmente quando não há intencionalidade pedagógica. A dependência excessiva da tecnologia pode enfraquecer a mediação docente e comprometer a construção crítica do conhecimento.

##### 3.1.1 Potencialidades Pedagógicas

Vicari *et al.* (2023), a inteligência artificial pode potencializar práticas pedagógicas ao oferecer recursos de apoio ao professor e ao aluno, como sistemas de tutoria inteligente, ferramenta de correção automática e plataformas adaptativas. Esses instrumentos ampliam as possibilidades de personalização do ensino, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz e centrada nas necessidades individuais dos estudantes.

A tecnologia também pode ler textos, vídeos e apresentações e resumi-los para facilitar o estudo aos alunos. Tais sistemas ajudam os alunos a escreverem redações criativas. São produtos que geram livros texto, em tempo real, de acordo com o perfil de aprendizagem de cada aluno — os smartbooks, e sistemas de tradução de voz em tempo real. (Vicari *et al.*, 2021, p. 32).

### **3.1.2 Ética no uso de IA por professores e alunos**

A ética no uso da inteligência artificial na educação é um ponto central na obra de Vicari et al. (2023). A utilização de dados sensíveis, a transparência dos algoritmos e os riscos de interpretações equivocadas ou decisões automatizadas tendenciosas são temas que exigem atenção. Além disso, é necessário considerar os efeitos psicológicos de substituição de interações humanas por sistemas automatizados, principalmente no contexto da educação básica. “Queremos que nossas emoções sejam analisadas por um algoritmo? Aceitaremos que nossas escolhas sejam influenciadas por algoritmos? Como regular a IA?” (Vicari *et al.*, 2023, p. 116).

Além dos cuidados com privacidade e transparência, é fundamental que professores e alunos desenvolvam competências críticas para interpretar e avaliar os resultados gerados por sistemas de IA. A dependência excessiva dessas tecnologias pode enfraquecer a autonomia intelectual, caso não haja uma mediação pedagógica adequada. Nesse contexto, torna-se essencial promover uma alfabetização digital crítica, que permita o uso consciente e responsável das ferramentas, assegurando que a IA seja um apoio à aprendizagem e não um substituto das capacidades humanas. Também é importante considerar o viés algorítmico e suas possíveis implicações pedagógicas, garantindo que as decisões automatizadas não reproduzam ou ampliem desigualdades já existentes no ambiente escolar.

### **3.1.3 Inclusão digital e Acessibilidade**

A inclusão digital é um fator decisivo para que a IA cumpra seu papel transformador na educação. De acordo com Vicari *et al.* (2023), muitas escolas públicas brasileiras enfrentam carência de equipamentos, conectividade e infraestrutura. Isso compromete a equidade no acesso as tecnologias e pode aprofundar desigualdades entre redes de ensino públicas e privadas.

As tecnologias assistivas impulsionadas por IA oferecem recursos inovadores para promover a acessibilidade no ambiente escolar. Vicari *et al* (2023) destacam ferramentas que transformam texto em áudio, legendam vídeos automaticamente e adaptam interfaces para estudantes com deficiência. Quando integradas ao projeto pedagógico, essas soluções ampliam a participação e o aprendizado de todos os alunos, promovendo a inclusão efetiva.

### 3.2 IA e a BNCC

A incorporação da Inteligência Artificial (IA) ao ambiente educacional precisa ser analisada à luz das diretrizes propostas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que orienta a formação integral do estudante por meio do desenvolvimento das competências cognitivas, socioemocionais e tecnológicas. A BNCC prevê, entre suas competências gerais, o uso responsável e crítico das tecnologias digitais que é o ponto diretamente relacionado ao uso de sistemas inteligentes na educação. “Dada a importância do tema, se propõe que o pensamento em IA também possa constituir uma estratégia de ensino e aprendizagem para as escolas no Brasil.” (Vicari *et al.*, 2021, p. 40).

Segundo Vicari *et al* (2023), a IA pode atuar como aliada na promoção de práticas pedagógicas mais inclusivas e adaptativas, proporcionando ambientes de aprendizagem que respeitam os ritmos e necessidades dos estudantes. A utilização de tutores inteligentes, ferramentas de correção automática e plataformas personalizadas que os professores obtenham diagnósticos precisos sobre o progresso dos alunos e ajustem sua prática de acordo com as necessidades pedagógicas observadas.

Gabriel Filho (2023) ressalta que os sistemas de IA são especialmente eficazes na coleta e análise de grandes volumes de dados educacionais, permitindo que decisões pedagógicas sejam embasadas em evidências. Isso vai ao encontro dos princípios da BNCC ao possibilitar intervenções precisas para garantir o direito de aprendizagem a todos os estudantes, inclusive os que enfrentam barreira no processo de ensino- aprendizagem.

Do ponto de vista técnico, Russell e Norvig (2021) destacam que a IA não se restringe a tarefas automatizadas, mas também envolvem sistemas que interagem com o ambiente, aprendem e se adaptam. Esses elementos são cruciais quando inseridos em contextos educacionais, especialmente quando alinhados às competências digitais e ao pensamento computacional previsto na BNCC.

Além disso, Taulli (2020) destaca que a IA pode democratizar o acesso ao crescimento e permitir o acesso ao crescimento ao permitir a personalização em escala, tornando possível ferramentas como tradutores, leitores automáticos, assistentes virtuais e geradores de conteúdo que atuem como mediadores no processo de ensino. Essas ferramentas contribuem para formação dos estudantes autônomos, críticos e preparados para o mundo digital, conforme prevê a competência geral nº 5 da BNCC.

Dessa forma, a integração entre a IA e a BNCC representa não apenas um avanço tecnológico, mas também uma oportunidade para transformar a educação, promovendo equidade, inclusão e qualidade nos processos de ensino aprendizagem.

### **3.2.1 Competências gerais na BNCC**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece dez competências gerais que visam assegurar uma formação humana integral e preparar os estudantes para uma formação humana e integral e para os desafios contemporâneos. Dentre essas competências, destacam-se especialmente aquelas que dialogam diretamente com o uso da (IA) na educação.

A competência 5, por exemplo, propõe que os alunos devem “compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais” (Brasil, 2018, p.9). Essa diretriz está diretamente alinhada às possibilidades oferecidas pelas ferramentas de IA, que, ao serem utilizadas pedagogicamente, promovem a alfabetização digital e o desenvolvimento do pensamento computacional.

### **3.2.2 IA como recurso didático**

O uso da Inteligência Artificial como recurso didático representa um avanço significativo no processo de ensino aprendizagem, especialmente quando pensado em consonância com as diretrizes da BNCC. As ferramentas de IA ampliam possibilidades metodológicas ao professor, favorecendo uma abordagem mais personalizada, interativa e baseada em dados concretos sobre o desempenho dos alunos.

Vicari *et al.* (2023) destacam que os sistemas inteligentes têm sido utilizados para apoiar o professor em tarefas como correção automática de atividades, geração de feedback em tempo real e monitoramento da evolução das aprendizagens. Esses recursos formam o processo didático mais ágil e responsável, permitindo intervenções mais rápidas e eficazes, além de fortalecer o papel do professor como mediador do conhecimento.

Além disso, Gabriel Filho (2023) afirma que a IA possibilita construção de ambientes de aprendizagem adaptativos, nos quais os conteúdos são ajustados de acordo com o ritmo e o perfil de cada estudante. Essa personalização está diretamente alinhada ao princípio

da equidade defendido pela BNCC, que busca garantir a todos os alunos condições necessárias para aprendizagem, respeitando suas individualidades.

### **3.2.3 IA como recurso interdisciplinar**

A Inteligência Artificial, quando aplicada no contexto educacional, não se limita a disciplinas específicas, podendo atuar como um recurso interdisciplinar altamente eficaz. A BNCC incentiva a integração entre áreas do conhecimento promovendo práticas pedagógicas que conectem saberes e desenvolvam competências de forma contextualizada e significativa.

### **3.2.4 Como interagimos com IA**

A interação com a Inteligência Artificial no ensino de matemática ocorre de forma cada vez mais dinâmica e integrada ao processo de aprendizagem. Estudantes e professores podem utilizar assistentes baseados em IA para resolver problemas, explorar padrões, interpretar gráficos e simular situações matemáticas complexas.

De acordo com Vicari *et al.* (2023), a interação com sistemas inteligentes favorece uma aprendizagem mais ativa e investigativa. No ensino de matemática, isto se manifesta, por exemplo, no uso de plataformas que ajustam automaticamente o nível de dificuldade das questões, conforme o desempenho do estudante, oferecendo desafios progressivos e personalizados.

### **3.3 Como utilizar a IA em sala de aula**

#### **3.3.1 Planejamento de aula com IA**

O planejamento de aulas de matemática com o apoio da Inteligência artificial (IA) tem se mostrado uma estratégia eficaz para tornar o ensino mais dinâmico, contextualizando e adaptando às necessidades dos estudantes. Ferramentas baseadas em IA permitem que os professores acessem sugestões de planos de aula personalizados, sequências didáticas organizadas por habilidades da BNCC e materiais complementares adaptados ao nível da turma.

#### **3.3.2 Criando avaliações**

A criação de avaliações no ensino de matemática com o uso da Inteligência Artificial (IA) oferece recursos inovadores para elaborar, personalizar e corrigir instrumentos de avaliação de forma eficiente e alinhada com a BNCC. Por meios de plataformas de IA, o professor pode gerar automaticamente listas de exercícios, provas diagnósticas e simulados personalizados, baseando-se no desempenho prévio dos estudantes.

Gabriel Filho (2023) destaca que a IA pode ser usada pra gerar avaliações formativas e somativas com base em banco de questões amplos, classificados por habilidades e componentes curriculares. Além disso, algoritmos de correção automática oferecem *feedback* imediato ao aluno, possibilitando intervenções pedagógicas mais ágeis.

### **3.4 Personalização da aprendizagem**

Pscheidt (2024) aponta que a IA, ao ser integrada a plataformas educacionais, promovem uma experiência de aprendizagem mais engajadora e responsiva, ajustando atividades de acordo com as interações do aluno e proporcionando feedback contínuo.

### 3.4.1 Gamificação

Ao incorporar elementos de jogos como desafios, recompensas, *rankings* e *feedback* imediatos em plataformas educacionais torna o processo de ensino aprendizagem mais atrativo e motivador, especialmente os alunos que apresentam dificuldades ou desmotivação aos conteúdos matemáticos. Além disso a IA contribui para análise do comportamento dos alunos durante os jogos, identificando padrões, dificuldades recorrentes e estratégias mais utilizadas, o que permite o professor acompanhar o progresso e intervir de maneira mais eficaz.

Ao combinar IA com gamificação, podemos criar experiências educacionais personalizadas, adaptativas e imersivas. Jogos alimentados por IA monitoram o progresso dos alunos, fornecem feedback em tempo real, adaptam-se aos estilos de aprendizagem exclusivos dos alunos e facilitam a tomada de decisões orientada por dados na sala de aula. (Pscheidt, 2024, p. 59).

Ambientes gamificados com IA estimulam o pensamento lógico, a resolução de problemas e o raciocínio estratégico, habilidades fundamentais na matemática. Plataformas que utilizam IA para criar jogos educativos podem abordar conteúdos como operações, frações, geometria, porcentagem, análise combinatória e álgebra de forma interativa e dinâmica.

### 3.4.2 Avaliação automatizada e feedback com IA

A avaliação automatizada no ensino de Matemática, quando associada à Inteligência Artificial (IA), oferece mecanismos eficazes para acompanhar o desempenho dos estudantes em tempo real. Plataformas digitais com IA são capazes de corrigir questões objetivas, sugerir níveis de dificuldades adequados e fornecer *feedback* imediato, o que favorece a personalização da aprendizagem e autonomia do aluno.

Segundo Pscheidt (2024), o uso de sistemas de tutoria inteligente proporciona aos alunos um acompanhamento semelhante ao de um tutor humano, com explicações, dicas, vídeos e notas explicativas, além de exercícios adicionais adaptados aos estilos e ritmos de aprendizagem. Essas ferramentas são úteis, tanto para reforço quanto para aprofundamento de conteúdos, e seu uso potencializa o desenvolvimento de competências metacognitivas.

Além disso, Pscheidt (2024) destaca que os professores devem elaborar perguntas desafiadoras e reflexivas, promovendo o pensamento crítico e incentivando a exploração de tópicos específicos. No contexto da Matemática, isso se traduz em avaliações que não apenas

verificam domínio de algoritmos e fórmulas, mas também avaliam a capacidade do aluno de aplicar conceitos em situações-problemas e justificar estratégias.

Portanto, a avaliação automatizada com IA, aliada ao *feedback* em tempo real, fortalece o papel do professor como mediador e potencializa a aprendizagem ativa, dinâmica e centrada do aluno, em consonância com os princípios da BNCC.

### 3.5 Uso da IA pelos alunos

A integração da Inteligência Artificial (IA) no contexto escolar exige mudanças curriculares que vão além da simples adoção de ferramentas tecnológicas. É necessário formar os alunos para utilizarem a IA de forma crítica, ética e estratégica, desenvolvendo competências que envolvam tanto o uso consciente dessas tecnologias quanto a reflexão sobre seus impactos sociais. A IA pode ser utilizada pelos estudantes como ferramenta de apoio à escrita, auxiliando na revisão de textos com sugestões de melhoria, como reestruturação de parágrafos, uso de conectores e correção gramatical. “A IA pode ser outra fonte de *feedback*. Quando os alunos terminam um trabalho escrito, eles podem inserir o seu trabalho no *bot* e perguntar como podem melhorar sua escrita.” (Vicari *et al.*, 2023, p. 137).

Além disso, permite o acesso a informações em diferentes níveis de complexidade, a depender da idade e da necessidade do aluno, e contribui para o desenvolvimento da autonomia na aprendizagem.

Os alunos também podem utilizar a IA para gerar resumos, revisar conceitos complexos de forma simplificada, criar descrições de imagens e até mesmo simular situações do cotidiano, como entrevistas de emprego. Ao proporcionar *feedback* instantâneo, promover a personalização do conteúdo e incentivar a produção criativa, a IA torna-se uma aliada significativa no processo de ensino e aprendizagem. Essas práticas não apenas fortalecem a autonomia e a autorregulação dos estudantes, como também os preparam para uma atuação cidadã em uma sociedade cada vez mais digital e mediada por algoritmos.

As ferramentas de apoio ao estudo e à pesquisa baseadas em Inteligência Artificial (IA) vêm se consolidando como aliadas ao processo de aprendizagem dos alunos. Essas ferramentas oferecem sugestões personalizadas, organizam informações de maneira eficiente e facilitam a busca por conteúdos relevantes de forma rápida e contextualizada.

Segundo Vicari *et al.* (2023), a inserção de competências específicas sobre IA nos currículos escolares é essencial para que os alunos saibam utilizar tais tecnologias com criticidade e autonomia. Nesse contexto, ferramentas de IA podem auxiliar na organização de tempo de estudo, na seleção de fontes confiáveis e no entendimento de temas complexos, especialmente em disciplinas como Matemática e Ciências.

### **3.5.1 Aplicativos para resumos mapas mentais e explicações**

O uso de aplicativos com Inteligência Artificial (IA) para elaboração de resumos, criação de mapas mentais tem ampliado as possibilidades de estudo autônomo e personalizado pelos alunos. Essas ferramentas podem facilitar a organização dos conhecimentos, permitindo a visualização de ideias de forma estruturada e acessível, contribuindo diretamente para protagonismo estudantil, apoiando construção do conhecimento de forma ativa, visual e significativa.

### **3.5.2 Plataforma de tutoria inteligente e reforço escolar**

As plataformas de tutoria inteligente, por meio de algoritmos avançados, são capazes de identificar lacunas no aprendizado, recomendar conteúdos e exercícios específicos e oferecer *feedback* imediato, simulando a atuação de um tutor humano.

De acordo com Pscheidt (2024), as tutorias inteligentes oferecem explicações detalhadas, vídeos, notas explicativas e exercícios complementares, permitindo que os estudantes avancem em seu próprio ritmo e superem dificuldades com maior autonomia. Essa abordagem é extremamente eficaz no ensino da matemática, onde a prática constante e o esclarecimento de dúvidas imediatas fazem grande diferença no desempenho. “A IA está se tornando cada vez mais popular no setor educacional, com o potencial de otimizar a maneira como os alunos aprendem e como os professores ensinam.” (Pscheidt, 2023, p. 89).

### 3.6 Chatbots e LLMs na educação

O uso de *chatbots* como ferramenta educativa abre novas possibilidades de interação, análise crítica e personalização da aprendizagem. Segundo Vicari et al. (2023), os professores podem propor aos alunos que avaliem respostas geradas por IA a partir de rubricas, o que estimula a reflexão sobre o processo de escrita e critérios de avaliação. Essa prática permite um distanciamento emocional, facilitando o desenvolvimento de competências metacognitivas.

Além disso, os alunos podem debater temas com a Inteligência Artificial, assumindo posições argumentativas enquanto o *chatbot* atua como contraponto. Essa estratégia fortalece a capacidade de argumentação e pensamento crítico. Outra proposta pedagógica consiste em solicitar conselhos ao *chatbot* sobre temas diversos, como bem-estar ou organização de rotina. Tal prática permite levantar questões éticas e críticas sobre os limites da confiabilidade dessas ferramentas, discutindo o quanto suas respostas são baseadas em dados amplamente disponíveis.

Muitas vezes há confusão com relação às diferenças entre assistentes virtuais e *chatbots*. Também um meme que há muita sobreposição entre os dois. Ambos usam o NLP para interpretar linguagem e executar tarefas. Contudo, os dois ainda guardam distinções críticas. Em grande parte, os *chatbots* são desenvolvidos principalmente para empresas, para ajudar o suporte ao cliente ou atuando em funções de vendas. Os assistentes virtuais, por outro lado, são direcionados precisamente a você e voltados para ajudar em suas atividades diárias. (Taulli, 2020, p. 154).

Por fim, a IA pode atuar como tutora ou monitora digital, especialmente útil em contextos onde há escassez de apoio presencial, promovendo acompanhamento individualizado e ampliando o acesso a recursos de aprendizagem.

#### 3.6.1 O que são chatbots educacionais

Os *chatbots* educacionais são sistemas baseados em modelos de linguagem natural que utilizam inteligência artificial para interagir com os alunos em tempo real, respondendo perguntas, explicando conteúdos e auxiliando na organização do pensamento. Essas ferramentas permitem que os estudantes pratiquem habilidades de escrita, argumentação, análise crítica e até mesmo recebam sugestões de estratégias de estudo ou de resolução de problemas.

Os *chatbots* têm sido cada vez mais explorados no contexto educacional por sua capacidade de oferecer interações automatizadas, personalizadas e acessíveis com os estudantes. Segundo Taulli (2020, p. 157), "um *chatbot* é um sistema de IA que se comunica com as pessoas, seja por voz ou bate-papo online", o que reforça seu potencial como ferramenta de apoio ao ensino e à aprendizagem em ambientes digitais.

### **3.6.2 Como utilizar os chatbots com responsabilidade**

Os *chatbots*, segundo Vicari *et al.* (2023), podem ser utilizados em sala de aula de diferentes formas: avaliando textos produzidos pela IA segundo critérios específicos, promovendo debates com o aluno assumindo o ponto de vista contrário da IA, ou ainda solicitando conselhos para estimular reflexões sobre confiabilidade, ética no uso da tecnologia. Além disso os *chatbots* funcionam como tutores ou monitores, promovendo suporte contínuo à aprendizagem, especialmente em contextos com pouca assistência presencial.

No contexto do ensino da Matemática, os *chatbots* podem servir como tutores virtuais, oferecendo explicações adicionais, *feedback* imediato e resolução de dúvidas fora do horário escolar. Segundo Vicari *et al.* (2023, p. 140), "a IA pode ser usada para fornecer tutoria ou ajuda individualizada para os alunos, seja pessoalmente ou de forma remota", o que é particularmente valioso para alunos com dificuldades específicas ou com menor acesso a apoio docente constante.

Assim os *chatbots* educacionais contribuem significativamente para personalizar a aprendizagem, aumentar a autonomia dos estudantes e promover um ambiente de ensino mais interativo e responsivo.

Sua capacidade de interagir em linguagem natural, adaptar-se às necessidades dos alunos e fornecer apoio imediato os torna ferramentas promissoras para complementar o trabalho docente. No entanto, é essencial que seu uso seja acompanhado de orientação pedagógica e reflexão crítica, garantindo que essas tecnologias sejam utilizadas de maneira ética, segura e alinhada aos objetivos educacionais.

### 3.6.3 O que são LLMs

Os Modelos de Linguagem de Larga Escala (LLMs) são sistemas baseados em redes neurais profundas, treinados com enormes volumes de dados textuais para executar tarefas de processamento de linguagem natural.

Conforme explica Taulli (2021, p. 383), “atribui-se essa denominação aos modelos matemáticos que possuem uma grande quantidade de parâmetros a serem ajustados, por meio de um processo de aprendizagem (treinamento) usando alguma técnica de Inteligência Artificial (IA).”

Esses modelos, como o ChatGPT e o LLaMA, são exemplos atuais de LLMs que já estão sendo usados para criar experiências interativas de aprendizado, inclusive em Matemática. No contexto educacional, esses sistemas se destacam por oferecer respostas personalizadas, tutoria sob demanda e explicações passo a passo, o que os torna ferramentas potentes para o reforço escolar e a aprendizagem ativa de conteúdos matemáticos.

