

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

Mestrado Profissional em Matemática em Rede  
Nacional

PROFMAT

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Inteligência Artificial no Ensino de Matemática:  
Potencialidades e Desafios para Professores

Symon Igor Pinheiro da Silva Lima

Maceió - AL

2025



Instituto de Matemática



PROFMAT

SYMON IGOR PINHEIRO DA SILVA LIMA

**Inteligência Artificial no Ensino de Matemática: Potencialidades e  
Desafios para Professores**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), do Instituto de Matemática da Universidade Federal de Alagoas, coordenado pela Sociedade Brasileira de Matemática, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Matemática.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcos Ranieri da Silva

Maceió - AL

2025

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale CRB-4/661

- L732i      Lima, Symon Igor Pinheiro da Silva.  
              Inteligência artificial no ensino de Matemática : potencialidades e desafios para  
              professores / Symon Igor Pinheiro da Silva Lima. – 2025.  
              150 f. : il.
- Orientador: Marcos Ranieri da Silva.  
Dissertação (mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) –  
Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Matemática. Maceió, 2025.
- Bibliografia: f. 146-150.
1. Ensino de Matemática – Estudo e ensino. 2. Inteligência artificial. 3. Práticas  
pedagógicas. 4. Educação básica. 5. Ferramentas tecnológicas. I. Título.

CDU: 51:37

## **Folha de Aprovação**

**SYMON IGOR PINHEIRO DA SILVA LIMA**

### **Inteligência Artificial no Ensino de Matemática: Potencialidades e Desafios para Professores**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT), do Instituto de Matemática da Universidade Federal de Alagoas, coordenado pela Sociedade Brasileira de Matemática, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Matemática apresentada em 22/01/2025.

#### **Banca Examinadora:**

---

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ranieri da Silva  
(Universidade Federal de Alagoas)

---

Examinador Interno: Prof. Dr. Carlos Gonçalves do Rei Filho  
(Universidade Federal de Alagoas)

---

Examinador Externo: Prof. Dr. Edel Alexandre Silva Pontes  
(Instituto Federal de Alagoas)

## **Agradecimentos**

A jornada até a conclusão desta dissertação foi repleta de desafios, aprendizados e, acima de tudo, de pessoas que estiveram ao meu lado, oferecendo apoio, incentivo e orientação. Por isso, expresso aqui minha sincera gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade.

Primeiramente, à minha mãe, pelo amor incondicional, paciência e compreensão durante todo o tempo do curso. Sua força e apoio foram essenciais para que eu pudesse seguir em frente, mesmo nos momentos mais difíceis. Obrigado por sempre acreditar em mim e me incentivar a dar o meu melhor.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcos Ranieri da Silva, por ter aceitado esse desafio comigo, mesmo não sendo sua área de atuação. Sua disponibilidade, paciência e dedicação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Obrigado por embarcar nessa jornada e por cada conselho e sugestão que tornou essa pesquisa possível.

Aos meus amigos, que foram uma base fundamental ao longo de toda essa jornada. Seja oferecendo incentivo nos momentos de incerteza, ajudando nas etapas mais desafiadoras ou simplesmente estando presentes para tornar o processo mais leve, cada um de vocês teve um papel essencial nesta conquista. Sou profundamente grato por todas as conversas, pelo apoio incondicional e pela amizade que tornou essa caminhada muito mais motivadora e significativa.

À prof<sup>a</sup>. Dra. Cláudia de Oliveira Lozada, pelas dicas e sugestões que contribuíram significativamente para o aprimoramento deste estudo.

E, por fim, à banca examinadora, Prof. Dr. Carlos Gonçalves do Rei Filho e Prof. Dr. Edel Alexandre Silva Pontes, pela disponibilidade, pelas contribuições e pelas reflexões que enriqueceram ainda mais esta pesquisa. Agradeço o tempo dedicado à leitura e análise deste trabalho, assim como as considerações que certamente serão valiosas para minha trajetória acadêmica e profissional.

A todos vocês, minha mais profunda gratidão. Este trabalho não seria possível sem o apoio, o incentivo e a colaboração de cada um.

A inteligência artificial não substituirá os humanos, mas sim ampliará nossas capacidades e nos ajudará a resolver problemas complexos de forma mais eficiente.

(Elon Musk)

## Resumo

As Inteligências Artificiais (IAs) têm ganhado crescente destaque em diversos setores, mas sua aplicação na educação ainda se encontra em estágio inicial. Neste estudo, investigamos o funcionamento das IAs generativas, suas limitações e suas possíveis aplicações no apoio a professores da Educação Básica, com foco no ensino de Matemática. Nosso objetivo é avaliar a pertinência dessas ferramentas no contexto escolar e suas implicações pedagógicas.