### 3.6.4 Limitações dos LLMs

Apesar do avanço significativo dos LLMs (Large Language Models), essas tecnologias ainda apresentam limitações relevantes quando aplicadas ao contexto educacional. Uma das principais limitações é a alucinação de informações, fenômeno em que o modelo gera respostas aparentemente coerentes, mas incorretas ou inventadas. Isso pode comprometer a confiabilidade das informações transmitidas aos alunos. (Bender *et al*, 2021).

Além disso, os LLMs operam com base em grandes conjuntos de dados disponíveis na internet, o que os torna suscetíveis à reprodução de vieses, incluindo estereótipos sociais, raciais e culturais. Mesmo com técnicas de filtragem e ajustes, essas respostas enviesadas ainda podem ocorrer, exigindo acompanhamento crítico e mediado por professores (Russel; Norvig, 2022).

Por fim, os LLMs demandam grande capacidade computacional e energética, o que limita seu acesso em contextos escolares com infraestrutura precária. Também há implicações éticas ligadas à privacidade e ao uso de dados, especialmente quando modelos são treinados com informações sensíveis ou sem consentimento explícito.

Portanto, embora os LLMs representem avanços relevantes na mediação tecnológica de aprendizagem, seu uso na educação deve ser crítico, contextualizado e orientado por princípios pedagógicos sólidos.

### **3.6.5 Cuidados no uso escolar**

A inserção de tecnologias baseadas em Inteligência Artificial (IA) no contexto escolar requer cautela e reflexão ética, especialmente diante dos potenciais riscos à segurança, privacidade e ao desenvolvimento crítico dos alunos. Vicari *et al.* (2023) alertam que, embora as aplicações de IA estejam surgindo de forma acelerada, é imprescindível refletir sobre os quão seguras e apropriadas elas são para os seres humanos, especialmente públicos vulneráveis como crianças, adolescentes e idosos.

Para garantir a segurança dos estudantes e a integridade do processo educativo, é fundamental promover a educação digital crítica, envolvendo professores e alunos na compreensão dos riscos e uso consciente da IA. Isso inclui atividades como ler termos de uso de aplicativos, verificar veracidade das informações e compreender como as redes sociais e plataformas educacionais utilizam os dados coletados.

## 4 PRODUTO EDUCACIONAL: CATÁLOGO DE FERRAMENTAS DE IA

### 4.1 *Chatbots e assistentes*

Para explorar gratuitamente diversas ferramentas baseadas em Modelos de Linguagem de Grande Escala (LLMs), utilizamos o site <https://andreaoviedov.com/ia/>, que disponibiliza uma tabela organizada com aplicações de Inteligência Artificial de acesso livre. A partir dessa tabela, é possível conhecer, selecionar e utilizar diferentes LLMs para fins educacionais e experimentais.

Neste trabalho, focamos especificamente nas LLMs que podem ser utilizadas como chatbots educacionais. Ao acessar a tabela disponibilizada no site, é possível identificar categorias distintas de ferramentas.

A Tabela Periódica dos Apps Gratuitos de Inteligência Artificial, elaborada por Andrea Oviedo, organiza de forma visual e funcional uma grande variedade de ferramentas de IA disponíveis gratuitamente. A disposição dos elementos remete ao modelo da tabela periódica química, com o objetivo de facilitar a categorização e o acesso aos diferentes tipos de aplicações.

Cada grupo de ferramentas é identificado por uma cor distinta e um ícone temático, representando categorias como:

- ***Chatbots e texto;***
- ***Imagens;***
- ***Apresentações;***
- ***Vídeo e animação;***
- ***Educação;***
- ***Áudio.***

A organização em formato de tabela periódica permite ao usuário navegar de forma intuitiva pelas diversas possibilidades de uso da inteligência artificial, inclusive com links interativos no material original online, direcionando para o acesso direto às ferramentas.

Figura – 1: Destaque das LLMs na Tabela Periódica das Ferramentas de IA's



Fonte: <https://www.andreaoviedo.com/ia>. Acesso em: 16.jul.2025.

Ao clicar em algumas dessas ferramentas, somos direcionados para grupos específicos, onde estão reunidos os modelos de linguagem com funcionalidades voltadas para interação em linguagem natural, permitindo sua aplicação no contexto educacional como agentes tutores, assistentes de resolução de problemas ou geradores de conteúdo didático personalizado.

Chatbot é um programa de computador projetado para simular conversas humanas. Ele interage com usuário por meio de texto ou de voz, com o objetivo de fornecer informações, responder perguntas, executar tarefas ou simplesmente manter um diálogo. Se for um chatbot com inteligência artificial, eles utilizarão técnicas de processamento de linguagem natural (PNL) e aprendizado de máquina pra entender a intenção do usuário, mesmo que a formulação da pergunta seja diferente.

Figura – 2: Lista de LLMs selecionada como chatbots de linguagem natural

Aplicación	Enlace	Descripción
ChatGPT	<a href="https://chatgpt.com">https://chatgpt.com</a>	Un chatbot inteligente creado por OpenAI capaz de generar respuestas a todas tus preguntas, asesorarte, brindarte ideas y crear contenidos en texto.
Gemini	<a href="https://gemini.google.com">https://gemini.google.com</a>	Un chatbot inteligente creado por Google, al que puedes hacerle preguntas a las cuales te responde con fuentes actualizadas, puedes pedirle que genere textos creativos, que traduzca textos y siga distintas instrucciones.
Copilot	<a href="https://copilot.microsoft.com">https://copilot.microsoft.com</a>	Una chatbot inteligente de Microsoft para potenciar tu productividad, generando contenido y automatizando tareas.
Meta AI	<a href="https://www.meta.ai">https://www.meta.ai</a>	Un chatbot inteligente de Meta integrado con Whatsapp, Instagram, Facebook, etc. al cual le puedes pedir ayuda en múltiples tareas.
Claude AI	<a href="https://claude.ai">https://claude.ai</a>	Un modelo conversacional diseñado para ofrecer respuestas coherentes y útiles en tareas complejas como redacción y programación.
Perplexity	<a href="https://www.perplexity.ai">https://www.perplexity.ai</a>	Un motor de búsqueda inteligente que proporciona respuestas rápidas y precisas a tus preguntas complejas utilizando múltiples fuentes de información.
ResearchGPT	<a href="https://www.researchgpt.com">https://www.researchgpt.com</a>	Un asistente de investigación que te ayuda a descubrir y analizar artículos científicos de manera eficiente.

Fonte: <https://www.andreaoviedo.com/ia>. Acesso em 16.jul.2025

Ao chegar nessa lista, encontramos as LLMs que podem ser utilizadas como chatbots de linguagem natural. Dentre elas, destacam-se as ferramentas ChatGPT, Claude, Gemini e Perplexity, que se popularizaram no contexto educacional por sua capacidade de compreender, interpretar e gerar textos em linguagem natural de forma coerente e eficiente.

A tabela apresenta uma seleção de ferramentas baseadas em modelos de linguagem de grande escala (LLMs), organizadas em três colunas:

- Aplicação (nome e ícone do chatbot),
- Enlace (link direto para acesso),
- Descrição (explicação resumida das funcionalidades de cada ferramenta).

Cada um dos chatbots listados possui características específicas, mas todos compartilham a funcionalidade central de interagir com o usuário por meio de linguagem natural, auxiliando na resolução de tarefas, elaboração de textos e pesquisas:

- ChatGPT (OpenAI): oferece respostas a perguntas, criação de conteúdo textual, sugestões de ideias e suporte interativo para aprendizagem.

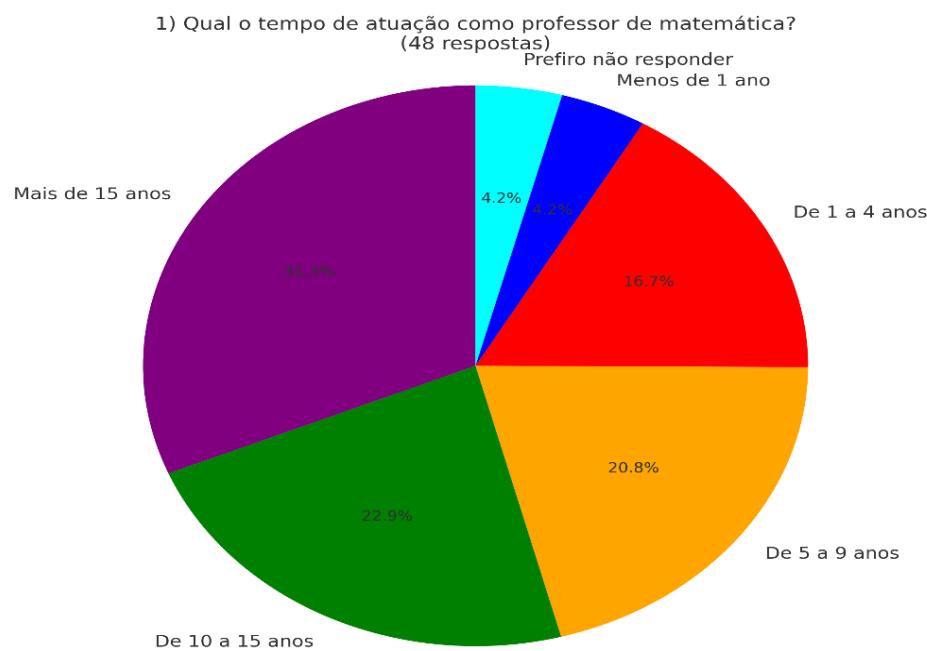
- Gemini (Google): além da conversa em linguagem natural, fornece respostas com base em fontes atualizadas, podendo traduzir textos e gerar conteúdos criativos.
  - Copilot (Microsoft): voltado à produtividade, integra-se ao ambiente de trabalho com funções de automação e apoio à escrita.
  - Meta AI (Meta): integração com plataformas de comunicação como WhatsApp e Instagram, com foco em assistências rápidas.
  - Claude AI (Anthropic): modelo conversacional que prioriza respostas coesas e seguras, útil para escrita técnica, educacional e programação.
  - Perplexity AI: funciona como um mecanismo de busca com respostas fundamentadas, apresentando fontes e explicações detalhadas.
  - ResearchGPT: especializado em auxiliar na leitura e análise de artigos científicos, promovendo o uso acadêmico da IA.

Essa categorização ajuda educadores e pesquisadores a escolherem ferramentas adequadas aos objetivos pedagógicos, como o uso de chatbots tutoriais, assistentes de escrita, geradores de questões ou facilitadores de pesquisa. Na presente dissertação, exploramos especialmente aquelas com potencial de uso direto em sala de aula, visando à personalização do ensino e à mediação ativa no processo de aprendizagem matemática.

## 5 PESQUISA REALIZADA COM PROFESSORES SOBRE O USO DE LLMS NO ENSINO DE MATEMÁTICA DA EDUCAÇÃO BÁSICA:

A pesquisa foi aplicada a 48 professores de matemática da Educação Básica, com o objetivo de investigar o conhecimento, o uso e as percepções sobre o uso de ferramentas baseadas em LLMs (Modelos de Linguagem de Grande Escala), como ChatGPT, Gemini, Claude, entre outros. A seguir, são apresentados os principais resultados, organizados por questão do questionário:

Antes de avaliar o uso de tecnologias como as LLMs, é importante compreender o perfil dos participantes em relação ao tempo de experiência docente:



Fonte: Elaborada pelo autor

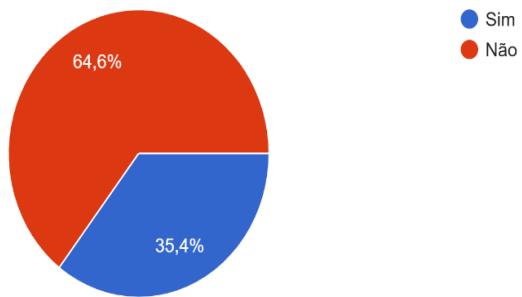
Dos 48 professores que responderam ao questionário:

- 31,3% atuam há mais de 15 anos,
- 22,9% de 10 e 15 anos,
- 20,8% de 5 e 9 anos,
- 16,7% de 1 e 4 anos,
- 4,2% têm menos de 1 ano de experiência,
- e 4,2% preferiram não responder.

Esse dado mostra que a maioria dos respondentes possui experiência significativa na docência, o que favorece uma análise mais crítica sobre o uso de novas tecnologias em sala de aula.

2) Participou de formação sobre inteligência artificial na educação?

48 respostas

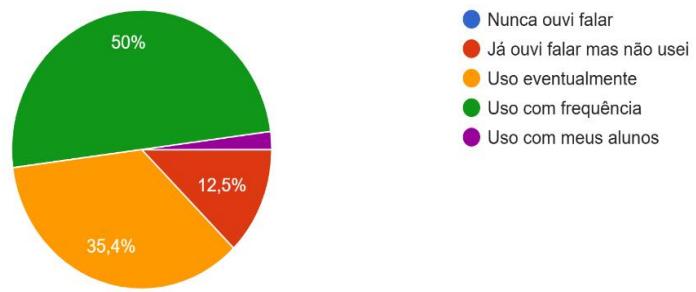


Fonte: Elaborada pelo autor

Esta questão investigou a formação prévia dos docentes com foco em IA. Os dados revelam que uma parcela relevante ainda não participou de formações específicas sobre IA, o que pode interferir na adoção segura e pedagógica dessas ferramentas.

3) Como você avalia seu nível de familiaridade com ferramentas de IA?

48 respostas

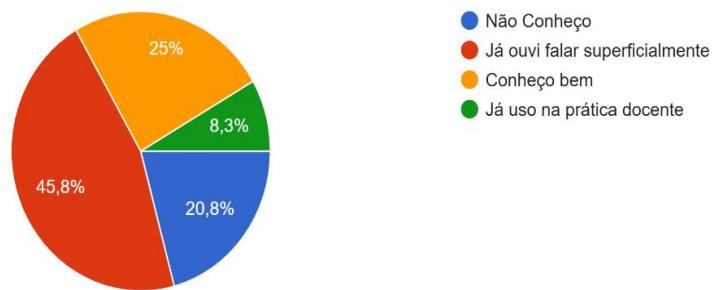


Fonte: Elaborada pelo autor

Buscando entender o nível de familiaridade dos docentes com ferramentas de inteligência artificial, constatou-se que muitos professores já ouviram falar superficialmente, enquanto uma parte usa eventualmente ou com frequência. Apenas uma minoria relata usar com os alunos. Isto demonstra a necessidade e a relevância de investimentos em formação continuada voltada ao uso de ferramentas de inteligência artificial pelos docentes.

## 4) Você sabe o que são LLMs ?

48 respostas



Fonte: Elaborada pelo autor

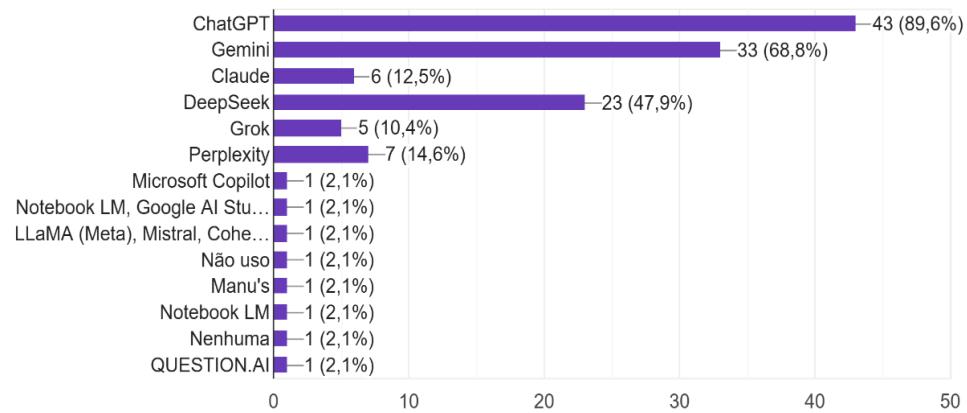
Esta pergunta teve como objetivo verificar o conhecimento específico sobre os Modelos de Linguagem. Observa-se que:

- Uma parte significativa ainda conhece superficialmente ou não conhece,
- Enquanto outra parcela afirma conhecer bem.

Esse dado reforça a importância de ações de capacitação técnica e pedagógica sobre essas ferramentas no contexto escolar.

## 5) Quais ferramentas de LLMs você já utilizou ou conhece?

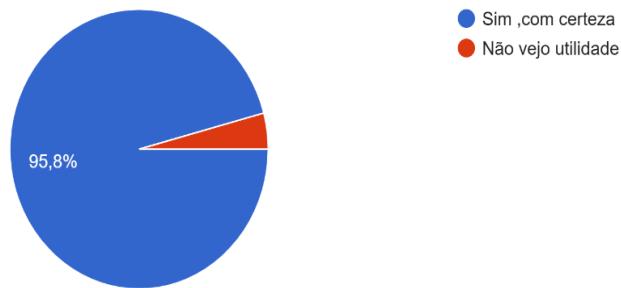
48 respostas



Fonte: Elaborada pelo autor

Entre as ferramentas mencionadas, o ChatGPT aparece como a mais conhecida, seguido por Gemini, Claude, DeepSeek, entre outras. Isso indica que os professores estão sendo impactados principalmente por ferramentas mais populares e acessíveis.

6) Você acredita que ferramentas como o ChatGPT contribuem para o ensino da matemática?  
48 respostas

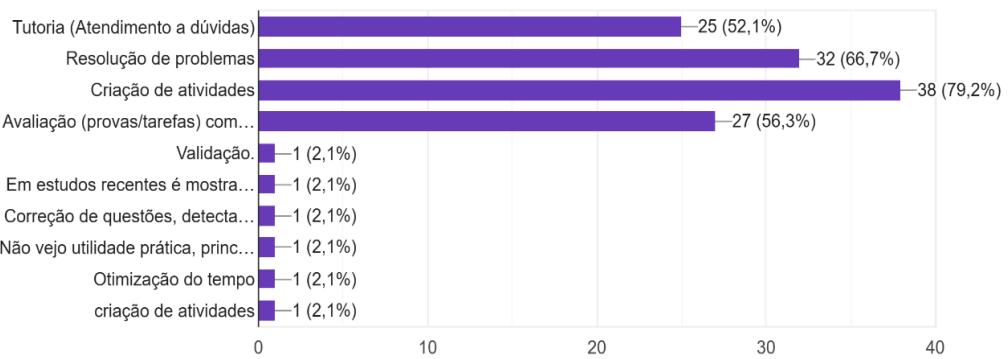


Fonte: Elaborada pelo autor.

Esta questão revelou a percepção dos professores quanto à contribuição dessas ferramentas:

- A maioria respondeu “Sim, com certeza”, reconhecendo o potencial da LLM na prática pedagógica,
- Outros ainda demonstram resistência quanto à sua utilidade, talvez por motivo de não conhecer os benefícios da ferramenta.

7) Em quais aspectos as LLMs podem auxiliar o ensino a matemática?  
48 respostas



Fonte: Elaborada pelo autor.

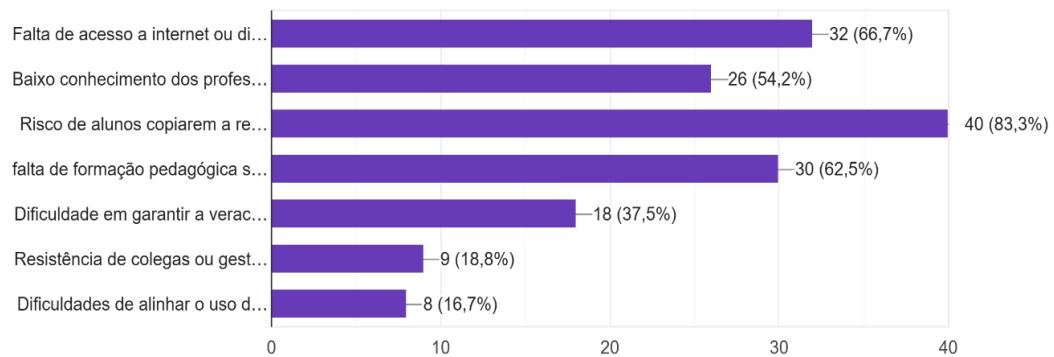
Os participantes puderam marcar múltiplas opções. As mais citadas foram:

- Tutoria e atendimento a dúvidas,
- Resolução de problemas,
- Geração de atividades,
- Correção automática de exercícios,
- Explicações passo a passo.

Esses resultados mostram que os professores visualizam as LLMs como aliadas em diversas fases do processo de ensino-aprendizagem.

8) Quais dificuldades você enxerga no uso dessas ferramentas em sala?

48 respostas



Fonte: Elaborada pelo autor

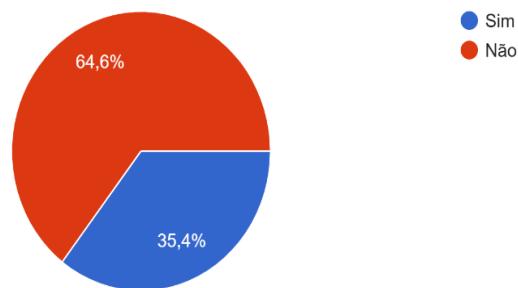
Foram apontadas diversas barreiras, entre elas:

- Falta de acesso à internet ou dispositivos adequados,
- Baixo conhecimento técnico dos docentes,
- Risco de cópia sem aprendizagem real,
- Desconfiança quanto à veracidade das respostas,
- Falta de formação sobre IA,
- Dificuldades de alinhamento com a BNCC.

Reconhecer esses desafios, é importante para direcionar políticas públicas e formações docentes eficazes.

9) Já utilizou LLMs com seus alunos?

48 respostas



Fonte: Elaborada pelo autor.

Essa pergunta investigou a experiência prática dos docentes com LLMs em sala de aula. A maioria ainda não aplicou diretamente com seus alunos, embora o interesse esteja crescendo à medida que conhecem melhor as funcionalidades das ferramentas.

Por fim, na questão 10 foi aberto uma caixa de diálogo para que os professores consultados pudessem dar suas sugestões sobre o tema abordado na pesquisa.

10) Deixe sugestões para o uso consciente e pedagógico das LLMs

48 respostas

Uso moderado, com certeza trará aprendizado sólido.

Resolução de exercícios combinado com apresentação das resoluções. Assim, teremos uma maior garantia que o estudante usou as LLMs tirar dúvidas e compreendeu de fato as resoluções.

Deveríamos ter formação sobre o uso de novas tecnologias e acesso à elas.

Utilizar junto de uma plataforma educacional

Teoria e prática devem trabalhar juntos

Planejamento de Currículo adequado ao nível de proficiência do estudante.

Ao encontrar resolver um problema, após os alunos obterem as respostas as LLMs podem ser utilizadas com métodos diferentes de resolver aquele problema

No momento entendo que as LLMs precisam de uma regulamentação para iniciar o uso pedagógico.

Fonte: Elaborada pelo autor

As sugestões coletadas junto a 48 professores de matemática revelam uma visão diversificada sobre o uso das LLMs (Modelos de Linguagem de Grande Escala) na educação. Embora alguns docentes afirmem ainda não possuir domínio sobre o tema ou não se sentirem

aptos a opinar, a maioria manifesta preocupações e recomendações relevantes quanto ao uso pedagógico dessas ferramentas.

Uma das sugestões mais recorrentes foi a necessidade de formação continuada para professores e alunos, com o objetivo de promover o uso ético, consciente e eficiente das LLMs no contexto escolar. Muitos professores ressaltaram que o uso dessas ferramentas deve estar alinhado à promoção do pensamento crítico e da autonomia dos estudantes, evitando a simples reprodução de respostas prontas.

Vários docentes alertaram para o uso inadequado das LLMs por parte dos alunos, como a busca de respostas automáticas para atividades sem o devido envolvimento cognitivo. Em contraponto, também foram sugeridas formas produtivas de integração das LLMs, como o uso em sequências didáticas, elaboração de questões com múltiplas estratégias de resolução, revisão de conteúdo e apoio à compreensão de conceitos matemáticos.

Outras contribuições reforçaram que o uso das LLMs deve estar acompanhado de planejamento pedagógico estruturado, com objetivos claros e atividades que incentivem a análise crítica das informações geradas pelas inteligências artificiais. Também foi destacada a importância de os professores validarem o conteúdo gerado pelas LLMs, uma vez que erros ou alucinações podem ocorrer.

Além disso, alguns participantes apontaram o potencial das LLMs para apoiar tarefas burocráticas, como a elaboração de planos de aula e documentos escolares, desde que o professor faça uma leitura atenta e contextualizada desses materiais.

Por fim, surgiram recomendações sobre a necessidade de regulamentação e infraestrutura tecnológica nas escolas para garantir o uso adequado dessas ferramentas, bem como a importância de se trabalhar a ética digital junto aos estudantes.

## 6 USO DOS CHATBOTS NO ENSINO DA MATEMÁTICA

### 6.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA USANDO O CHATGPT

#### **Sequência Didática: Resolução de Equações do 2º Grau com Apoio do ChatGPT**

##### **Objetivo Geral**

Compreender o conceito e os métodos de resolução de equações do 2º grau, diferenciando o uso do ChatGPT como ferramenta de respostas automatizadas e como tutor interativo.

##### **Materiais Necessários**

- Dispositivos com acesso à internet (Computadores, notebooks, tablets);
- Acesso ao ChatGPT ou outra IA conversacional (chatbots);
- Papel, lápis e materiais para anotações;
- Projetor ou lousa digital para exposição dos conteúdos.

##### **Roteiro da Sequência Didática**

###### **Contextualização e Apresentação do Tema.**

- Apresentar a forma genérica equação quadrática
- Discutir sua importância e aplicações no cotidiano e em outras áreas da matemática.

###### **Diagnóstico Prévio**

- Questionar os alunos sobre seus conhecimentos prévios acerca das equações do 2º grau.
- Registrar as dúvidas e expectativas dos alunos para nortear as próximas etapas tais como identificar os coeficientes de uma equação do 2º grau, calcular o discriminante dessa equação e aplicar a fórmula de Bháskara.

### **Resolução Automatizada com o ChatGPT.**

- Solicitar que cada aluno ou grupo insira no ChatGPT a pergunta direta: “Resolva a equação”.
- Analisar a resposta fornecida, verificando se apresenta o passo a passo automatizado (cálculo do discriminante, aplicação da fórmula de Bhaskara, identificação de raízes).
- Discutir com a turma aspectos como clareza, agilidade e limitações da resposta automatizada (por exemplo, ausência de aprofundamento conceitual e pouca interação).

### **Diálogo Tutorial com o ChatGPT**

- Orientar os alunos para interagirem com o ChatGPT, solicitando explicações detalhadas, exemplos práticos, interpretação do sinal do discriminante e o significado das raízes encontradas.
- Sugerir perguntas como: “Como representar graficamente essa equação?”.
- Registrar as respostas e promover reflexão sobre a qualidade da interação, o apoio ao raciocínio matemático e as possibilidades de aprofundamento no aprendizado.

### **Atividade Prática com o Prompt adequado para o tutorial.**

- Produzir um prompt detalhado para que o aluno faça uso do ChatGPT de forma adequada com a IA simulando um tutor.
- Solicitar que os alunos destaquem vantagens e limitações de cada abordagem, fundamentando suas conclusões.

### **Ferramenta tutor me.**

- Acessar a ferramenta tutor me no ChatGPT para explorar a resolução de equações do 2 grau de forma interativa.

### Produção Final e Reflexão.

- Orientar a elaboração de um texto ou apresentação em grupo abordando o aprendizado sobre equações do 2º grau e o papel do ChatGPT em cada processo.
- Realizar um debate em sala de aula sobre o uso crítico da inteligência artificial na aprendizagem matemática.

Quadro 1 – Diferenças entre interação automatizada e tutorial em ferramentas baseadas em LLMs no contexto pedagógico

Aspecto	Resposta Automatizada	Diálogo Tutorial
<b>Forma de interação</b>	Pergunta direta → Resposta imediata (ex.: "Resolva $x^2 + 2x - 3 = 0$ " → "Raízes: 1 e -3").	Diálogo em múltiplos turnos (ex.: "Como identificar os coeficientes?" → "E se o discriminante for zero?").
<b>Profundidade</b>	Explicações sucintas, foco em resultados (ex.: fórmula aplicada sem contextualização).	Explicações detalhadas com exemplos, analogias e adaptação ao nível do usuário (ex.: "Vamos analisar o discriminante passo a passo...").
<b>Potencial pedagógico</b>	Ideal para revisão rápida ou verificação de cálculos.	Promove reflexão crítica, autonomia e conexão com conceitos prévios (ex.: relacionar equações a gráficos).
<b>Flexibilidade</b>	Limitada a comandos específicos (ex.: não responde a perguntas fora do escopo inicial).	Adapta-se ao ritmo do aluno (ex.: pausas para dúvidas, retomada de tópicos anteriores).

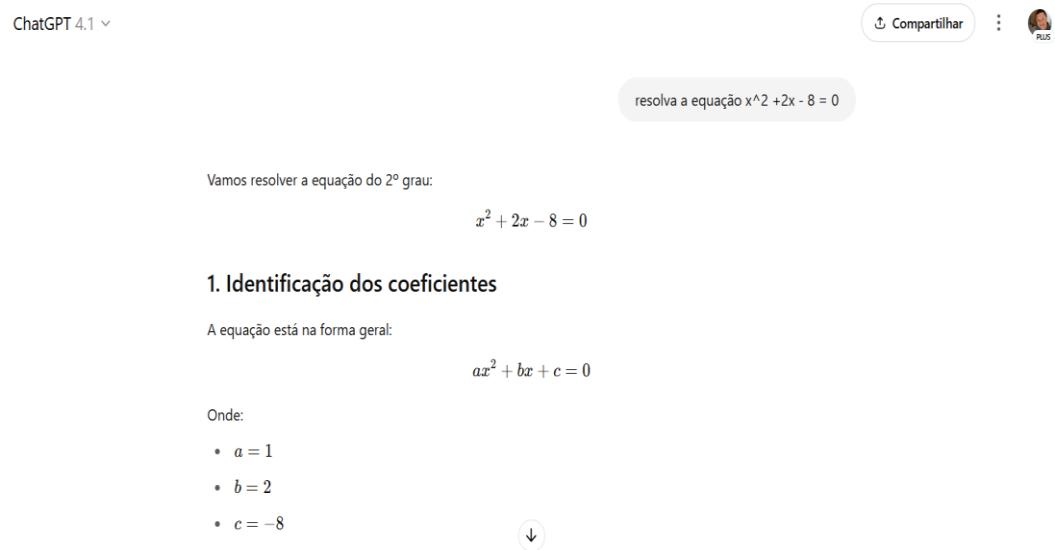
Fonte: Elaboração do autor com uso de inteligência artificial (ChatGPT 4.0)

## 6.2 SIMULAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO O CHATGPT.

### 1<sup>a</sup> Etapa:

Nesta etapa, foi utilizada a versão ChatGPT Plus, modelo 4.1. Inseriu-se o prompt “resolva a equação” para obter uma resposta automatizada à equação proposta.

Figura – 3: Prompt para a resposta automatizada do ChatGPT



The screenshot shows the ChatGPT 4.1 interface. At the top, it says "ChatGPT 4.1" and has a "Compartilhar" (Share) button. The main input field contains the text "resolva a equação  $x^2 + 2x - 8 = 0$ ". Below the input, the AI's response is shown in a box:

Vamos resolver a equação do 2º grau:  
 $x^2 + 2x - 8 = 0$

**1. Identificação dos coeficientes**

A equação está na forma geral:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

Onde:

- $a = 1$
- $b = 2$
- $c = -8$

Fonte: Elaborada pelo autor

Na sequência, o ChatGPT processou o comando e apresentou, de forma automática, a resolução detalhada da equação. Inicialmente, identificou os coeficientes da equação, mostrando a forma geral e atribuindo os valores dos coeficientes da equação do 2º grau. Após essa identificação, a ferramenta prosseguiu com o cálculo do discriminante, substituindo os valores dos coeficientes na fórmula. Em seguida, exibiu o cálculo das raízes utilizando a fórmula de Bhaskara:

Figura – 4: Fórmula de Bháskara na forma automatizada

ChatGPT 4.1 v

Compartilhar

2. Cálculo do discriminante ( $\Delta$ )

$$\Delta = b^2 - 4ac$$
$$\Delta = (2)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-8)$$
$$\Delta = 4 + 32$$
$$\Delta = 36$$

3. Encontrando as raízes pela fórmula de Bhaskara

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

Substituindo os valores:

$$x = \frac{-2 \pm \sqrt{36}}{2 \cdot 1}$$

Fonte: Elaborada pelo autor.

Em seguida, exibiu o cálculo das raízes utilizando a fórmula de Bhaskara:

Figura – 5: Cálculo das raízes de forma automatizada

Fonte: Elaborada pelo autor

Note que além da falta de interatividade, a resolução apresentada é mecânica, pouco contextualizada, sem explicações aprofundadas, sem verificação das respostas e sem recursos visuais. Isso limita o aprendizado ativo, a compreensão conceitual e o engajamento do estudante.

## 2ª Etapa:

Nesta etapa, também foi utilizada a versão ChatGPT Plus, modelo 4.1. Inseriu-se o prompt abaixo para se obter uma interatividade ao invés de uma resposta automatizada:

**“Você é um tutor virtual especializado em matemática, com foco em ensinar a resolução de equações do 2º grau de forma interativa e didática. Seu papel é conduzir o aluno em um diálogo passo a passo para resolver equações quadráticas.**

**Durante a interação, faça perguntas para que o aluno participe ativamente do processo, peça que ele informe cada etapa da resolução, e ofereça explicações claras e exemplos quando necessário.**

**Além disso, esteja atento aos erros comuns que alunos costumam cometer ao resolver equações do 2º grau, como:**

- **Confundir os coeficientes a, b e c;**
- **Calcular incorretamente o discriminante;**
- **Esquecer de aplicar a fórmula de Bhaskara corretamente;**
- **Cometer erros na simplificação da raiz quadrada;**
- **Não considerar as duas soluções possíveis;**

**Quando detectar um possível erro ou dúvida do aluno, explique o conceito envolvido de forma simples e dê dicas para corrigir o raciocínio. Estruture a conversa em etapas, solicitando respostas do aluno e validando-as antes de avançar. Comece a interação saudando o aluno e apresentando o problema, depois conduza o diálogo conforme descrito”**

Ao inserir o prompt acima, acabamos de transformar o chatbot em um tutor inteligente, capaz de interagir e orientar o aluno de forma personalizada.

Figura – 6: Resposta do ChatGPT ao inserir o prompt para tutoria

ChatGPT 4.1

Hoje, vamos aprender juntos como resolver uma equação do 2º grau, também chamada de equação quadrática. Vamos trabalhar com a seguinte equação:

$$x^2 + 2x - 8 = 0$$

Vou te guiar passo a passo! E quero que você participe, respondendo cada etapa, tudo bem? Se ficar com dúvida, pode perguntar a qualquer momento!

**Etapa 1: Identificação dos coeficientes**

Para começar, toda equação do 2º grau está no formato:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

Você consegue me dizer, olhando para a nossa equação, quais são os valores de  $a$ ,  $b$  e  $c$  aqui?

Digite os valores e eu confirmo para você!

□ 🔍 🌐 🌐 🔍

Pergunte alguma coisa

+ 🚧 Ferramentas

Fonte: Elaborada pelo autor

Na etapa seguinte, simulamos a interação de um estudante inserindo um erro proposital em sua resposta, permitindo assim analisar a capacidade pedagógica do tutor virtual na identificação e correção do equívoco:

Figura – 7: Resposta do ChatGPT ao simular erro de um estudante

ChatGPT 4.1

0, 2 e -8

Quase! Você acertou dois deles, mas houve uma pequena confusão no valor de  $a$ .

Lembre-se:

O coeficiente de  $x^2$  é 1, mesmo que não apareça explicitamente.

O coeficiente de  $x$  é 2.

O termo independente (sem  $x$ ) é -8.

Portanto:

- $a = 1$
- $b = 2$

Pergunte alguma coisa

+ 🚧 Ferramentas

Fonte: Elaborada pelo autor

Na próxima etapa, baseado nos erros mais comuns dos estudantes na hora de calcular o discriminante, novamente simulamos a interação de um estudante inserindo um erro proposital em sua resposta, permitindo assim analisar a capacidade pedagógica do tutor virtual na identificação e correção do equívoco:

Figura – 8: ChatGPT como tutor perguntando o valor do discriminante

ChatGPT 4.1

Perfeito!

Os valores são mesmo:

- $a = 1$
- $b = 2$
- $c = -8$

Agora vamos para a **Etapa 2: cálculo do discriminante ( $\Delta$ )**, também chamado de delta.

A fórmula do discriminante é:

$$\Delta = b^2 - 4ac$$

Com os valores que encontramos,  
quanto vale  $\Delta$ ?

Faça o cálculo e me diga o resultado! (Pode mostrar cada passo se quiser!)

-28

Fonte: Elaborada pelo autor.

Mesmo sem visualizar o passo a passo da resolução do estudante, a penas com a resposta incorreta (-28) e o prompt “onde eu posso ter errado”, o ChatGPT consegue identificar o provável erro cometido pelo aluno.

Figura – 9: ChatGPT identificando o erro cometido pelo aluno.

ChatGPT 4.1

onde eu posso ter errado ?

Excelente pergunta! É muito importante analisar **onde** pode ter ocorrido o erro para que não se repita. Vou te mostrar o ponto mais comum de confusão nesse cálculo:

Você escreveu:

$$\Delta = (2)^2 - 4 \times 1 \times (-8)$$

Parece que você fez:

$$\Delta = 4 - 4 \times 1 \times (-8)$$

$$\Delta = 4 - 32$$

$$\Delta = -28$$

Esse é o erro mais comum!

A confusão está em como multiplicar os sinais:

Fonte: Elaborada pelo autor

Após oferecer exercícios extras para treinar o detalhe onde errou, o ChatGPT agora pede pra usar a fórmula de Bháskara:

Figura – 10: ChatGPT apresenta a fórmula de Bháskara

ChatGPT 4.1

Se precisar, posso mostrar exemplos extras para treinar esse detalhe. Quer tentar outra equação ou seguimos para a próxima etapa dessa?

próxima etapa

Ótimo, vamos para a Etapa 3: calcular as raízes da equação usando a fórmula de Bhaskara!

A fórmula é:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

Agora, usando os valores:

- $a = 1$
- $b = 2$
- $\Delta = 36$

Pergunte alguma coisa

+ Ferramentas

Fonte: Elaborada pelo autor

Após perguntar os valores de  $-b$  e raiz quadrada de 36, o ChatGPT substitui na fórmula de Bháskara e pede para o aluno finalizar o problema encontrando as duas raízes:

Figura – 11: ChatGPT na etapa final para encontrar as raízes

ChatGPT 4.1

Vamos substituir tudo na fórmula:

$$x = \frac{-2 \pm 6}{2 \times 1}$$

Agora, temos duas soluções, uma para o sinal de mais (+) e outra para o sinal de menos (-):

Primeira raiz:

$$x_1 = \frac{-2 + 6}{2}$$

Segunda raiz:

$$x_2 = \frac{-2 - 6}{2}$$

Você pode calcular os dois valores e me dizer quantos já cada um?

Pergunte alguma coisa

+ Ferramentas

Fonte: Elaborada pelo autor

E pra finalizar, novamente simulamos a interação de um estudante inserindo um erro proposital em sua resposta, permitindo mais uma vez, assim analisar a capacidade do ChatGPT encontrar o possível equívoco:

Figura – 12: Trocando o sinal das raízes para simular um erro

ChatGPT 4.1

-2 e 4

Ótima tentativa! Mas parece que houve uma pequena inversão nos cálculos das raízes. Vamos revisar juntos, passo a passo:

Lembre-se das fórmulas:

$$x_1 = \frac{-2 + 6}{2}$$

$$x_2 = \frac{-2 - 6}{2}$$

Calculando cada uma:

**Primeira raiz**

$\downarrow$

$-2 + 6 \quad 4$

Pergunte alguma coisa

+ Ferramentas

O ChatGPT pode cometer erros. Considere verificar informações importantes.

Fonte: Elaborada pelo autor

Nessa etapa final, baseando-se novamente em erros comuns dos estudantes na hora de determinar as raízes da equação pedida, novamente simulamos a interação de um estudante inserindo um erro proposital em sua resposta, alteramos o sinal das duas raízes para testar a eficiência do chatbot como tutor:

Figura – 13: ChatGPT identificando o possível erro no cálculo das raízes

Esse tipo de análise é muito importante para entender e superar os obstáculos.

Vamos revisar cada conta que você fez:

**1.  $-2 + 6 = -4$**

Esse cálculo está incorreto.

- Na verdade,  $-2 + 6$  é igual a **4** (não  $-4$ ).
- Lembre: quando você soma um número negativo a um número positivo, pense assim: "Tenho 6 e devo 2" → fico com 4.

**2.  $-2 - 6 = +8$**

Esse cálculo também não está correto.

- $-2 - 6$  é igual a **-8** (não  $+8$ ).
- Lembre: quando você soma dois números negativos, o resultado continua negativo e os valores somam. "Devo 2 e devo mais 6" → devo 8 → **-8**.

Pergunte alguma coisa

+ ☰ Ferramentas

O ChatGPT pode cometer erros. Considere verificar informações importantes.

Fonte: Elaborada pelo autor

Assim, o chatbot finaliza a tutoria sobre resolução de equações quadráticas, identificando possíveis erros cometidos pelo aluno, calculando corretamente as raízes e sugerindo exercícios semelhantes àqueles em que houve equívocos, a fim de evitar erros futuros.

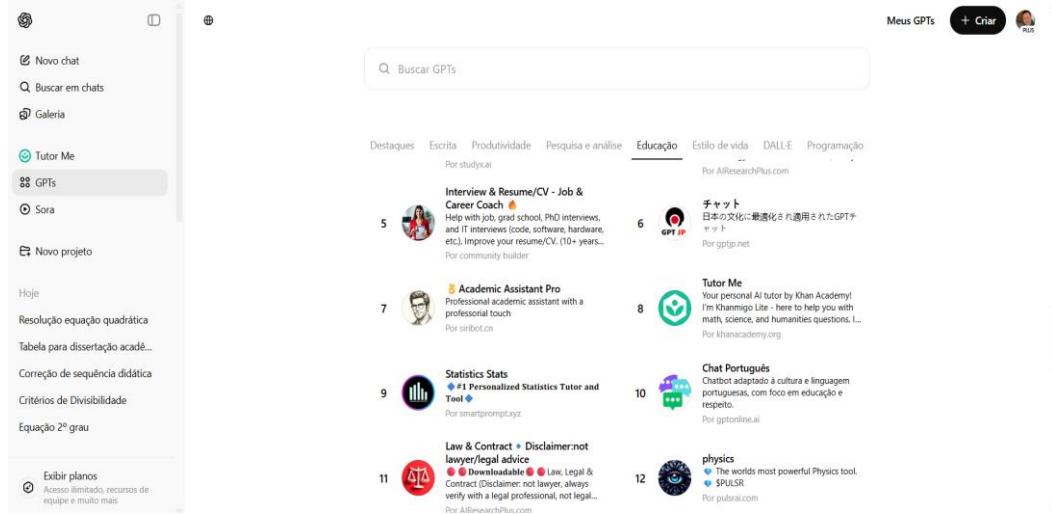
### 3<sup>a</sup> Etapa:

Agora, em vez de inserir o prompt para transformar a resposta automatizada em uma tutoria, acessaremos diretamente a ferramenta Tutor Me no ChatGPT para explorar a resolução de equações quadráticas:

Ainda utilizando a versão plus 4.1 do ChatGPT, acesse a opção **GPTs**. Nessa seção, você encontrará diversas ferramentas desenvolvidas para o ChatGPT, que podem ser aplicadas no ensino da matemática.