Para isso, comparamos as funcionalidades de três IAs amplamente utilizadas — *ChatGPT*, *Microsoft Copilot* e *Gemini* —, analisando sua utilidade para docentes. A partir dessa análise, buscamos evidenciar o potencial dessas tecnologias na otimização de estratégias pedagógicas, bem como discutir suas restrições técnicas e desafios éticos.

Ao abordar esses aspectos, pretendemos contribuir para a formação de educadores mais preparados para integrar soluções tecnológicas ao ensino, incentivando uma postura crítica e reflexiva sobre as oportunidades e cuidados necessários no uso de IAs na educação.

**Palavras-chave:** Inteligência Artificial, Ensino de Matemática, Práticas Pedagógicas, Educação Básica, Ferramentas Tecnológicas.

## Abstract

Artificial Intelligences (AIs) have been gaining increasing prominence across various sectors, but their application in education remains at an early stage. In this study, we investigate the functioning of generative AIs, their limitations, and their potential applications in supporting K-12 teachers, with a particular focus on Mathematics education. Our objective is to assess the relevance of these tools in the school context and their pedagogical implications.

To this end, we compare the functionalities of three widely used AIs — *ChatGPT*, *Microsoft Copilot*, and *Gemini* — analyzing their usefulness for educators. Based on this analysis, we aim to highlight the potential of these technologies in optimizing pedagogical strategies, as well as to discuss their technical limitations and ethical challenges.

By addressing these aspects, we seek to contribute to the training of educators better prepared to integrate technological solutions into teaching, fostering a critical and reflective stance on the opportunities and precautions required for the effective use of AIs in education.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Mathematics Teaching, Pedagogical Practices, Basic Education, Technological Tools.



## Lista de Figuras

Figura 1: Neurônios no cérebro humano.....	25
Figura 2: Os neurônios naturais.....	26
Figura 3: Ilustração de entrada e saída do neurônio artificial.....	27
Figura 4: Diagrama de uma rede neural artificial .....	28
Figura 5: Interface do ChatGPT.....	42
Figura 6: Acesso ao Copilot pela barra de busca do navegador .....	42
Figura 7: Acesso ao Copilot pela barra de tarefas do Windows 11 .....	43
Figura 8: Interface do Gemini .....	43
Figura 9: Teste de símbolos matemáticos no ChatGPT .....	45
Figura 10: Teste de símbolos matemáticos com o Copilot .....	46
Figura 11: Teste de símbolos matemáticos com o Copilot .....	46
Figura 12: Teste de símbolos matemáticos com o Gemini .....	47
Figura 13: Teste de símbolos matemáticos com o Gemini .....	47
Figura 14: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com ChatGPT .....	49
Figura 15: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com ChatGPT .....	50
Figura 16: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Copilot .....	50
Figura 17: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Copilot .....	51
Figura 18: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Copilot .....	51
Figura 19: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Gemini .....	52
Figura 20: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Gemini .....	53
Figura 21: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Gemini .....	53
Figura 22: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Gemini .....	54
Figura 23: Resolução de uma integral simples com o ChatGPT .....	55
Figura 24: Resolução de uma integral simples com o ChatGPT .....	56
Figura 25: Resolução de uma integral simples com o ChatGPT .....	56
Figura 26: Resolução de uma integral simples com o Copilot.....	57
Figura 27: Resolução de uma integral simples com o Copilot.....	57
Figura 28: Resolução de uma integral simples com o Gemini.....	58
Figura 29: Resolução de uma integral simples com o Gemini.....	58
Figura 30: Resolução de uma integral simples com o Gemini.....	59
Figura 31: Captura de tela da solução original do problema .....	60
Figura 32: Captura de tela da solução original do problema .....	60
Figura 33: Tradução da solução do problema pelo ChatGPT .....	61