Nesta última etapa, utilizaremos especificamente essa ferramenta de tutoria. Para acessá-la, entre as categorias, selecione a opção educação, lá terão várias ferramentas, incluindo Tutor Me.

Figura – 14: Acesso a ferramenta Tutor Me



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ao abrir a ferramenta Tutor Me, insira o mesmo prompt usado na primeira etapa para obter a resposta automatizada:

Figura – 15: Prompt no Tutor Me



Fonte: Elaborada pelo autor

Note que a mesma pergunta utilizada no ChatGPT padrão (que gera uma resposta automatizada), a ferramenta Tutor Me adota uma abordagem pedagógica diferenciada. Inicialmente questiona o conhecimento prévio do aluno em equações quadráticas. A partir das respostas, o tutorial adapta-se ao nível de compreensão do aluno, oferecendo explicações

progressivas e personalizadas. Isso permite que o conteúdo seja ajustado conforme as necessidades individuais, promovendo uma aprendizagem mais estruturada e contextualizada.

Ao final da aplicação das sequências didáticas mediadas pelo ChatGPT, observa-se que a ferramenta oferece múltiplas possibilidades pedagógicas para o ensino da matemática. Além de gerar respostas automatizadas, o chatbot pode ser configurado como um tutor inteligente, adaptando explicações e exercícios conforme o nível de compreensão do estudante. Essa dualidade funcional evidencia seu potencial como recurso complementar para abordagens didáticas inovadoras, promovendo a aprendizagem estruturada e contextualizada.

Vale destacar que, embora o ChatGPT tenha sido o foco desta análise, outras plataformas de inteligência artificial como DeepSeek, Claude, Gemini, Perplexity, emergem como alternativas relevantes para o ensino da matemática. Cada uma apresenta particularidades diferentes em termos de interatividade, profundidade de respostas e adaptação curricular, ampliando o leque de opções para interessados em integrar IA às práticas pedagógicas.

## 7 APLICAÇÃO DO RECURSO EDUCACIONAL

### 7.1 Sequencia didática no Tutor me

**Tema: Resolução de problemas envolvendo equações do 2º grau com apoio do TutorMe (IA)**

Ano/Série: 9º ano EF

Duração estimada: 2 aulas de 50 minutos

Tecnologia utilizada: ChatGPT com TutorMe (modo de tutoria), projetor, celular dos alunos ou laboratório de informática.

#### Objetivos da Aprendizagem

- Compreender e resolver equações do segundo grau.
- Aplicar equações do 2º grau na resolução de problemas contextualizados.
- Desenvolver autonomia com o uso da IA como tutora (TutorMe).
- Estimular o pensamento crítico e a verificação de resultados.

#### Habilidades da BNCC

- **EF08MA09**

*Resolver e elaborar, com e sem uso de tecnologias, problemas que possam ser representados por equações polinomiais de 2º grau do tipo  $ax^2 = b$ .*

- **EF09MA09**

*Compreender os processos de fatoração de expressões algébricas, com base em suas relações com os produtos notáveis, para resolver e elaborar problemas que possam ser representados por equações polinomiais do 2º grau.*

- **EM13MAT302**

*Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.*

## Recursos

- Celulares ou computadores com acesso ao ChatGPT (modo Tutor Me).
- Fichas com situações-problema.
- Caderno, lápis, quadro, projetor (opcional).

### 7.2 Aplicação da sequência didática do uso do Tutor Me em problemas que envolvem equações do 2 grau

Considerando a necessidade de adaptação ao nível da turma, marcada por significativa heterogeneidade cognitiva, foi proposta aos alunos uma situação-problema envolvendo equação do segundo grau, conteúdo já trabalhado anteriormente em sala de aula.

A atividade teve início com a exposição de uma situação-problema no quadro, relacionada a equações do segundo grau. Os alunos, individualmente, foram orientados a resolver a questão inicialmente em seus cadernos, sem o uso de tecnologias, com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios. Esse momento inicial serviu como diagnóstico, permitindo ao professor identificar possíveis dificuldades e estratégias já utilizadas pelos estudantes na resolução desse tipo de equação.

*“Um jardineiro quer construir um canteiro retangular de flores em seu terreno. Ele decide que o comprimento do canteiro será 2 metros a mais que a largura. Após fazer os cálculos, ele percebe que a área total do canteiro precisa ser de 8m<sup>2</sup> para caber no espaço disponível. Quais devem ser as dimensões desse canteiro?”*

Figura – 16: Alunos do 9A manhã de 2025 - EM Godofredo de Castro Filho



Fonte: Elaborada pelo autor

Apenas um aluno da turma conseguiu resolver a situação-problema utilizando raciocínio lógico-matemático. Ao perceber que se tratava da área de um retângulo, ele raciocinou diretamente sobre dois números que, quando multiplicados, resultam em 8, sendo um deles exatamente 2 unidades maior que o outro. No entanto, nenhum dos estudantes foi capaz de modelar a equação do segundo grau correspondente à situação, o que evidenciou a necessidade de explorar estratégias de representação algébrica com a turma.

Dando sequência à proposta pedagógica, e considerando as dificuldades diagnosticadas, o passo seguinte foi a utilização da ferramenta Tutor Me, integrada ao ChatGPT, com o objetivo de iniciar uma tutoria personalizada mediada por inteligência artificial. Para isso, cada aluno utilizou seu próprio aparelho celular. Alguns estudantes, no entanto, não dispunham de acesso à internet no momento da atividade, o que foi solucionado com o compartilhamento de conexão via roteador móvel do próprio professor, garantindo que 100% da turma participasse ativamente.

A fim de assegurar a viabilidade da atividade, na semana anterior, os responsáveis e a gestão escolar foram informados sobre a proposta, visto que há a Lei Federal nº 15.100/2025, que restringe o uso de celulares em sala de aula e nas dependências escolares, excetuando-se os casos em que o uso tenha finalidade pedagógica devidamente autorizada, acessibilidade, inclusão ou situações de saúde ou garantia de direitos fundamentais.

Figura – 17: Alunos do 9A manhã de 2025 - EM Godofredo de Castro Filho acessando TutorMe



Fonte: Elaborada pelo autor

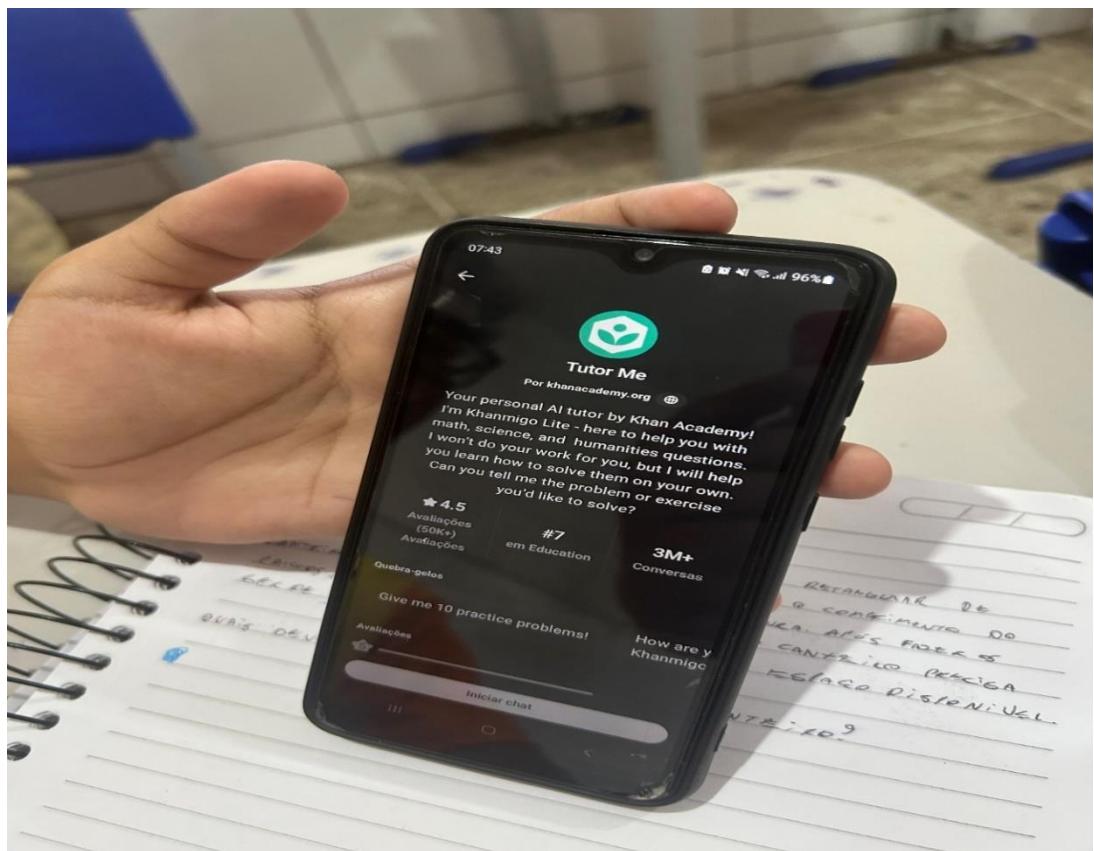
Figura – 18: Alunos do 9B manhã de 2025 - EM Godofredo de Castro Filho acessando Tutor Me



Fonte: Elaborada pelo autor

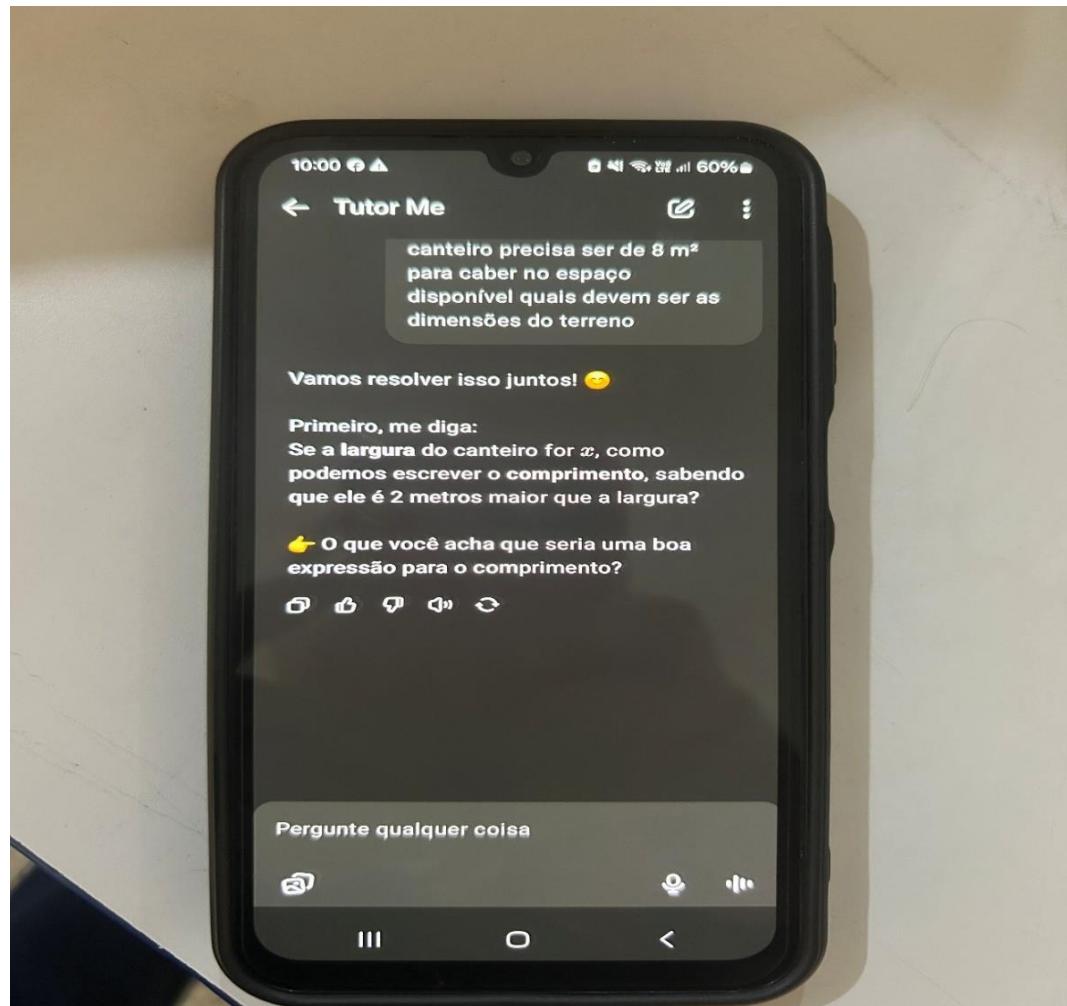
Durante a atividade, os alunos que ainda não possuíam cadastro na plataforma ChatGPT realizaram o procedimento com orientação, e todos conseguiram acessar o recurso Tutor Me.

Figura – 19: Dispositivo de um Aluno do 9A manhã de 2025 - EM Godofredo de Castro Filho conectado ao Tutor Me



Fonte: Elaborada pelo autor

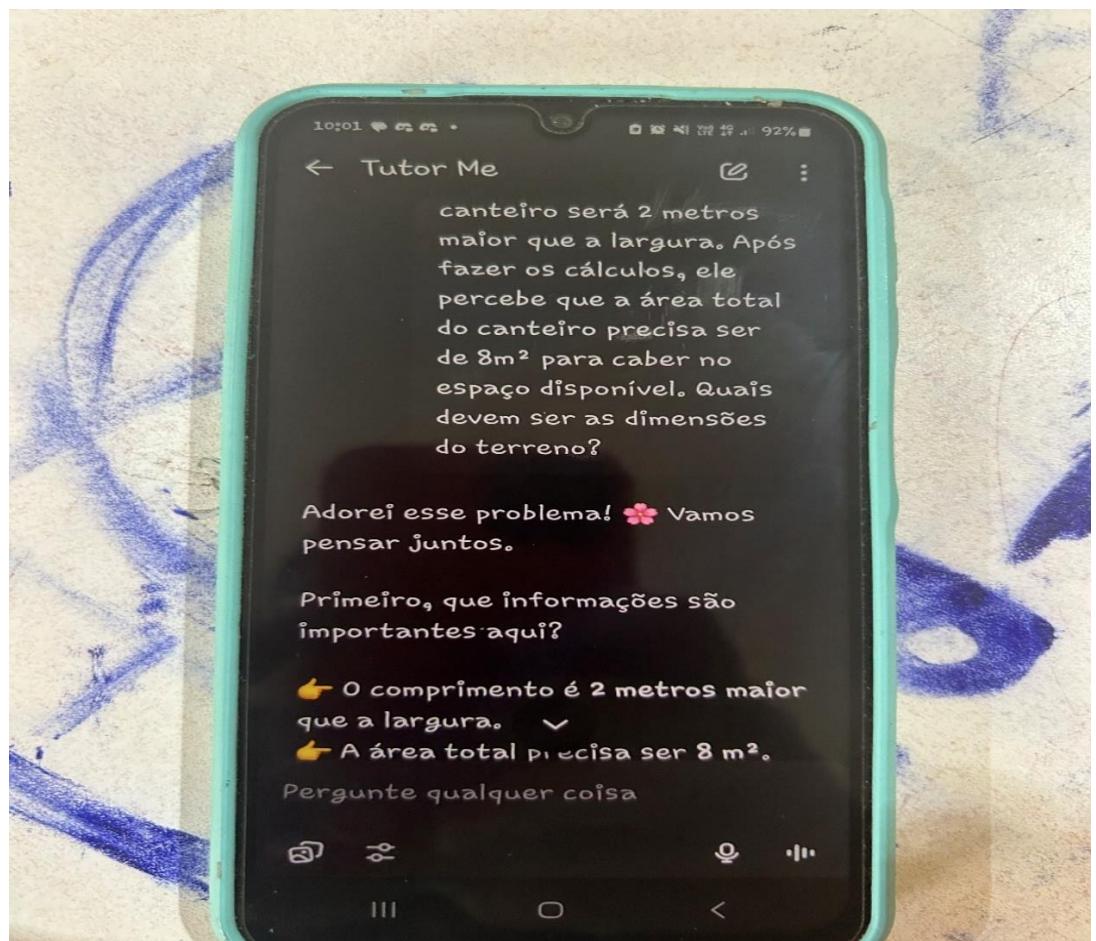
Figura – 20: Dispositivo de um aluno do 9B manhã de 2025 - EM Godofredo de Castro Filho inserindo a questão no Tutor Me



Fonte: Elaborada pelo autor

Após o acesso à ferramenta Tutor Me, chegou o momento em que os alunos inseriram o enunciado da questão na plataforma. Nesse estágio da atividade, foi possível observar uma diferença fundamental entre uma simples resposta automatizada e o processo de tutoria promovido pela IA. A principal função do Tutor Me é acompanhar o aluno ao longo da resolução, fornecendo pistas, orientações e questionamentos que conduzem ao raciocínio correto, sem entregar diretamente a resposta final. Esse tipo de mediação favorece o desenvolvimento da autonomia intelectual dos estudantes e estimula a aprendizagem ativa, uma vez que exige reflexão e participação contínua do aluno no processo.

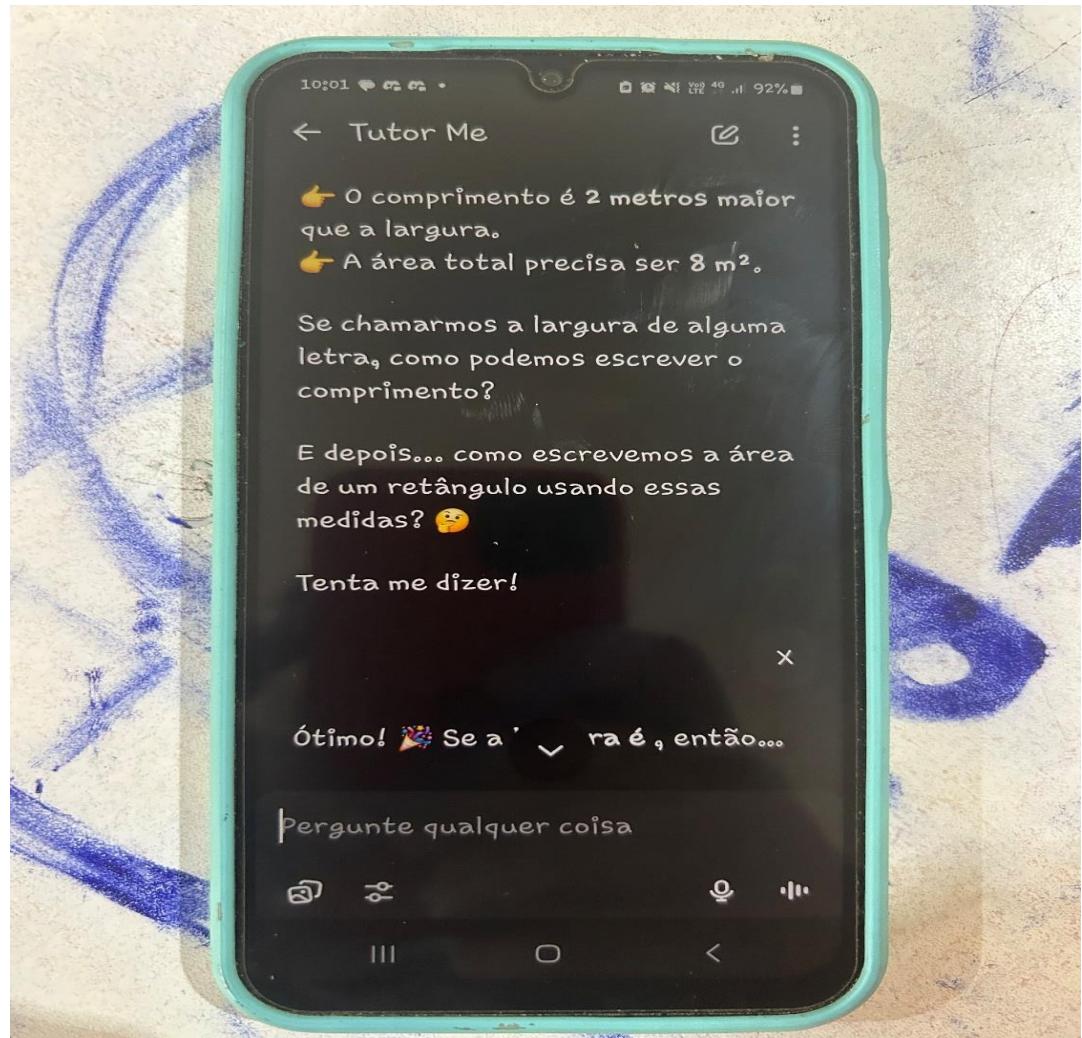
Figura – 21: Dicas do TutorMe para resolução da questão



Fonte: Elaborada pelo autor

Na figura acima, observa-se a interface da ferramenta de inteligência artificial do ChatGPT, com uma saudação inicial e um convite para a resolução colaborativa da questão proposta. Além disso, são apresentadas orientações iniciais para a identificação dos dados relevantes do problema, bem como uma dica para a construção da expressão que representa a área do retângulo.