Figura 34: Tradução da solução do problema pelo ChatGPT .....	61
Figura 35: Tradução da solução do problema pelo Copilot.....	62
Figura 36: Tradução da solução do problema pelo Copilot.....	62
Figura 37: Tradução da solução do problema pelo Copilot.....	63
Figura 38: Tradução da solução do problema pelo Gemini.....	64
Figura 39: Tradução da solução do problema pelo Gemini.....	64
Figura 40: Criação de uma planilha com ChatGPT .....	66
Figura 41: Criação de uma planilha com ChatGPT .....	66
Figura 42: Criação de uma planilha com Copilot .....	67
Figura 43: Criação de uma planilha com Copilot .....	67
Figura 44: Criação de uma planilha com Gemini .....	68
Figura 45: Criação de uma planilha com Gemini .....	68
Figura 46: Criação de uma planilha com Gemini .....	69
Figura 47: Criação de uma planilha com Gemini .....	69
Figura 48: Criação de uma planilha com Gemini .....	70
Figura 49: Teste de personalização 1 com ChatGPT.....	73
Figura 50: Teste de personalização 1 com ChatGPT.....	73
Figura 51: Teste de personalização 1 com ChatGPT.....	74
Figura 52: Teste de personalização 1 com Copilot .....	75
Figura 53: Teste de personalização 1 com Copilot .....	75
Figura 54: Teste de personalização 1 com Copilot .....	76
Figura 55: Teste de personalização 1 com Gemini .....	76
Figura 56: Teste de personalização 1 com Gemini .....	77
Figura 57: Teste de personalização 1 com Gemini .....	77
Figura 58: Teste de personalização 2 com ChatGPT.....	79
Figura 59: Teste de personalização 2 com ChatGPT.....	79
Figura 60: Teste de personalização 2 com Copilot .....	80
Figura 61: Teste de personalização 2 com Copilot .....	80
Figura 62: Teste de personalização 2 com Copilot .....	81
Figura 63: Teste de personalização 2 com Gemini .....	81
Figura 64: Teste de personalização 2 com Gemini .....	82
Figura 65: Teste de personalização 2 com Gemini .....	82
Figura 66: Introdução a equação do 1º grau com ChatGPT .....	86
Figura 67: Introdução a equação do 1º grau com ChatGPT .....	86

Figura 68: Introdução a equação do 1º grau com ChatGPT .....	87
Figura 69: Desenvolvimento da primeira atividade sugerida .....	88
Figura 70: Desenvolvimento da primeira atividade sugerida .....	88
Figura 71: Desenvolvimento da primeira atividade sugerida .....	89
Figura 72: Desenvolvimento da segunda atividade sugerida .....	89
Figura 73: Desenvolvimento da segunda atividade sugerida .....	90
Figura 74: Criação de sequência didática com Copilot .....	91
Figura 75: Criação de sequência didática com Copilot .....	91
Figura 76: Criação de sequência didática com Copilot (Aula 1) .....	92
Figura 77: Criação de sequência didática com Copilot (Aula 2) .....	92
Figura 78: Criação de sequência didática com Copilot (Aula 3) .....	92
Figura 79: Criação de sequência didática com Copilot (Aula 4) .....	93
Figura 80: Criação de sequência didática com Copilot (Avaliação) .....	93
Figura 81: Como utilizar o GeoGebra (Parte 1) .....	94
Figura 82: Como utilizar o GeoGebra (Parte 2) .....	94
Figura 83: Como utilizar o GeoGebra (Parte 3) .....	95
Figura 84: Como utilizar o GeoGebra (Parte 4) .....	95
Figura 85: Barra de entrada do GeoGebra .....	96
Figura 86: Gráfico gerado a partir dos comandos da IA no GeoGebra .....	97
Figura 87: Criação de questões com Gemini .....	97
Figura 88: Criação de questões com Gemini .....	98
Figura 89: Criação de questões com Gemini .....	98
Figura 90: Criação de exercícios adicionais com Gemini .....	100
Figura 91: Planejamento bimestral com ChatGPT .....	101
Figura 92: Planejamento bimestral com ChatGPT .....	102
Figura 93: Planejamento bimestral com ChatGPT .....	102
Figura 94: Planejamento bimestral com ChatGPT .....	103
Figura 95: Planejamento bimestral com ChatGPT .....	104
Figura 96: Planejamento bimestral com ChatGPT .....	104
Figura 97: Planejamento bimestral com ChatGPT com correção .....	105
Figura 98: (EM13MAT302) segundo a BNCC .....	106
Figura 99: Habilidade Planejamento bimestral com ChatGPT com correção .....	106
Figura 100: Habilidade (EM13MAT307)) segundo a BNCC .....	106
Figura 101: Explicação sobre gamificação com Copilot .....	108