Figura – 22: Aluno usando as dicas do Tutor Me para iniciar a resolução



Fonte: Elaborada pelo autor

Agora observa-se o momento em que o Tutor Me conduz o aluno à construção da expressão algébrica que representa a área do retângulo. A ferramenta estimula o raciocínio do estudante por meio de questionamentos orientadores, incentivando-o a relacionar as dimensões do retângulo (largura e comprimento) e a aplicar a fórmula da área de forma contextualizada.

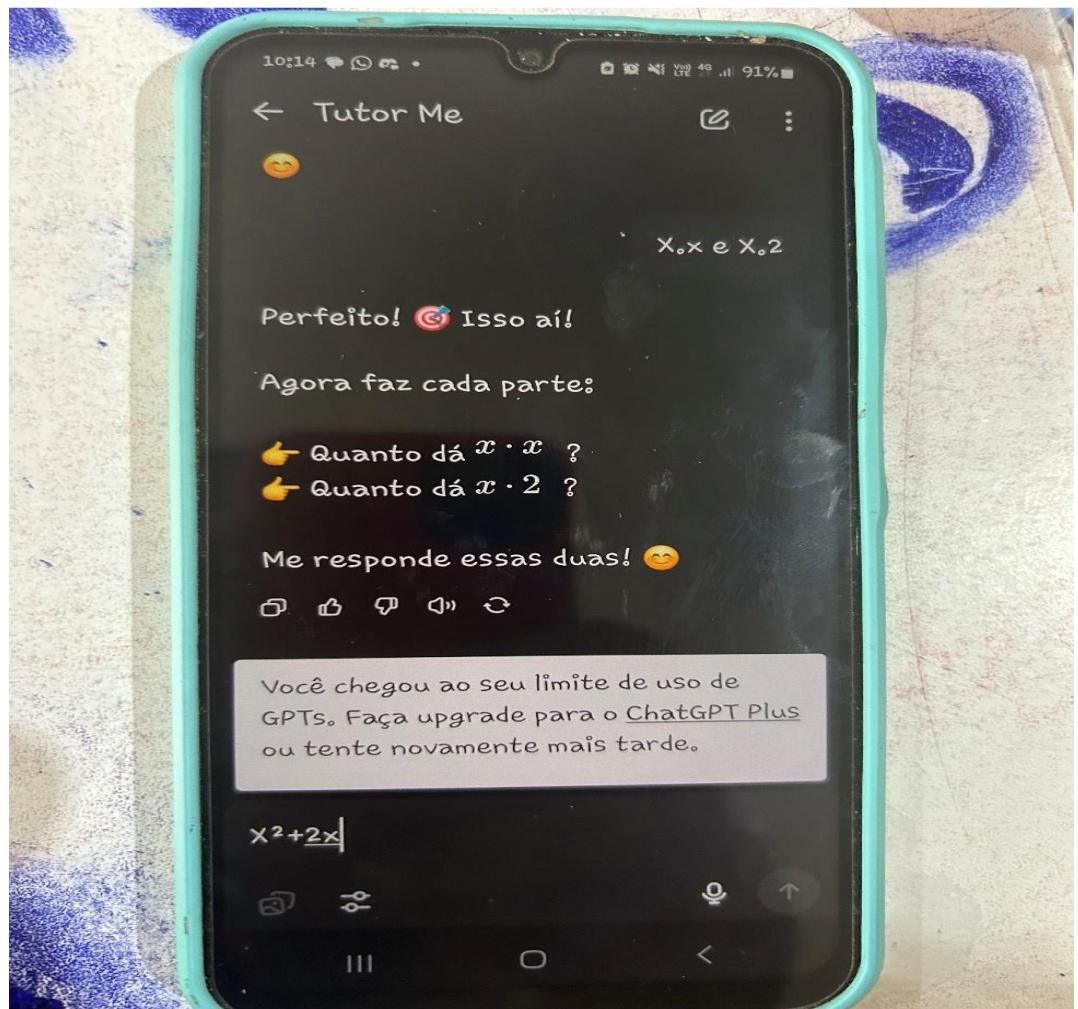
Figura – 23: Feedback imediato do TutorMe



Fonte: Elaborada pelo autor

A imagem evidencia a etapa em que, após cada resposta inserida pelo aluno, a ferramenta Tutor Me fornece um feedback imediato e direcionado. Essa devolutiva orienta o estudante de maneira interativa e progressiva, conduzindo-o à formulação correta da equação que representa a área do retângulo. O processo valoriza a construção do conhecimento, promovendo a autonomia e o raciocínio lógico-matemático.

Figura – 24: Limite de uso do Tutor Me

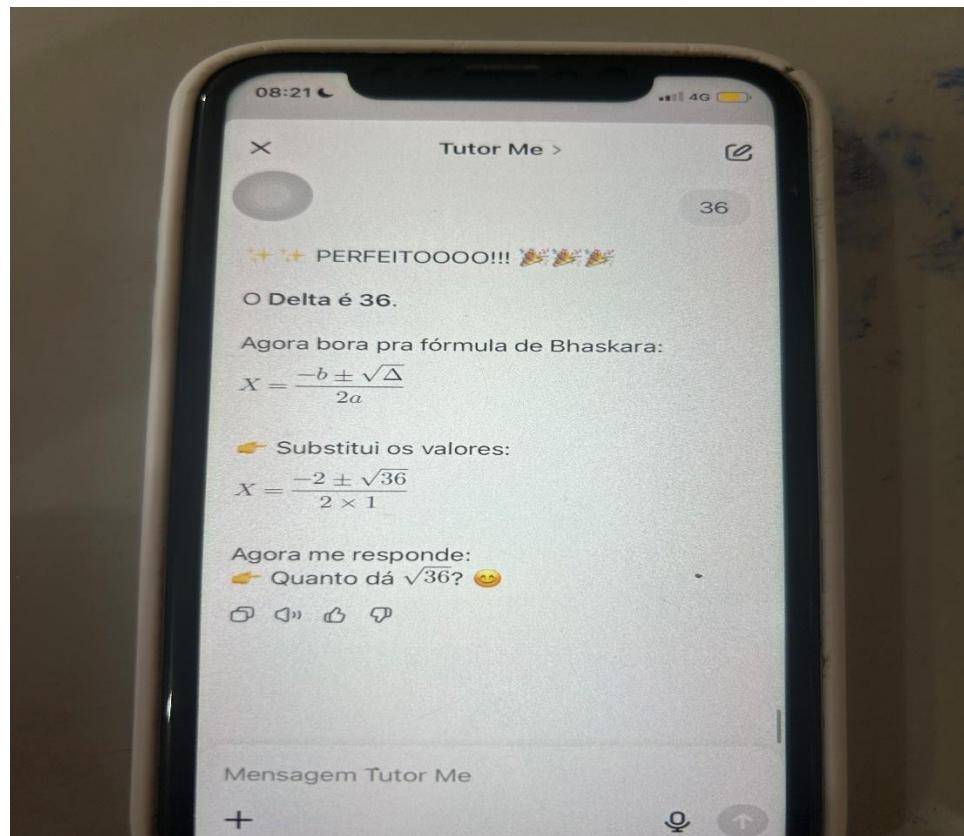


Fonte: Elaborada pelo autor

A imagem evidencia como a ferramenta Tutor Me também é capaz de auxiliar alunos com dificuldades em aplicar a propriedade distributiva e as propriedades das potências, conduzindo-os passo a passo na decomposição da expressão algébrica. A IA atua, nesse contexto, como uma tutora personalizada, identificando lacunas de aprendizagem e incentivando o aluno a resolver parte por parte.

No entanto, observou-se uma limitação técnica: alguns dispositivos utilizados durante a atividade atingiram o limite de uso gratuito dos modelos GPT, sendo interrompidos com a sugestão de atualização para o plano Plus. Apesar disso, outros alunos conseguiram concluir toda a resolução proposta com sucesso, evidenciando tanto o potencial quanto as restrições da ferramenta em contextos educacionais com infraestrutura variada.

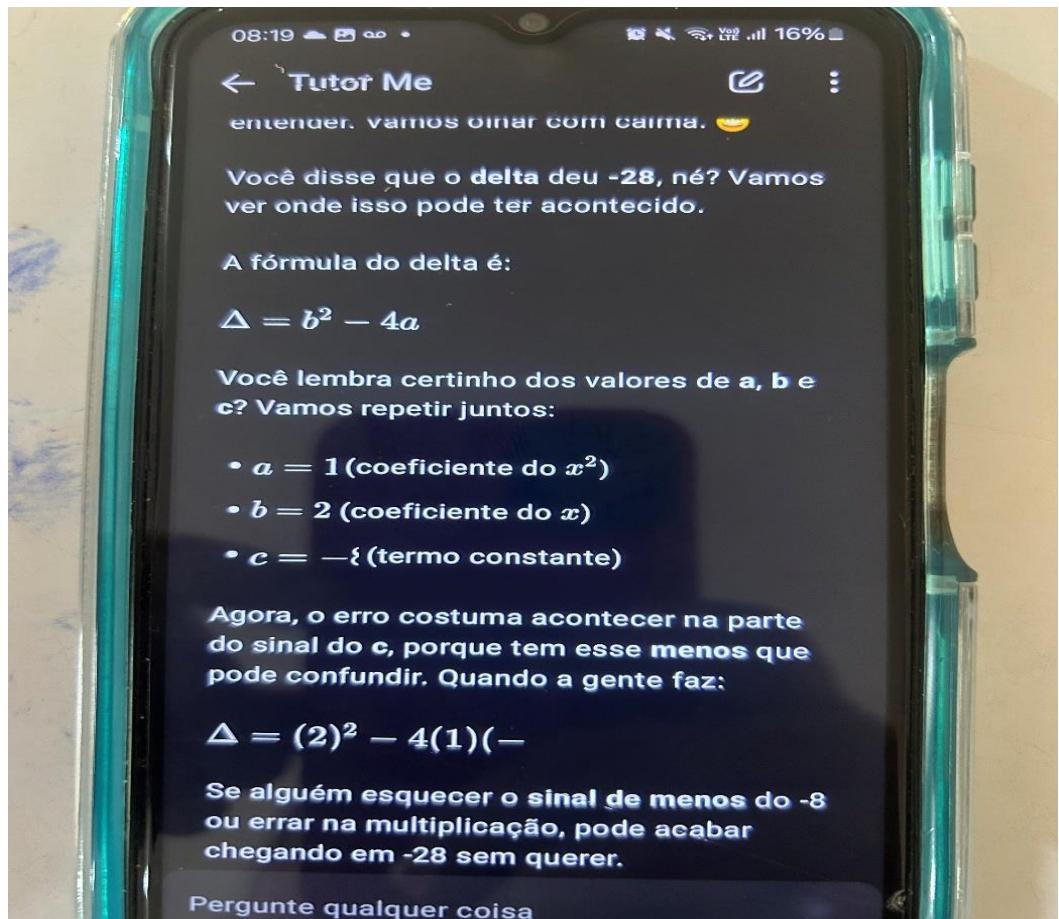
Figura – 25: Calculando corretamente o delta



Fonte: Elaborada pelo autor

A imagem anterior demonstra a etapa em que alguns alunos conseguiram calcular corretamente o discriminante (Delta) da equação do segundo grau. Nesse ponto, a ferramenta Tutor Me contribui significativamente ao dar continuidade à resolução, apresentando de forma clara a substituição dos valores das constantes e do valor de  $\Delta$  na fórmula de Bhaskara. Essa atuação da IA reforça a compreensão do processo algébrico, ao mesmo tempo em que valoriza a resposta correta do aluno e o conduz ao próximo passo da resolução.

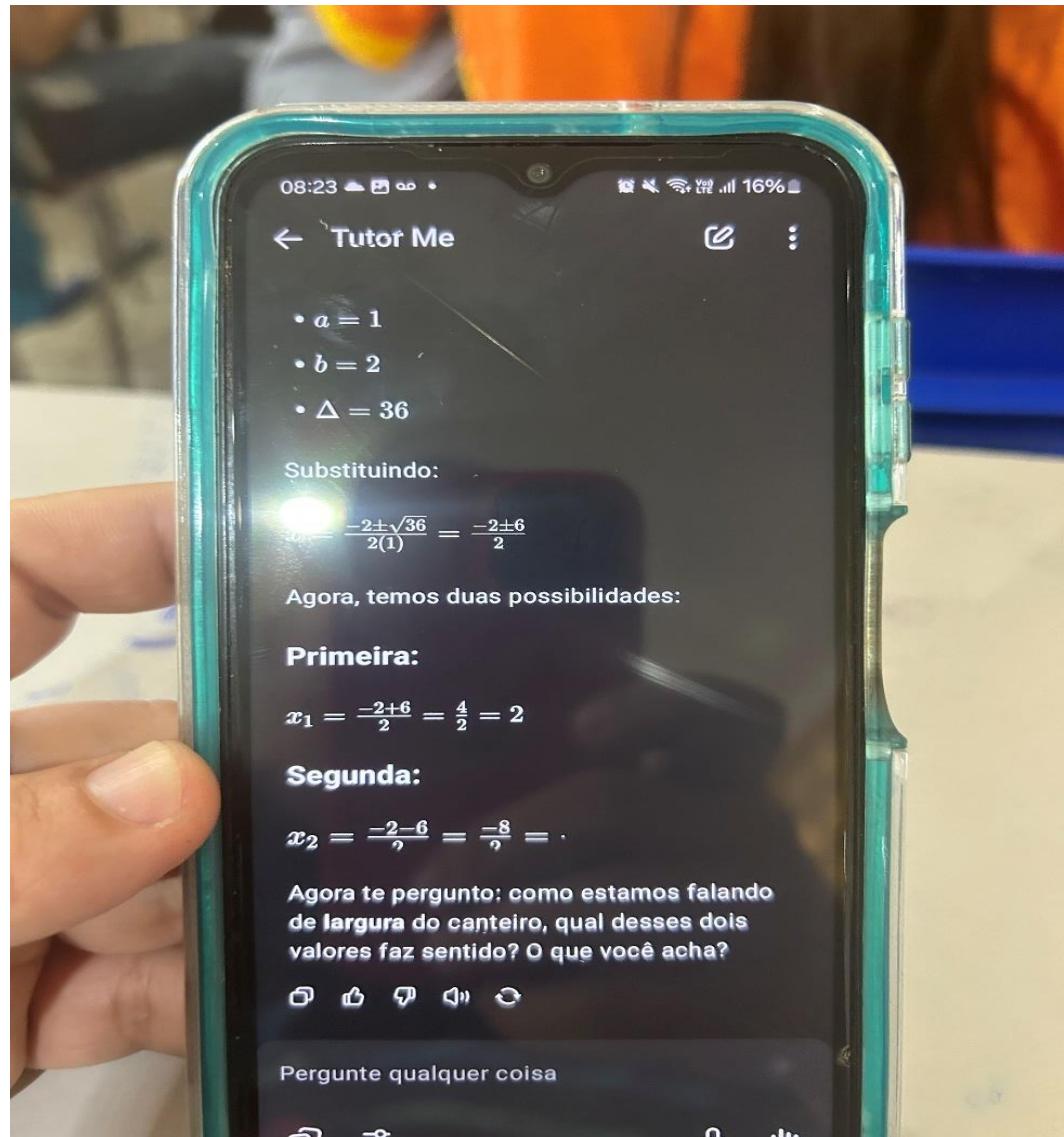
Figura – 26: Encontrando erro no cálculo do delta



Fonte: Elaborada pelo autor

A imagem evidencia uma situação em que o aluno comete um erro no cálculo do discriminante (Delta), atribuindo incorretamente o valor de -28. De forma imediata, o Tutor Me reconhece a inconsistência e inicia uma análise diagnóstica do erro, propondo uma revisão dos valores de a, b e c. A IA destaca, com clareza, que esse tipo de equívoco geralmente está relacionado à confusão com o sinal do termo c na fórmula do discriminante, reforçando a atenção a esse detalhe crítico. Essa atuação reforça o caráter formativo da ferramenta, ao promover uma correção pedagógica sem julgamento.

Figura – 27: Achando corretamente as raízes

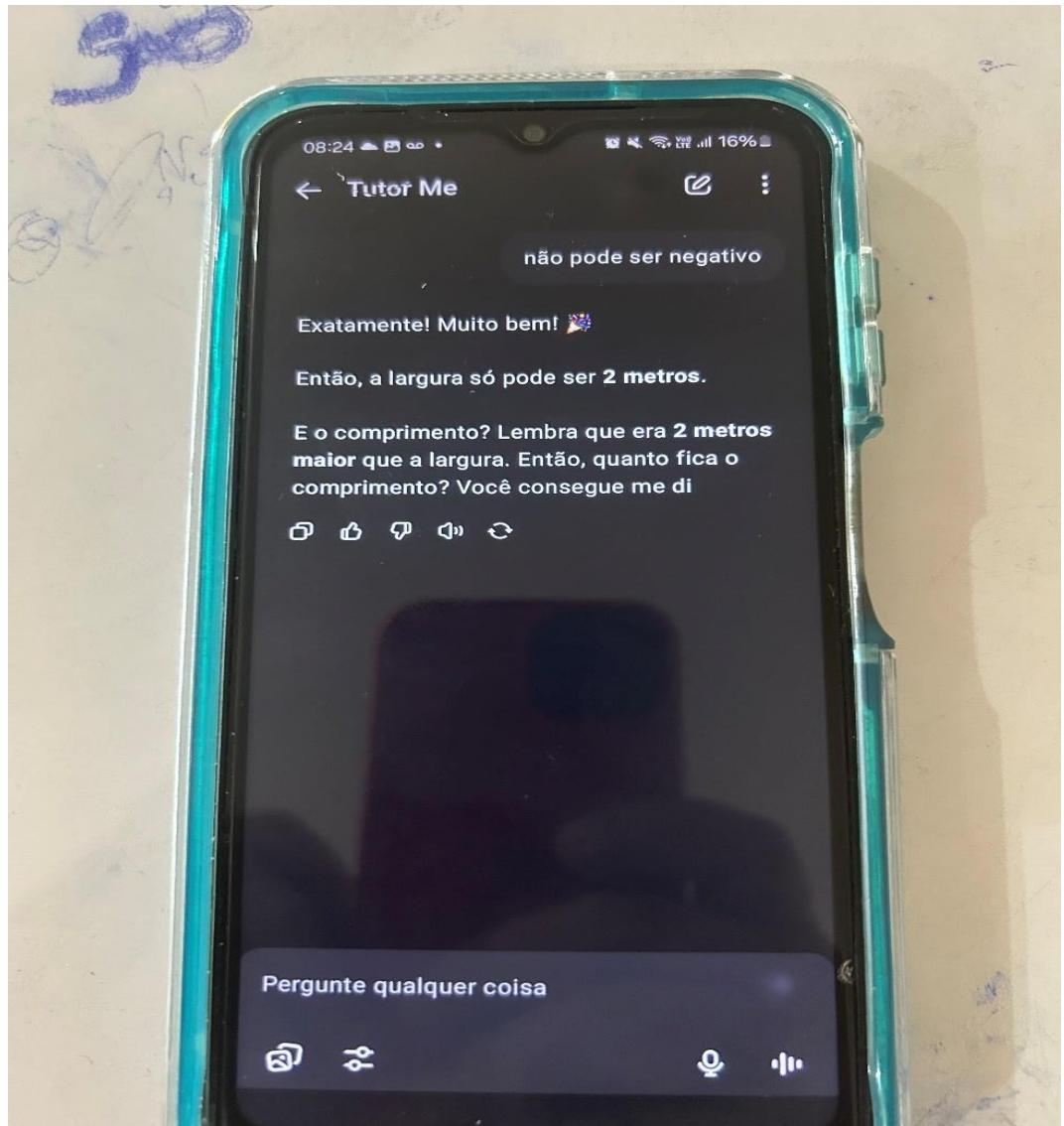


Fonte: Elaborada pelo autor

Considerando que o conteúdo previamente trabalhado em sala envolveu equações do segundo grau e problemas contextualizados, observa-se que a ferramenta Tutor Me, em alguns momentos, antecipa certas etapas da resolução tais como o cálculo do delta ou a substituição na fórmula de Bhaskara, permitindo focar nas partes que demandam maior atenção pedagógica.

Na imagem, por exemplo, a IA já apresenta as duas raízes da equação e propõe uma reflexão crítica ao aluno: qual das soluções faz sentido no contexto do problema proposto (dimensões de um canteiro)? Esse tipo de intervenção não apenas economiza tempo em etapas já dominadas, como também contribui para o desenvolvimento do pensamento lógico e da interpretação matemática contextualizada.