Figura 102: Explicação sobre gamificação com Copilot .....	108
Figura 103: Explicação sobre gamificação com Copilot .....	109
Figura 104: Explicação sobre gamificação com Copilot .....	109
Figura 105: Planejamento utilizando gamificação com Copilot .....	110
Figura 106: Planejamento utilizando gamificação com Copilot .....	111
Figura 107: Planejamento utilizando gamificação com Copilot .....	111
Figura 108: Planejamento utilizando gamificação com Copilot .....	112
Figura 109: Uso da Sala de Aula Invertida com o Gemini – Parte 1 .....	113
Figura 110: Uso da Sala de Aula Invertida com o Gemini – Parte 2 .....	113
Figura 111: Uso da Sala de Aula Invertida com o Gemini – Parte 3 .....	114
Figura 112: Uso da Sala de Aula Invertida com o Gemini – Parte 4 .....	114
Figura 113: Uso da Sala de Aula Invertida com o Gemini – Parte 5 .....	115
Figura 114: Logo do Gamma.....	116
Figura 115: Apresentação sobre funções trigonométricas gerada com o auxílio do Gamma .....	116
Figura 116: Interface inicial do Gamma .....	117
Figura 117: Esboço da estrutura da apresentação.....	117
Figura 118: Logo do Leonardo.AI.....	118
Figura 119: Representação da Proporção Áurea gerada pelo Leonardo.AI.....	118
Figura 120: Algumas das configurações para a imagem .....	119
Figura 121: Estilos de imagem que a IA pode gerar.....	119
Figura 122: Logo do GPTZero.....	120
Figura 123: Interface do GPTZero .....	120
Figura 124: Resultado gerado pelo GPTZero.....	121
Figura 125: Principais dificuldades dos professores ao utilizar ferramentas tecnológicas em sala de aula .....	123
Figura 126 Principais desafios enfrentados pelos professores em sala de aula .....	123
Figura 127: Ponto de vista dos professores sobre o impacto do NEM no engajamento e aprendizagem dos alunos .....	126
Figura 128: Principais desafios enfrentados pelos professores na adaptação aos novos currículos...	127
Figura 129: Principais desafios enfrentados pelos professores na adaptação aos novos currículos...	127
Figura 130: Dúvidas e preocupações dos professores sobre o uso de IA na educação .....	130
Figura 131: Participante expondo os resultados obtidos na atividade .....	134
Figura 132: Participante explorando o Copilot para criação de imagens .....	135
Figura 133: Algumas apresentações criadas com o Gamma .....	136

### **Lista de Abreviaturas e Siglas**

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

IA – Inteligência Artificial

NEM – Novo Ensino Médio

PNE – Plano Nacional de Educação

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1. A BNCC, o PNE e o uso de tecnologias.....	17
2.2. UNESCO e a alfabetização em IA.....	20
2.3. Pesquisas relacionadas .....	22
<b>3. FUNCIONAMENTO DAS IAS .....</b>	<b>24</b>
3.1. Redes neurais artificiais.....	25
3.2. Machine learning.....	29
3.3. Generative Pre-trained Transformers – GPT .....	32
3.4. Gerando melhores resultados .....	33
<b>4. COMPARAÇÃO DAS FERRAMENTAS SELECIONADAS .....</b>	<b>36</b>
4.1. Conhecendo cada ferramenta.....	36
4.1.1. ChatGPT .....	36
4.1.2. Microsoft Copilot .....	38
4.1.3. Gemini.....	39
4.2. Comparação das IAs .....	41
4.2.1. Facilidade de uso.....	41
4.2.2. Clareza na linguagem .....	44
4.2.3. Assertividade nos resultados .....	54
4.2.4. Integração com outras ferramentas educacionais .....	65
4.2.5. Acessibilidade .....	71
4.2.6. Personalização.....	72
4.3. Análise comparativa.....	83
<b>5. APLICAÇÕES PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA.....</b>	<b>85</b>
5.1. Aplicações das IAs .....	85
5.2. Metodologias ativas com o uso de IA.....	100

5.3. Ferramentas auxiliares .....	115
6. ESTUDO DE CASO E EVIDÊNCIAS PRÁTICAS .....	122
7. DESAFIOS E LIMITAÇÕES .....	140
7.1. As IAs e a criação de fake news .....	140
7.2. Dependência no uso de IAs .....	142
7.3. Problemas éticos .....	144
8. CONCLUSÃO .....	148
REFERÊNCIAS .....	150

## 1. INTRODUÇÃO

A Educação Básica no Brasil enfrenta desafios estruturais profundos, que vão desde a falta de infraestrutura física e tecnológica adequada, até questões relacionadas à sobrecarga de trabalho docente e à insuficiência de materiais didáticos. Esses problemas impactam diretamente a qualidade do ensino e dificultam a implementação de práticas pedagógicas inovadoras.

Com a introdução do Novo Ensino Médio (NEM) em 2022, essas questões ganharam maior visibilidade. A reforma trouxe a ampliação da carga horária anual e a adoção de itinerários formativos, oferecendo maior flexibilidade curricular. No entanto, tal flexibilidade evidenciou fragilidades, como a necessidade de novos materiais e recursos pedagógicos, e como estes não foram fornecidos antes da implementação, a sua criação muitas vezes recai integralmente sobre os professores.

Outro desafio evidente é a falta de infraestrutura física adequada para atender às demandas do NEM. Muitas disciplinas adicionadas ao currículo necessitam do uso de tecnologias como acesso à internet e laboratórios funcionais, contudo, muitas escolas públicas ainda não possuem esses recursos. Essa falta de materiais tecnológicos, combinada com a pressão para adotar novas práticas pedagógicas, cria um cenário de incerteza e resistência, especialmente entre os professores que não tiveram uma formação específica para lidar com essas mudanças.

Nesse cenário, o avanço tecnológico apresenta-se como uma possível solução para muitos dos desafios enfrentados pela educação. Em particular, as ferramentas baseadas em Inteligência Artificial (IA) têm emergido como promissoras no apoio ao trabalho docente. Apesar de seu crescente uso em diversos setores, a aplicação das IAs no contexto educacional brasileiro ainda está em estágio inicial. Sua introdução requer tanto um entendimento técnico quanto uma análise cuidadosa das implicações éticas, práticas e pedagógicas. Assim, compreender como essas ferramentas podem ser integradas ao ensino, especialmente no contexto do ensino de Matemática, torna-se um tema central de investigação.

Diante desse panorama, este trabalho tem como objetivo geral explorar as potencialidades das inteligências artificiais (IAs) na prática docente, analisando como essas tecnologias podem auxiliar professores de Matemática da Educação Básica.



Busca-se compreender suas funcionalidades, limitações e impactos práticos, além de propor caminhos para uma adoção eficiente e consciente no ambiente escolar.

Para atingir esse objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Realizar uma revisão literária que fundamente a pesquisa, abordando documentos reguladores da educação brasileira, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Plano Nacional de Educação (PNE), além de diretrizes internacionais sobre alfabetização em IA.
2. Apresentar os fundamentos teóricos das IAs, detalhando conceitos como redes neurais, aprendizado de máquina e modelos generativos, explicando seu funcionamento e limitações.
3. Comparar três ferramentas amplamente utilizadas (ChatGPT, Microsoft Copilot e Gemini) com base em critérios como o de acessibilidade, clareza, personalização e integração com outras ferramentas educacionais.
4. Analisar as aplicações práticas das IAs no ensino de Matemática, com foco no planejamento de aulas, criação de materiais didáticos e suporte a metodologias ativas, como sala de aula invertida e Aprendizagem Baseada em Problemas.
5. Apresentar e discutir um estudo de caso realizado com professores da rede estadual de ensino de Alagoas, avaliando as percepções, dificuldades e aprendizados no uso de ferramentas de IA.
6. Examinar os desafios e limitações associados ao uso de IAs na educação, como questões éticas, dependência tecnológica e a necessidade de formação continuada.
7. Propor recomendações práticas para a integração das IAs no ensino, garantindo um uso consciente e ético que valorize a prática docente e promova uma aprendizagem significativa.

Desse modo, este trabalho ressalta a necessidade de um uso consciente e ético dessas tecnologias, enfatizando que a IA deve ser vista como uma aliada, e não como uma substituta para o professor. A sua integração no ambiente educacional deve ser orientada por princípios que valorizem a prática docente e promovam uma aprendizagem significativa para os alunos. Com esta abordagem, buscamos então

não apenas discutir as potencialidades das IAs no ensino, mas também oferecer uma contribuição prática para a formação de educadores mais preparados para enfrentar os desafios de uma era cada vez mais digital.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

Neste capítulo vamos examinar a relação entre a Base Nacional Comum Curricular e o Plano Nacional da Educação no contexto do uso de tecnologias educacionais, destacaremos algumas das diretrizes da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura sobre alfabetização em IA e apresentaremos estudos acadêmicos que investigam o impacto dessas ferramentas na prática docente e na aprendizagem dos estudantes.

### **2.1. A BNCC, o PNE e o uso de tecnologias**

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Plano Nacional de Educação (PNE) representam marcos importantes na política educacional brasileira. A BNCC, homologada em 2017, estabelece os conhecimentos, habilidades e atitudes essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica, enquanto o PNE, instituído pela Lei nº 13.005/2014, define metas e estratégias para a melhoria da qualidade da educação no país até 2024. A articulação entre esses dois documentos é fundamental para garantir a coerência e a efetividade das políticas educacionais, visando à construção de um sistema educacional mais equitativo e de qualidade.