Figura – 28: Verificando se as raízes fazem sentido

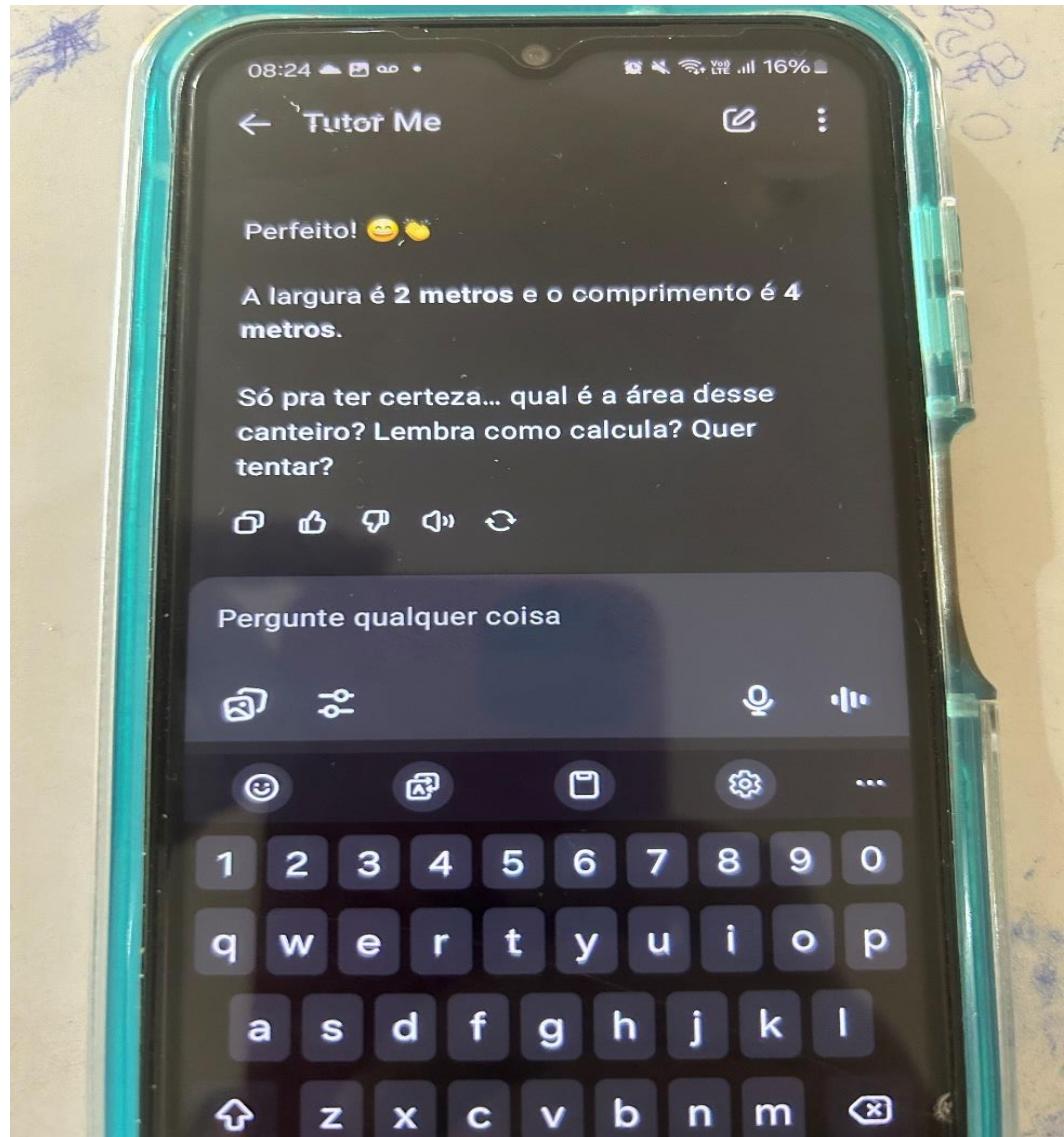


Fonte: Elaborada pelo autor

Após o aluno identificar corretamente que a dimensão x do canteiro não poderia ser negativa, a ferramenta Tutor Me fornece um feedback positivo imediato, reconhecendo o acerto e valorizando o raciocínio desenvolvido. Em seguida, a IA propõe uma nova reflexão: qual é o valor da outra dimensão do canteiro, considerando a relação dada no enunciado (comprimento sendo 2 metros maior que a largura).

Essa intervenção é didaticamente significativa, pois é comum que alunos do ensino fundamental considerem a resolução encerrada ao encontrar o valor de x, sem avançar para a interpretação completa do problema contextual. A IA, portanto, atua como um agente mediador que estimula o pensamento completo e a análise das soluções dentro do contexto proposto.

Figura – 29: Encontrando as dimensões do canteiro



Fonte: Elaborada pelo autor

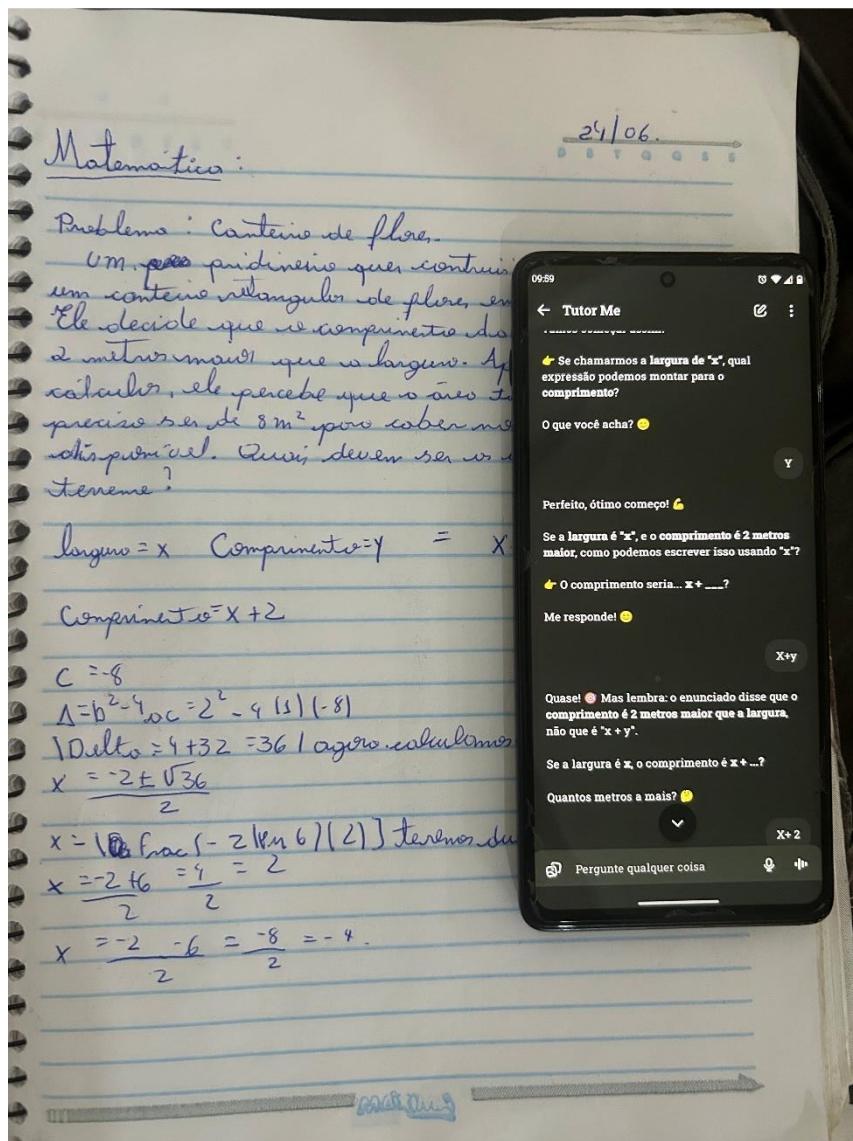
Na etapa final da interação, após o aluno responder corretamente que a largura do canteiro é 2 metros e o comprimento é 4 metros, a ferramenta Tutor Me oferece um feedback positivo por meio de elogios e emojis motivadores.

Em seguida, a IA retoma o objetivo inicial da atividade que é o cálculo da área e convida o aluno a refletir novamente sobre o conceito aprendido: "Qual é a área desse canteiro?". Essa abordagem reforça a compreensão global do problema e valoriza a importância de interpretar e validar a resposta final. Trata-se de uma estratégia didática que não apenas confirma o acerto, mas também garante que o aluno não perca de vista o propósito do problema contextualizado, promovendo a retenção e a aplicação do conhecimento de forma significativa.

### 7.3 Mudança de padrão de interação no uso do Tutor Me

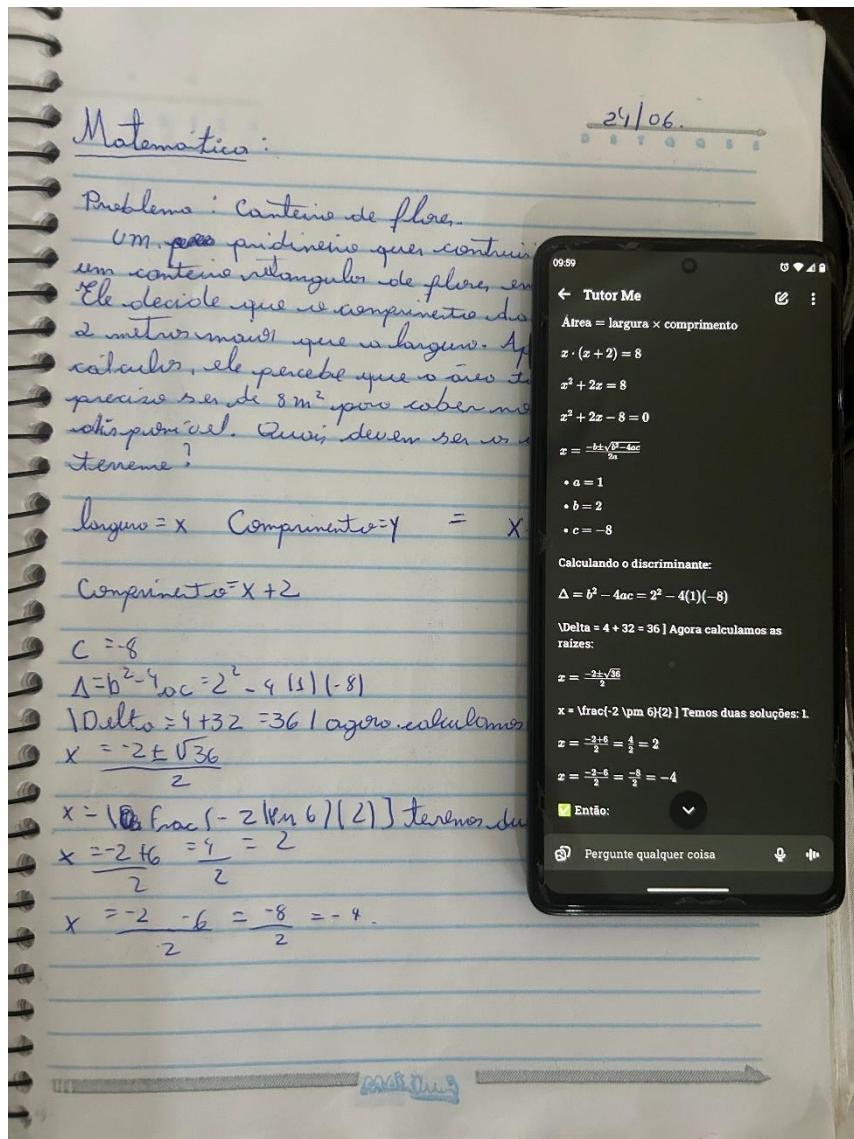
A imagem abaixo demonstra que, inicialmente, a ferramenta Tutor Me cumpre adequadamente seu papel de tutoria, ao conduzir o aluno por meio de perguntas estratégicas. A IA estimula a ativação dos conhecimentos prévios, perguntando como o aluno representaria matematicamente a largura e o comprimento do canteiro, com base nas informações fornecidas no enunciado.

Figura – 30: IA saindo do fluxo interativo planejado



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura – 31: Desvio de lógica de tutoria



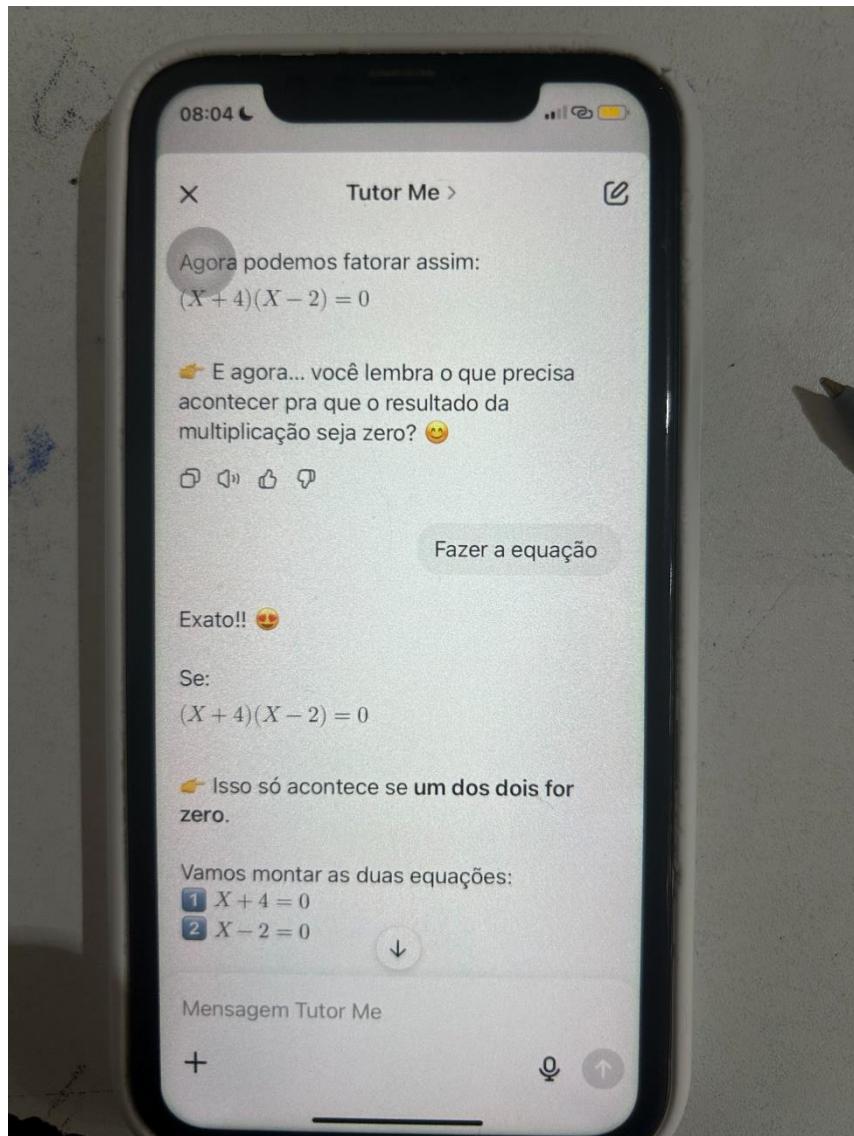
Fonte: Elaborada pelo autor

Mas de maneira inesperada observa-se acima um comportamento atípico da ferramenta Tutor Me. Ao invés de conduzir o aluno por meio de questionamentos e interações graduais, como é característico da proposta de tutoria, a IA acabou realizando toda a resolução do problema de forma direta, apresentando desde a formação da equação do segundo grau até o cálculo do discriminante, das raízes e a conclusão final do problema. Essa situação foge da função pedagógica principal da ferramenta, que é promover o raciocínio orientado do aluno por meio de perguntas, estímulo à reflexão e construção da resposta. O aluno, nesse caso, tornou-se mais espectador do que protagonista da aprendizagem.

Situações como essa indicam que, embora a IA esteja programada para atuar como tutora, certos comandos ou contextos podem ativar respostas automáticas completas,

especialmente quando o aluno insere trechos muito objetivos ou expressões matemáticas completas, levando o modelo a interpretar que deseja uma resolução direta, como ocorre no modo padrão do ChatGPT. Pode-se entender que ouve uma falha na manutenção lógica da tutoria esperada.

Figura – 32: Desvio do comportamento tutorial da IA



Fonte: Elaborada pelo autor

A imagem acima revela um momento em que o Tutor Me realiza diretamente a fatoração da equação do segundo grau, sem apresentar os passos intermediários comumente utilizados em sala de aula. No Ensino Fundamental II, os alunos geralmente são ensinados a calcular as raízes da equação por meio da fórmula de Bhaskara (ou outra estratégia) e, só então, escrever a equação na forma fatorada, como uma forma de validação posterior.

Ao inverter essa sequência, ou seja, fatorando diretamente, a ferramenta pode gerar quebra na linha de raciocínio pedagógica previamente construída, especialmente para alunos que ainda não dominam plenamente os conceitos de produtos notáveis, trinômios quadrados perfeitos ou a aplicação da propriedade do produto nulo. Esse episódio exemplifica a importância do professor enquanto mediador pedagógico, capaz de contextualizar ou corrigir caminhos automatizados da IA que não correspondem à lógica didática do nível de ensino.

## 8 AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A aplicação da sequência didática com o uso da funcionalidade Tutor Me do ChatGPT, voltada para a resolução de problemas envolvendo equações do segundo grau, constituiu uma experiência pedagógica inovadora e alinhada às tendências contemporâneas do uso de tecnologias educacionais. A proposta demonstrou grande potencial para promover o engajamento dos estudantes, despertando curiosidade e incentivando a autonomia na aprendizagem.

Durante a aplicação, observou-se que alguns alunos interagiram de maneira produtiva com a ferramenta, conseguindo formular perguntas e seguir as orientações propostas pelo sistema de tutoria da inteligência artificial. Contudo, como em toda proposta experimental, também foram identificados pontos que podem ser aperfeiçoados em futuras implementações. Entre os principais desafios, destacou-se a necessidade de maior familiarização dos estudantes com a dinâmica de interação do TutorMe, especialmente no que se refere à formulação de comandos claros e à interpretação das respostas geradas.

Além disso, constatou-se que parte dos alunos ainda demanda uma mediação mais direta e personalizada do professor, sobretudo em conteúdos que exigem maior abstração matemática. Essas observações não invalidam a proposta, mas apontam para a importância de se pensar em estratégias complementares de mediação pedagógica, de forma que a inteligência artificial atue como um recurso aliado ao trabalho docente, e não como substituto. Para maximizar os benefícios dessa abordagem, recomenda-se a realização de uma preparação prévia com os estudantes, integrando momentos presenciais de explicação coletiva, aplicação de atividades diagnósticas e formativas, além do acompanhamento contínuo das interações com a IA.

Com esses ajustes, o uso do Tutor Me poderá contribuir significativamente como ferramenta de apoio ao ensino da matemática, especialmente na consolidação dos conhecimentos relacionados à qualquer área da matemática, fortalecendo práticas pedagógicas inovadoras e inclusivas.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dissertação sobre *O Uso dos modelos de linguagem de grande escala no ensino da matemática: um olhar investigativo sobre a prática em sala de aula* surgiu da necessidade de refletir sobre novas tecnologias e ferramentas que possam transformar o processo de ensino-aprendizagem, especialmente em um contexto educacional em constante evolução tecnológica. Com o avanço das LLMs e seu potencial de atuação em ambientes pedagógicos, foi possível explorar como essas ferramentas podem oferecer suporte significativo a professores e alunos, especialmente na resolução de problemas, no desenvolvimento do raciocínio lógico e na personalização do aprendizado.

A crescente curiosidade dos alunos por tecnologias baseadas em IA foi um indicativo importante para o desenvolvimento deste trabalho. As sequências didáticas produzidas, demonstrou que, quando bem orientado, o uso de LLMs como o ChatGPT pode ir além de respostas automáticas, atuando como um tutor virtual capaz de promover diálogos mais ricos e interativos com o estudante. A prática pedagógica com IA foi aplicada com turmas de 9 anos do ensino fundamental II, proporcionando, por exemplo, o ensino de equações do 2º grau com o uso de prompts e ferramentas que estimulam a reflexão e o protagonismo do aluno.

Assim, conclui-se que o uso consciente e planejado de modelo de linguagem pode representar um avanço significativo no ensino da matemática, contribuindo não apenas para a aprendizagem dos conteúdos, mas também para o desenvolvimento de habilidades digitais, pensamento crítico e alfabetização em IA, aspectos essenciais para estudantes do século XXI.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Lynn. **Inteligência artificial e educação:** refletindo sobre os desafios contemporâneos. Salvador: Edufba; Feira de Santana; UEFS Editora, 2023.

ANTHROPIC. **Claude.** San Francisco: Anthropic. [2023]. Disponível em: <https://claude.ai/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 14 jul. 2025.

GABRIEL FILHO, Oscar. **Inteligência artificial e aprendizagem de máquina:** aspectos teóricos e aplicações. São Paulo: Novatec, 2023.

GOOGLE. **Gemini.** Mountain View: Gogle. [2023]. Disponível em: <https://gemini.google.com/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

OPENAI. **ChatGPT:** language models for dialogue. San Francisco: OpenAI, 2023. Disponível em: <https://chat.openai.com/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

PERIÓDICA DE APPS DE IA. **Tabela periódica dos aplicativos gratuitos de IA.** Disponível em: <https://andreaoviedov.com/ia/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

PERPLEXITY AI. **Perplexity.** San Francisco: Perplexity AI, [2023]. Disponível em: <https://www.perplexity.ai/>. Acesso em: 16 jul. 2025.

PSCHEIDT, Allan Carlos. **Inteligência artificial na sala de aula:** como a tecnologia está revolucionando a educação. São Paulo: Matrix Editora, 2024.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial:** uma abordagem moderna. 4. ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2022.

VICARI; Rosa Maria, Christian; FERREIRA, Lucas; NASCIMENTO, Cristiane. **Inteligência artificial na educação básica.** São Paulo: Novatec, 2023.

## APÊNDICE A — PROMPT DETALHADO PARA O JOGO DE RPG COM EQUAÇÕES DO 2º GRAU

🎲 **Atue como mestre de um RPG de fantasia medieval** onde o jogador é um herói que deve atravessar um mundo mágico enfrentando dragões, bruxas, piratas e monstros para dominar os segredos das equações do segundo grau.