A BNCC define normas e competências que devem ser desenvolvidas pelos estudantes ao longo dos anos letivos. Já no contexto dos professores, ela destaca a importância da formação continuada dos professores, esses devem sempre buscar se aprimorar e fazer uso das novas tecnologias que podem beneficiar o processo de ensino e aprendizagem (BRASIL, 2018). Uma das competências que trata sobre o assunto é a competência 5:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2018, p.1)

Embora a BNCC não fale explicitamente sobre o uso de inteligências artificiais, por se tratar de uma nova tecnologia que está disponível para o público geral e de maneira gratuita, fazer uso dessas ferramentas pode impactar positivamente o trabalho dos professores. Ainda assim, há desafios na sua utilização e implementação nas escolas, e isso se dá por diversos fatores, como a falta de infraestrutura, os problemas éticos que surgem com a utilização de inteligências artificiais e falta de formação dos professores para que utilizem essas tecnologias para melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Entretanto, em sua introdução, onde vemos a relação entre a BNCC e os currículos da educação básica, temos diversas ações que devem ser executadas para se garantir uma melhor qualidade de ensino. Entre elas, podemos destacar “selecionar, produzir, aplicar e avaliar recursos didáticos e tecnológicos para apoiar o processo de ensinar e aprender;” e a de “criar e disponibilizar materiais de orientação para os professores, bem como manter processos permanentes de formação docente que possibilitem contínuo aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem;”. O que nos traz novamente ao ponto de que os professores devem estar cientes das novas metodologias e tecnologias que podem beneficiar o seu trabalho e conseqüentemente, beneficiar o processo de aprendizagem dos alunos.

Enquanto isso, o PNE estipula metas que devem ser alcançadas entre 2014 e 2024, metas essas que incluem melhorar o acesso à educação para alunos de 4 a 17 anos com deficiência e transtornos globais, com a garantia de sistema educacional inclusivo e escolas ou serviços especializados, melhorar a qualidade da educação em todas as modalidades e garantir a todos os profissionais da educação básica formação continuada em sua área de atuação, considerando as necessidades e demandas dos sistemas de ensino.

Nesse sentido, o uso de inteligências artificiais pode ajudar a tornar a educação mais inclusiva, oferecendo ferramentas de leitura para alunos com deficiência visual, tradutores automáticos para alunos com diferentes línguas maternas, personalização no processo de aprendizagem de forma individualizada, além de ser uma ferramenta que auxiliaria os profissionais da educação em diversas tarefas.

Embora o uso de IAs possa ser bastante atrelado a automatizar tarefas e substituir o elemento humano, quando falamos do uso dessas ferramentas na

educação a abordagem é um pouco diferente, pois as IAs não estarão substituindo o professor, mas sim auxiliando em determinadas atividades.

Quando estamos em uma sala de aula encontramos alunos com diferentes níveis de conhecimento, ou seja, as salas são sempre heterogêneas. Isso faz com que alguns alunos acabem sentindo mais dificuldade do que outros em determinados assuntos, mesmo sendo utilizadas abordagens diferentes. Tendo em vista esse cenário, o professor se vê em uma posição de tentar deixar a sala mais homogênea, tentando nivelar o conhecimento dos alunos. E para isso pode se fazer uso de diferentes métodos de ensino e materiais didáticos, contudo, devido à grande quantidade de alunos presentes nas salas de aula, nem sempre é possível prestar esse atendimento personalizado, e quando é possível, não é com a qualidade que deveria.

Esse tipo de situação pode ser contornada com o uso de IAs visto que tendo conhecimento das dificuldades apresentadas pelos alunos, é possível criar um material específico para aqueles alunos, de modo que se adeque a necessidade de cada um, tornando assim o processo de aprendizagem mais eficiente e fazendo com que eles alcancem a proficiência necessária para retornar ao conteúdo que está sendo trabalhado.

Já quando utilizadas pelos próprios estudantes, as IAs podem servir de tutor particular, fornecendo um feedback imediato sobre as respostas dos alunos e sendo capaz de acompanhar o nível de conhecimento de cada estudante.

Contudo, o uso dessas tecnologias envolve desafios tanto para os professores, quanto para os estudantes, pois as evoluções tecnológicas são constantes, e se faz necessário acompanhar o ritmo dessas mudanças. Segundo Picão (2023, p.198):

Os professores precisam se adaptar às novas tecnologias e aprender a utilizar as ferramentas de IA de forma eficiente, além de estar sempre atualizados em relação às mudanças na tecnologia. Já os estudantes precisam ser treinados para utilizar as ferramentas de IA, e devem estar preparados para lidar com as mudanças na forma de ensino.

Enquanto que para os professores aprenderem a usar uma IA de forma eficiente esteja associado a formação continuada, que é um processo que deve

acontecer segundo o PNE e a BNCC, esse processo muitas vezes não acontece por inúmeros motivos, sendo os mais comuns a falta de tempo dos docentes e a falta de conhecimento das novas tecnologias. Já para os estudantes, se faz necessário o discernimento de que a IA deve ser uma ferramenta que vai o auxiliar no processo de aprendizagem, e não ser uma fonte de respostas para as atividades acadêmicas. Além disso, o uso da IA deve ser moderado, tendo em vista que segundo pesquisas, o alto uso pode acabar gerando dependência e diminuição no processo criativo (Forbes, 2024).

Com essas considerações, ainda podemos afirmar que o uso das IAs pode trazer diversas vantagens, Picão et al (2023) e Semensato et al (2015), defendem que um dos maiores benefícios está na modalidade de ensino a distância, onde a IA pode ser utilizada para monitorar o desempenho dos estudantes, na personalização do ensino e na análise de dados para identificação de padrões de aprendizagem.

Com a criação dos Sistemas Tutores Inteligentes<sup>1</sup>, o professor passou a ser apenas um mediador e não mais o detentor do conhecimento, enquanto os estudantes passaram a ser os principais responsáveis pela construção do seu conhecimento. Isso fez com que os estudantes avançassem em seu próprio ritmo, diminuísse a quantidade de encontros presenciais e tornou possível a personalização do ambiente de aprendizagem de acordo com as características dos estudantes (Holmes et al., 2019).

## **2.2. UNESCO e a alfabetização em IA**

Embora existam diversas vantagens na utilização de IAs no trabalho ou em outras tarefas, as pessoas precisam estar preparadas para utilizar essas ferramentas. Se faz necessário então haver um preparo, para que os usuários tenham acesso e saibam como utilizar cada IA da melhor maneira possível, e sem que haja riscos para os usuários.

---

<sup>1</sup> são programas de computador com propósitos educacionais e que incorporam técnicas de Inteligência Artificial. São capazes de simular o pensamento humano e auxiliar na resolução de problemas ou em tomada de decisões. Para mais informações ver [7].

Neste sentido o que podemos destacar é a chamada alfabetização em IA, que consiste em as pessoas saberem o que uma IA pode ou não fazer, quando ela pode ser útil para ajudar a solucionar um problema e quando seu uso deve ser questionado. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2022), a alfabetização em IA é uma alfabetização em dados, ou seja, entender como uma IA coleta, trata e analisa dados.

A UNESCO criou em 2022 dois relatórios falando sobre alfabetização e ética em relação ao uso de IAs. Em um deles, são mostradas tarefas que devem ser feitas por diversos setores, em particular, o da educação, com algumas das tarefas que devem ser realizadas. Segundo o documento, os Estados-membros devem trabalhar em parceria com organizações internacionais, instituições educacionais e entidades privadas para garantir a alfabetização em IA em todos os níveis. Isso visa empoderar as pessoas e reduzir exclusões digitais, especialmente nos países onde há maior desigualdade de acesso às tecnologias. Além disso, é importante promover o desenvolvimento de habilidades básicas como numeramento, pensamento crítico e habilidades digitais, que são pré-requisitos para a educação em IA.

Programas de conscientização sobre IA devem ser acessíveis tanto para grupos técnicos quanto não técnicos, abordando desde o impacto nos direitos humanos até o uso ético dessas tecnologias. A formação de professores e a pesquisa em torno do uso ético da IA na educação são essenciais para garantir que essas tecnologias sejam utilizadas de maneira responsável e contribuam para a melhoria da qualidade da educação, sem comprometer o desenvolvimento cognitivo dos estudantes ou explorar seus dados de forma indevida.

A inclusão digital deve também ser promovida entre grupos vulneráveis, como mulheres, minorias étnicas e pessoas com deficiência, garantindo que todos possam se beneficiar da educação em IA. Além disso, os currículos de ética em IA devem ser desenvolvidos em colaboração com diferentes culturas e tradições, promovendo a acessibilidade e a diversidade, inclusive em línguas locais e indígenas (UNESCO, 2022).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Para ver todos as tarefas destacadas pela UNESCO consultar [8].