🎲 **Cada desafio envolve um problema de equação do 2º grau**, podendo abordar:

- Identificação de coeficientes a, b, c
- Cálculo do discriminante ( $\Delta$ )
- Determinação das raízes reais (fórmula de Bhaskara)
- Aplicação das relações de Girard (soma e produto das raízes)
- Fatoração da equação
- Problemas contextualizados com aplicação prática

⚔️ **Regras do jogo:**

- O jogador começa com **100 pontos**.
- A cada acerto, **ganha de +15 a +25 pontos**, podendo receber **itens mágicos** (ex: poções, espadas encantadas 🏵, grimórios 📜, escudos 🛡).
- A cada erro, perde de **-5 a -10 pontos** e pode ser **enviado ao calabouço** 🏺, **amaldiçoado por uma bruxa** 🧙 ou **atacado por piratas** 🏴☠️.
- Se o total de pontos ao final da jornada for **positivo (acima de 0)**: **Vitória** 🎉
- Se for **negativo ou igual a 0: Derrota – Game Over** 💀💀

✍️ **Crie uma sequência de pelo menos 6 desafios**, com **textos imersivos e interações narrativas** (ex: “Você entra numa caverna sombria e encontra um dragão que só deixará você passar se resolver esta equação...”).

💡 **Inclua opções de múltipla escolha (A, B, C, D)** para cada desafio e, após a resposta do jogador, retorne com:

- Uma **resposta narrativa e envolvente** de acordo com o acerto ou erro
- O feedback matemático (explicação resumida da resolução)
- A pontuação atualizada 🎯

💡 **Adicione variação de tipos de problema**, como:

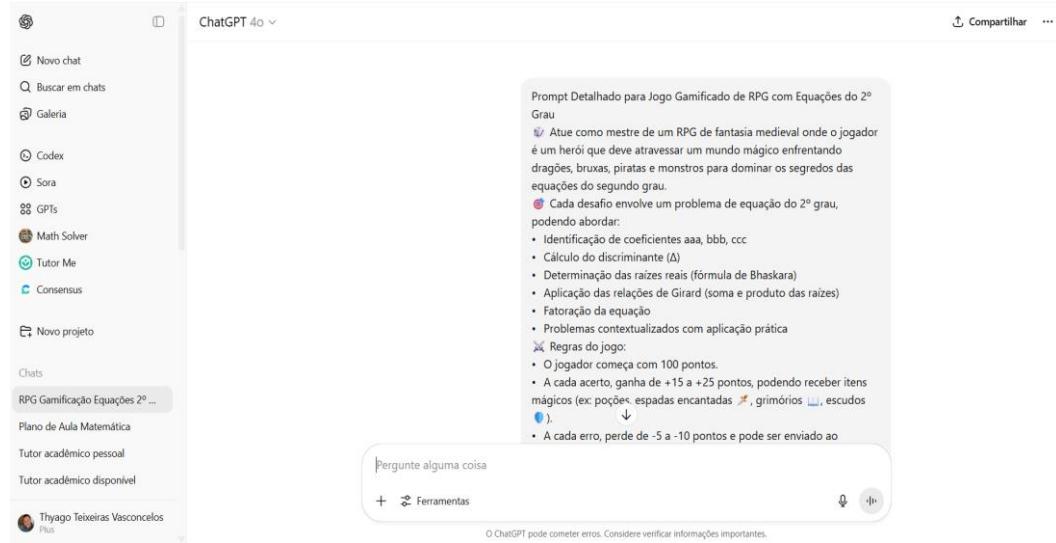
- Problemas com raízes racionais, irracionais e inexistentes
- Questões contextualizadas com ouro de piratas, magias de bruxas, enigmas de elfos, etc.

□ **Use emojis e linguagem de fantasia para criar imersão**, com nomes de reinos, inimigos e artefatos.

¶ No final, diga ao jogador se ele venceu ou perdeu e mostre a **pontuação final**.

## APÊNDICE B — SIMULAÇÃO DO USO DO JOGO DE RPG DENTRO DO CHATGPT

Figura – 33: Registro do prompt inicial que estrutura o jogo educativo



Fonte: Elaborada pelo autor

A Figura 33 serve como registro visual do prompt inicial que estrutura o jogo educativo. Ela demonstra como o ChatGPT foi instruído a conduzir a atividade interativa com os alunos, combinando elementos lúdicos com conceitos matemáticos. É o ponto de partida do experimento didático descrito na sequência da dissertação.

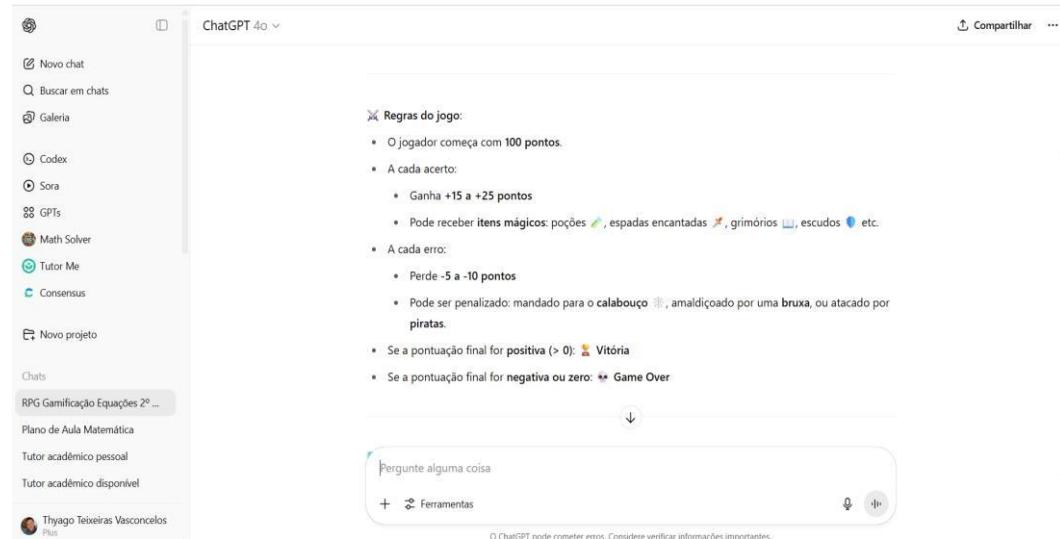
Figura – 34: Representação da interface do ChatGPT durante a simulação



Fonte: Elaborada pelo autor

A ambientação do jogo é reapresentada de maneira clara, mantendo a proposta de um RPG de fantasia medieval. O herói (aluno) deve enfrentar dragões 🐉, bruxas 🧙, piratas 🏴 and monstros para dominar os segredos das equações do segundo grau. Esta imagem serve como registro da versão final e profissional do prompt. Ela representa a fase de organização didático-visual do material, indicando que o conteúdo foi preparado com atenção à apresentação estética e clareza textual — um passo importante na produção de materiais educacionais gamificados.

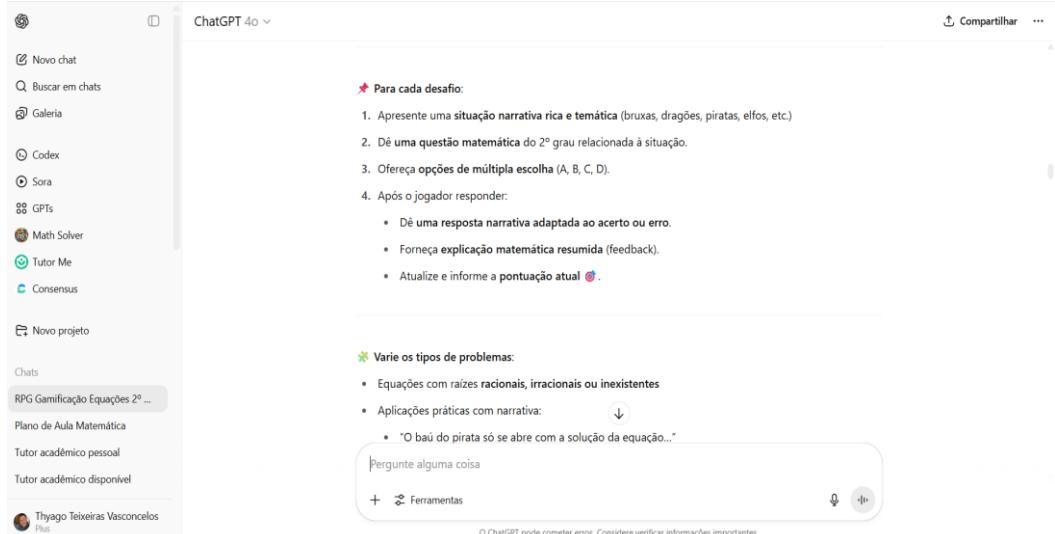
Figura – 35: Detalhamento das regras do jogo de RPG dentro do ChatGPT



Fonte: Elaborada pelo autor

A figura 35 representa a estrutura gamificada de avaliação e progressão. Ela mostra como o sistema de pontos e consequências foi projetado para transformar o processo de resolução de equações do 2º grau em uma experiência lúdica, envolvente e educativa. Além disso, destaca o equilíbrio entre reforço positivo (recompensas) e feedback formativo (penalizações com narrativa), essencial para manter o aluno motivado e engajado.

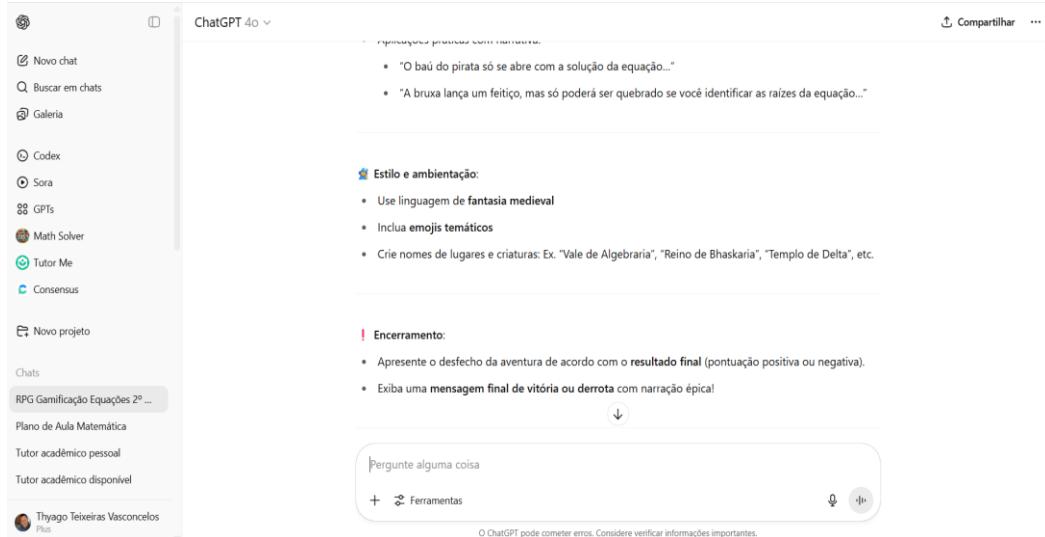
Figura – 36: Detalhe das estruturas e desafios do jogo



Fonte: Elaborada pelo autor

A figura 36 detalha a dinâmica prática de aplicação do jogo. Ela é essencial para demonstrar como os desafios são apresentados, resolvidos e avaliados durante a atividade. Mostra o equilíbrio entre ludicidade e rigor matemático, reforçando que o jogo não apenas entretem, mas também ensina de forma estruturada e pedagógica.

Figura – 37: Especificações de estilo, ambientações e critérios de encerramento



Fonte: Elaborada pelo autor

A figura 37 mostra o cuidado estético e pedagógico com a experiência do aluno. Demonstra que além dos cálculos, a proposta busca criar um ambiente envolvente, favorecendo a aprendizagem significativa por meio de recursos narrativos, visuais e simbólicos. Isso enriquece a experiência educacional e mostra a integração entre linguagem, matemática e criatividade.

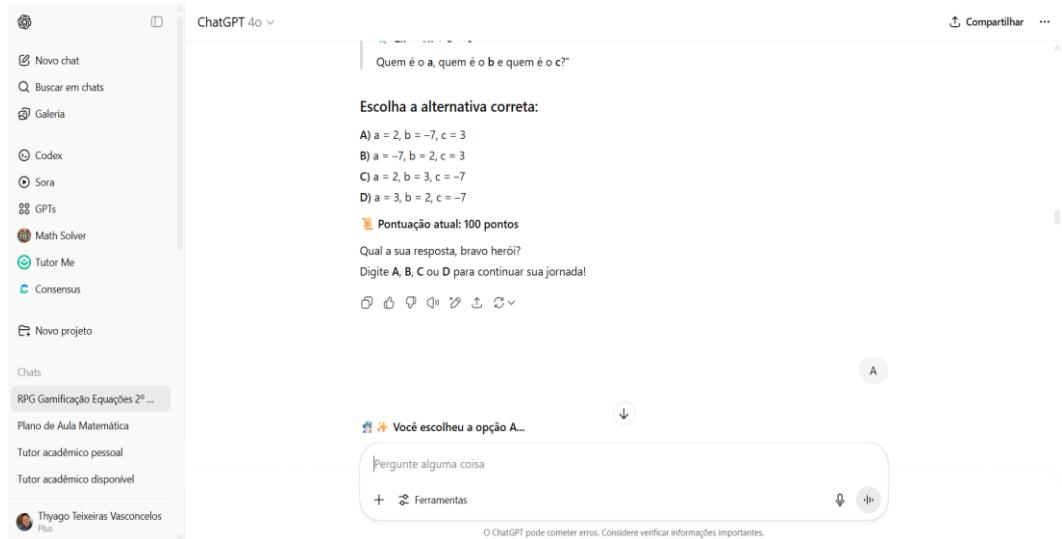
Figura – 38: Início da narrativa e primeiro desafio



Fonte: Elaborada pelo autor

A figura 38 marca a transição da preparação teórica para a prática interativa. Demonstra como o conteúdo matemático foi contextualizado de forma narrativa, colocando o aluno-personagem no centro da ação e propondo desafios com base nos conceitos estudados. Aqui, o jogo não apenas avalia, mas também ensina dentro de uma história, o que promove o engajamento e estimula o raciocínio lógico por meio da fantasia.

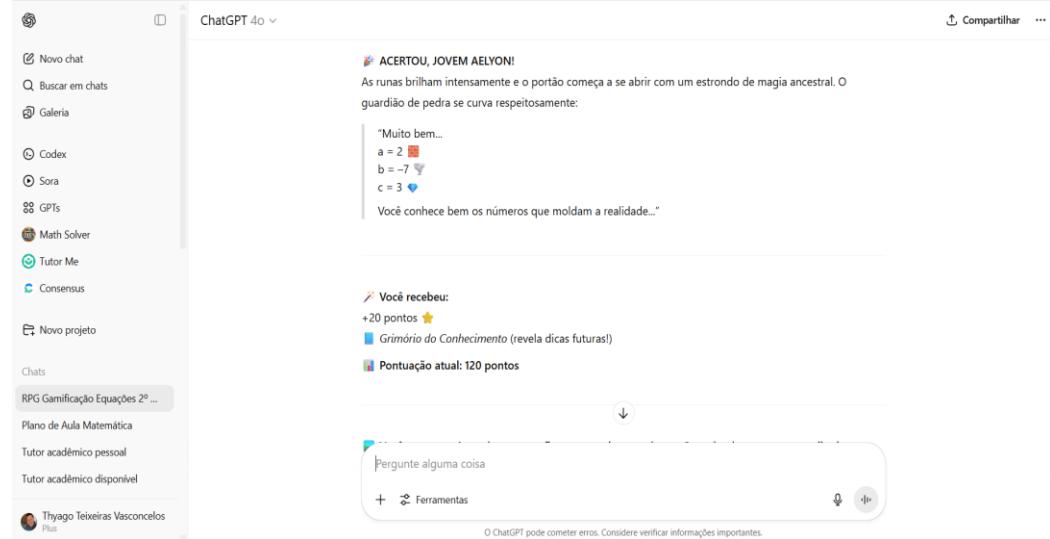
Figura – 39: Simulando a resposta de um aluno no jogo criado no ChatGPT



Fonte: Elaborada pelo autor

Esta figura 39 documenta a interação ativa do aluno com o jogo, ilustrando como a aprendizagem acontece de forma engajada e personalizada. A estrutura de múltipla escolha associada à pontuação e ao enredo permite que o aluno pratique conteúdos de maneira autônoma e lúdica. É uma prova visual da aplicabilidade prática da proposta didático-gamificada.

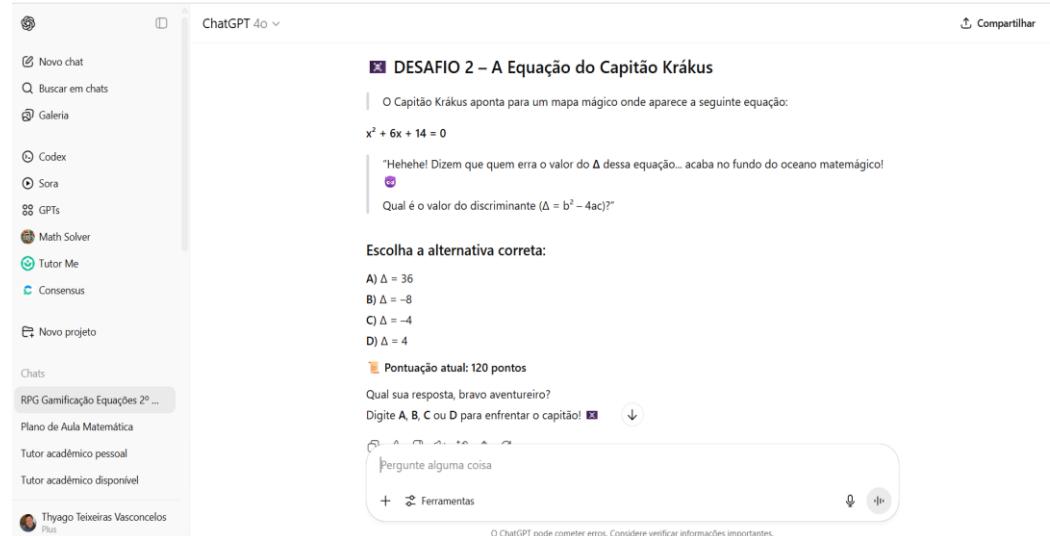
Figura – 40: Feedback de acerto revelação de dicas futuras e atualização da pontuação



Fonte: Elaborada pelo autor

Esta figura 40 é fundamental para ilustrar o papel formativo e motivacional do feedback imediato. O ChatGPT age como tutor e narrador ao mesmo tempo, avaliando, explicando e recompensando o aluno por seu acerto, promovendo a consolidação da aprendizagem de maneira envolvente. Demonstra como as LLMs podem personalizar a experiência de ensino com gamificação, mantendo o aluno engajado e ativo na resolução de problemas matemáticos.

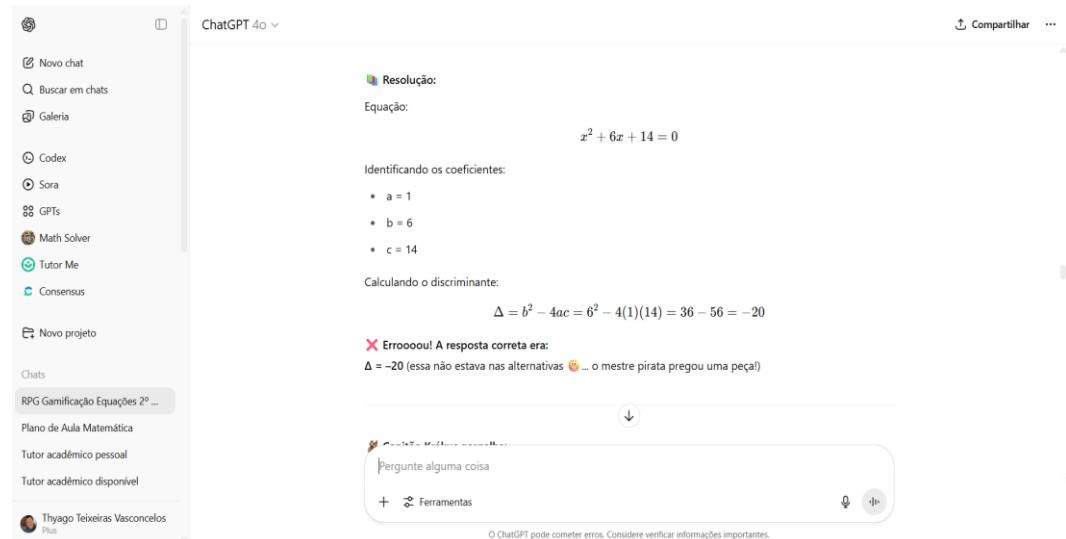
Figura – 41: Segundo desafio do jogo



Fonte: Elaborada pelo autor

Esta figura 41 demonstra a continuidade do jogo e o aprofundamento do conteúdo matemático, agora abordando o discriminante ( $\Delta$ ) como conceito central. Ela evidencia como o RPG gamificado pode sequenciar conteúdos matemáticos com progressão de dificuldade, mantendo a narrativa como fio condutor. Serve também como exemplo de como a IA pode guiar o aluno etapa por etapa, estimulando o pensamento crítico e o raciocínio lógico de forma criativa.

Figura – 42: Resolução do desafio com feedback de resposta incorreta

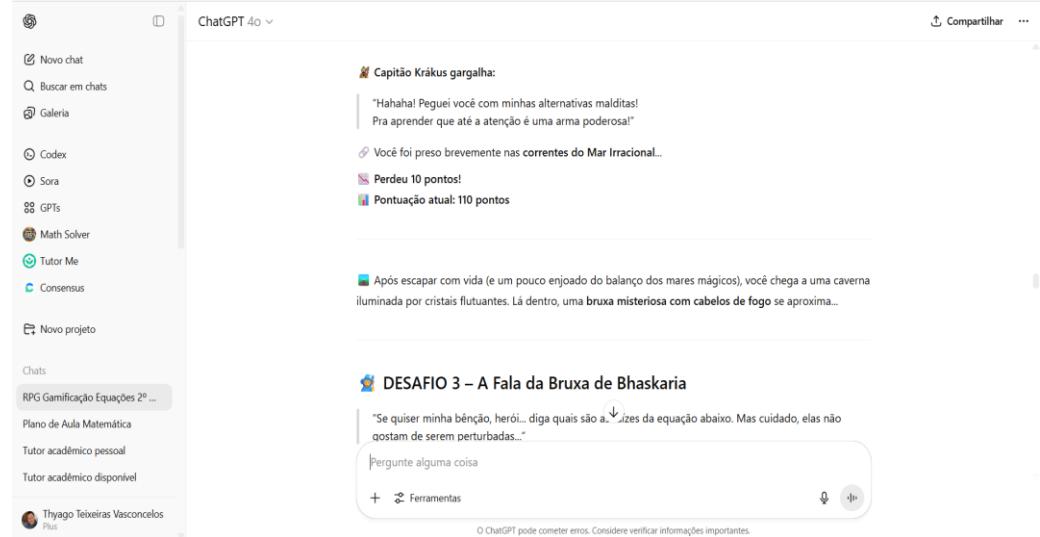


Fonte: Elaborada pelo autor

O jogador erra o cálculo do discriminante ( $\Delta$ ) da equação do segundo grau apresentada anteriormente, e o sistema fornece um feedback formativo com explicação matemática e toque narrativo, o que mostra a figura 42.

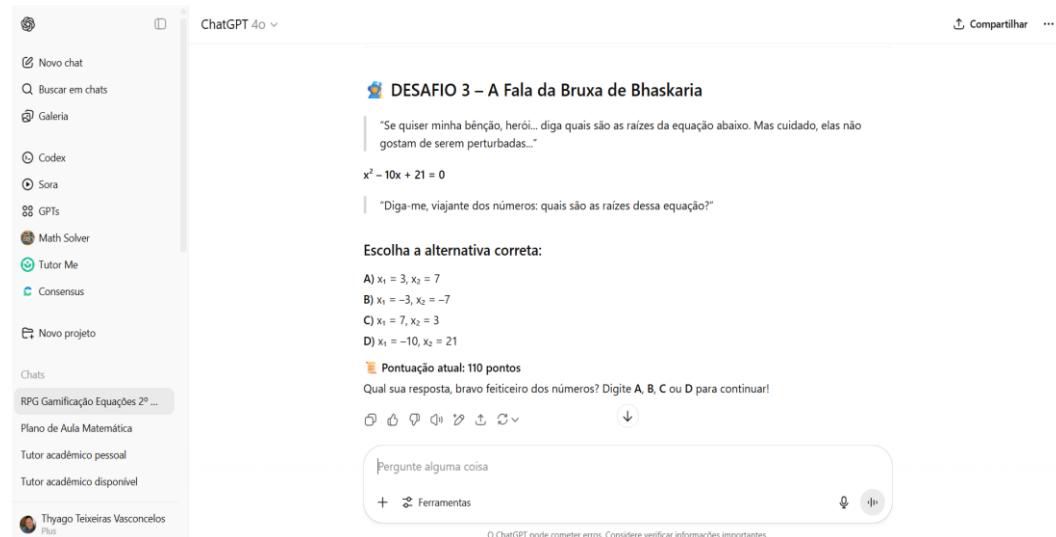
Durante o segundo desafio do jogo, a IA propôs um problema envolvendo o cálculo do discriminante de uma equação do segundo grau. Ao final, a resposta correta ( $\Delta = -20$ ) não constava entre as alternativas fornecidas. Esse fato, longe de ser apenas um erro, foi incorporado narrativamente ao jogo, com a fala do personagem “Capitão Krákus” afirmado ter pregado uma peça no jogador. Esse tipo de situação simula obstáculos reais, estimula o aluno a reavaliar seu raciocínio e demonstra como LLMs podem até mesmo criar momentos de surpresa em ambientes gamificados.

Figura – 43 Atualização de pontos depois do desafio 2 e o desafio 3



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura – 44: Desafio 3



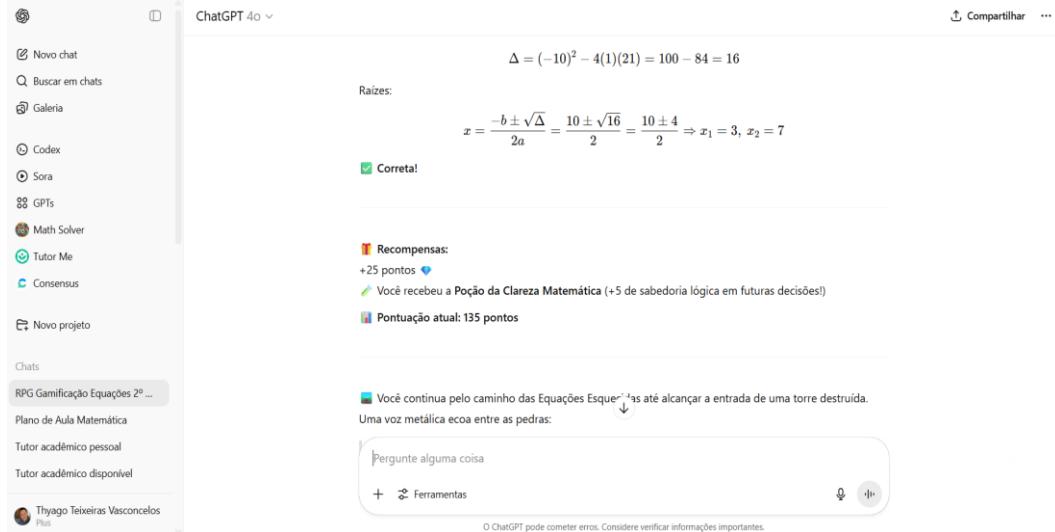
Fonte: Elaborada pelo autor

Essas duas imagens demonstram a continuidade fluida entre narrativa e conteúdo matemático. Mostram como a gamificação com IA pode:

- Usar o erro como transição para uma nova fase;
- Aplicar penalidades e desafios narrativos para reforçar atenção e foco;
- Introduzir novos conteúdos (raízes da equação) de forma contextualizada;

- Oferecer opções de resposta em múltipla escolha, promovendo a reflexão e autonomia do aluno.

Figura – 45: Feedback do desafio 3



Fonte: Elaborada pelo autor

No Desafio 3, o aluno foi conduzido a resolver a equação, aplicando a fórmula de Bhaskara. A LLM forneceu a resolução completa, confirmando as raízes corretas e oferecendo feedback imediato. Como recompensa, o aluno ganhou pontos e um item simbólico (“Poção da Clareza Matemática”), reforçando o vínculo entre desempenho e narrativa. Esse momento demonstra como a LLM atuou como tutora e narradora, integrando explicação matemática, avaliação formativa e motivação lúdica em uma única interação.

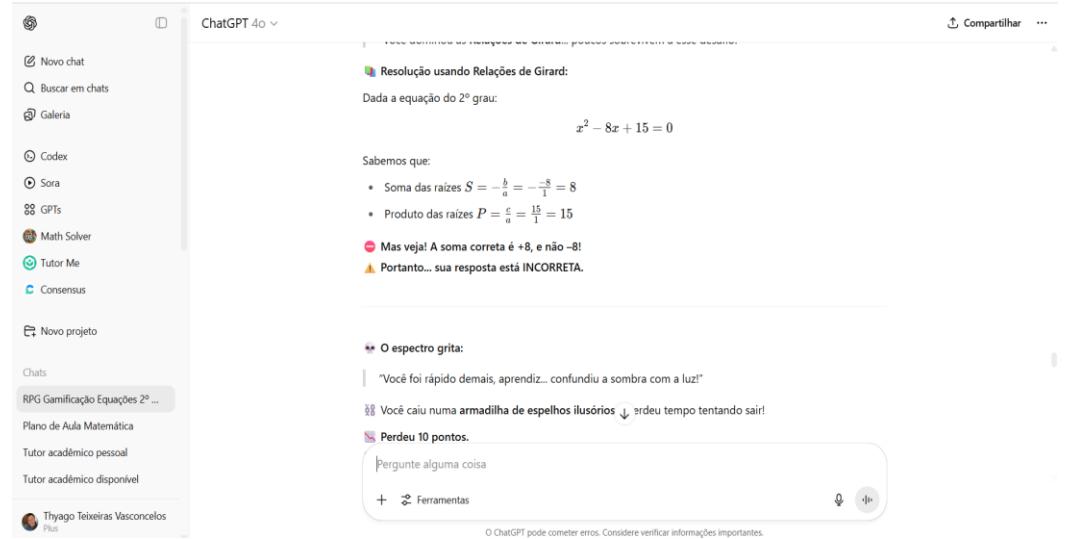
Figura – 46: Desafio 4 – A Torre de Girard



Fonte: Elaborada pelo autor

Essa imagem da figura 46 evidencia como a LLM pode explorar diferentes abordagens para o conteúdo do 2º grau, usando o contexto da fantasia para manter o interesse e reforçar o aprendizado de fórmulas clássicas de forma envolvente como as relações de Girard.

Figura – 47: Feedback do Desafio 4 – A Torre de Girard

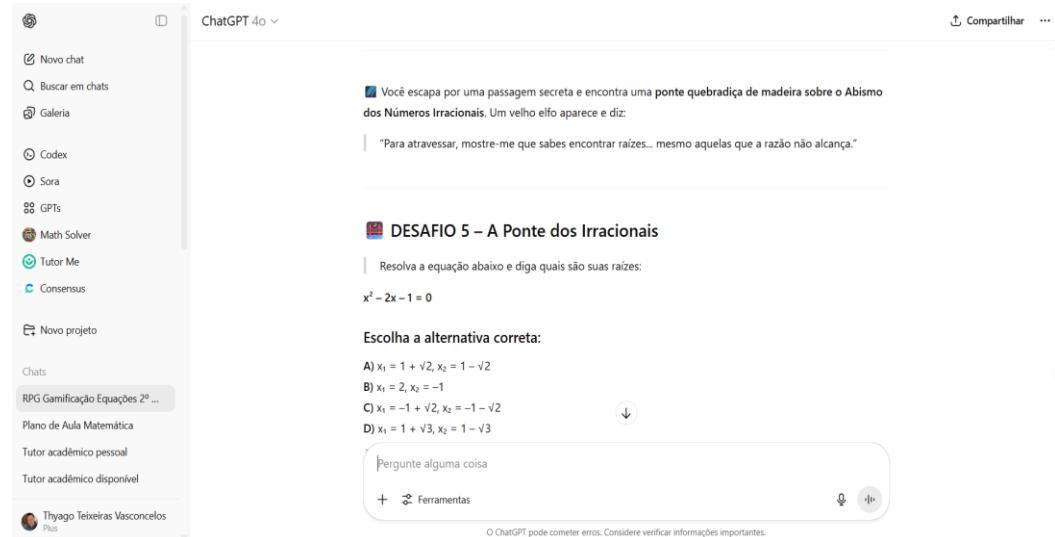


Fonte: Elaborada pelo autor

o aluno recebeu feedback formativo imediato da LLM, que corrigiu a resposta e apresentou os cálculos corretos de forma clara. A correção foi acompanhada por uma penalização simbólica (perda de 10 pontos) e um trecho narrativo em que o personagem

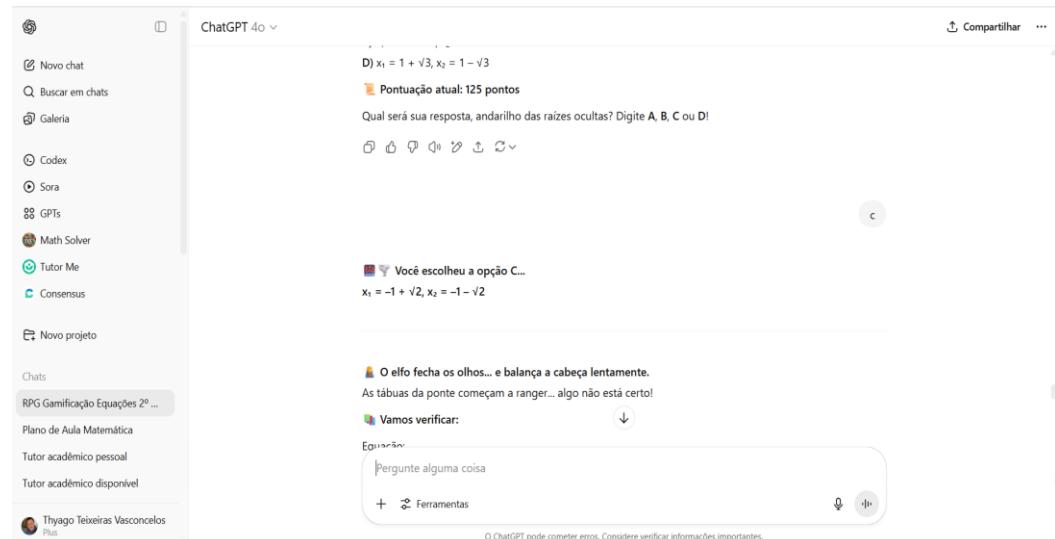
“espectro” repreende o jogador, mantendo o clima de fantasia. A estratégia reforça o aprendizado por meio do erro, integrando explicação matemática e ambientação lúdica, o que contribui para a retenção do conteúdo e engajamento contínuo.

Figura – 48: Desafio 5 – A Ponte dos Irracionais



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura – 49: Feedback do Desafio 5 – A Ponte dos Irracionais



Fonte: Elaborada pelo autor

No quinto desafio, o aluno resolveu uma equação com raízes irracionais, exigindo aplicação da fórmula de Bhaskara e interpretação de radicais. A LLM integrhou o conteúdo a uma narrativa simbólica, mantendo o engajamento mesmo após a resposta incorreta. O erro foi

tratado de forma formativa e contextualizada, reforçando a aprendizagem por meio da ambientação lúdica e da interação com o enredo o que ilustra as figuras 48 e 49.

Figura – 50: Desafio 6 – O Enigma do Dragão

DESAFIO FINAL – O Enigma do Dragão

A inscrição diz:

“Somente quem souber fatorar esta equação poderá domar a fera e concluir a jornada...”

$x^2 + 5x + 6 = 0$

Qual é a fatoração correta?

Escolha a alternativa correta:

A)  $(x + 3)(x + 2)$   
 B)  $(x - 3)(x + 2)$   
 C)  $(x + 6)(x - 1)$   
 D)  $(x - 2)(x - 3)$

Pontuação atual: 115 pontos

Qual será sua resposta final, domador de dragões? Digite A, B, C ou D!

Pergunte alguma coisa

+ Ferramentas

Fonte: Elaborada pelo autor

Figura – 51: LLM resolvendo do Desafio 6 – O Enigma do Dragão

Você escolheu a opção D..  
 $(x - 2)(x - 3)$

O chão treme. O dragão abre um olho flamejante... e SOLTA UM RUGIDO!

“VOCÊ OSOU... FATORAR ERRADAMENTE MINHA EQUAÇÃO SAGRADA?!”

Vamos à resolução correta:

Equação:

$$x^2 + 5x + 6 = 0$$

Buscando dois números que somam 5 e multiplicam 6:

- 2 e 3!

Fatoração:

$$(x + 2)(x + 3) = x^2 + 3x + 2x + 6 = x^2 + 5x + 6$$

Pergunte alguma coisa

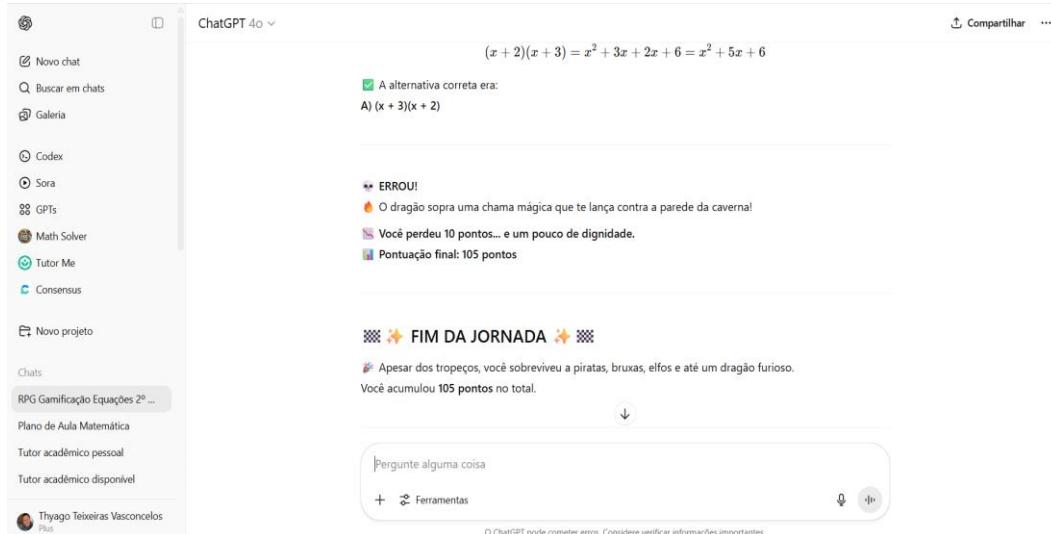
+ Ferramentas

Fonte: Elaborada pelo autor

No desafio final, representado pelas figuras 50 e 51, o aluno foi desafiado a fatorar a equação, encerrando a jornada com um conteúdo clássico da álgebra. Ao errar a alternativa, a LLM ofereceu uma explicação matemática detalhada e contextualizou o erro dentro da narrativa

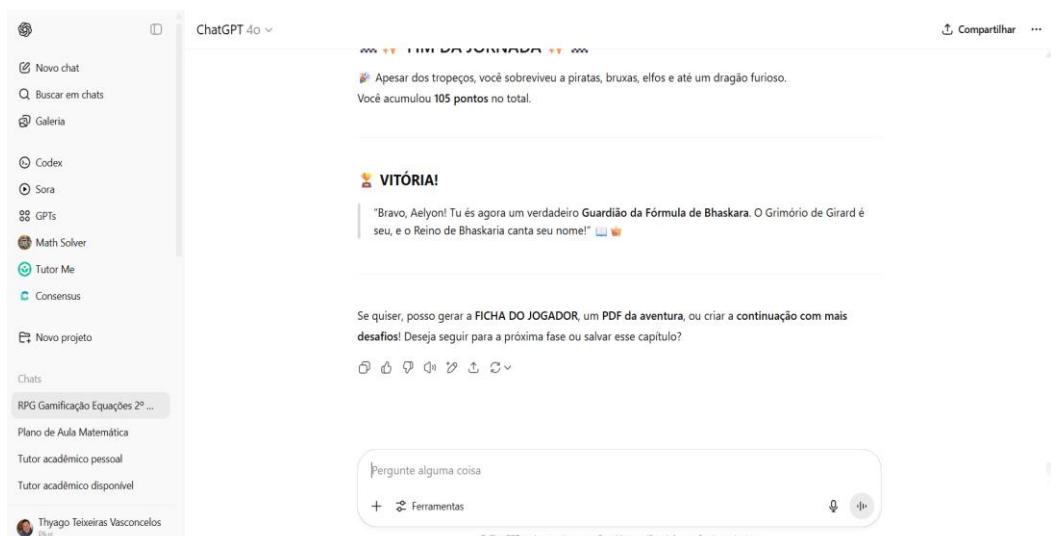
do dragão, mantendo o clima de fantasia. O sistema reforçou o conceito de fatoração com clareza e utilizou o erro como elemento formativo, demonstrando mais uma vez o potencial das LLMs em integrar narrativa, conteúdo e avaliação em uma experiência educacional envolvente.

Figura – 52: Fim da Jornada



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura – 53: Vitória no Jogo



Fonte: Elaborada pelo autor

Ao final da jornada, mostrado nas figuras 52 e 53, mesmo com erros pontuais, o aluno foi recompensado com uma conclusão narrativa positiva, reconhecido como “Guardião da Fórmula de Bhaskara”. A LLM forneceu um resumo da pontuação total e fechou a

experiência com elementos motivacionais simbólicos. Essa etapa evidencia como a gamificação com IA pode promover não apenas aprendizagem de conteúdos matemáticos, mas também sentimento de conquista, valorização do esforço e incentivo à continuidade da aprendizagem.

Ao final da experiência, nota-se que o objetivo central do jogo não era conduzir o aluno a um "Game Over", mas sim permitir que ele percorresse toda a jornada, enfrentando desafios matemáticos mesmo diante de erros pontuais. Para isso, foi adotada uma mecânica simbólica inicial de 100 pontos, garantindo que o estudante, ao errar, perdesse apenas parte da pontuação, mas permanecesse ativo na narrativa. Essa estrutura promove a continuidade do aprendizado e reduz o impacto negativo do erro, reforçando a ideia de avaliação formativa. Além disso, essa dinâmica permite a criação de um ranking entre os alunos, com base na pontuação final acumulada, promovendo um ambiente saudável de engajamento, onde o foco está no progresso individual e na superação de desafios, e não apenas na resposta certa.