Neste sentido, a alfabetização em IA é considerada fundamental desde a educação básica, conforme destaca o relatório da UNESCO. A introdução de currículos que abordem IA nas escolas tornou-se uma prioridade para capacitar os alunos a desenvolverem competências que serão cruciais tanto no futuro mercado de trabalho quanto na vida cotidiana. Com as rápidas transformações tecnológicas, é essencial que a educação acompanhe essas mudanças, garantindo que os alunos estejam preparados para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades que surgem com o avanço da IA.

O relatório também destaca a importância de compreender as implicações culturais, educacionais e sociais da IA. Para isso, é vital que tanto professores quanto alunos adquiram um entendimento profundo das tecnologias de IA e suas aplicações práticas. Ao integrar a IA como ferramenta educacional, os professores podem não apenas melhorar o processo de ensino, mas também ajudar os alunos a desenvolverem habilidades tecnológicas essenciais. Isso reforça a necessidade de preparar educadores e estudantes para lidar com as inovações tecnológicas, garantindo que todos estejam aptos a navegar no novo cenário global.

### **2.3. Pesquisas relacionadas**

Segundo Wardat et al. (2024), ao incorporar tecnologias na educação, é fundamental ir além de apenas mostrar aos professores como utilizá-las. É necessário que os docentes compreendam como essas ferramentas podem ser aplicadas de forma efetiva em suas práticas pedagógicas. Para isso, é fundamental que eles identifiquem o potencial das tecnologias e reconheçam os benefícios que elas podem trazer para o processo de ensino-aprendizagem.

Apesar disso, muitas inteligências artificiais ainda não são amplamente utilizadas por professores em suas práticas, devido ao receio em relação à tecnologia. Muitos docentes optam por permanecer em sua zona de conforto, recorrendo apenas aos materiais com os quais já estão familiarizados (Wardat et al., 2024). No contexto da educação matemática, por exemplo, é comum encontrar professores que não exploram ferramentas como o GeoGebra ou o Excel, que poderiam enriquecer o processo de aprendizagem dos estudantes e tornar as aulas mais dinâmicas e participativas.



Nesse cenário, Supriyadi e Kuncoro (2023, p. 10) destacam que "enquanto as IA's continuam a avançar, ambientes de aprendizagem virtuais interativos, sistemas de tutoria inteligentes, gamificação e análise baseada em dados vão revolucionar a educação matemática". A resistência em adotar essas tecnologias e metodologias inovadoras pode, portanto, retardar significativamente o avanço do processo educativo (Holmes et al., 2019).

Desse modo, se faz necessário investir em formação continuada, para garantir que os professores sejam capacitados não apenas para saber da existência e as funcionalidades das ferramentas, mas também entender como utilizar as tecnologias que estão disponíveis e que podem beneficiar não só o docente, mas também todo o processo de ensino e aprendizagem. E assim superar barreiras relacionadas a zona de conforto e o receio que muitos possuem em relação ao uso de tecnologia.

### 3. FUNCIONAMENTO DAS IAS

Antes de comparar e apresentar algumas das possíveis aplicações das inteligências artificiais na educação Matemática, é importante buscar entender primeiro o que é uma inteligência artificial, como elas aprendem, porque cometem erros e com base nisso, vamos entender como podemos ter resultados melhores.

A Inteligência Artificial pode ser descrita como um conjunto de métodos e algoritmos que capacitam as máquinas a aprenderem com dados e experiências passadas, permitindo que tomem decisões de maneira independente (Picão et al, 2023). Elas estão presentes em assistentes virtuais como a Alexa e Siri<sup>3</sup>, em recomendações de plataformas de streaming, algoritmo de busca dos navegadores, carros autônomos etc.

Com base nisso, podemos ver que as IAs são um elemento comum no nosso cotidiano, contudo, existem diferentes tipos de IA, por exemplo, os chatbots, que são as IAs que encontramos nas assistentes virtuais e em sistemas de atendimento ao cliente e as IAs generativas, que serão o foco principal do nosso trabalho.

Os chatbots, utilizados frequentemente no atendimento ao cliente, representam um modelo de IA projetado para responder automaticamente a questões frequentes por meio de respostas pré-programadas. Os modelos mais simples funcionam com base em uma árvore de decisões, em que a depender da opção de entrada selecionada pelo usuário, a IA irá retornar uma resposta diferente (Corte et al. 2019). Embora sejam eficientes para demandas rotineiras, sua limitação em lidar com questões complexas ressalta a importância da intervenção humana em determinados contextos (Oracle, 2024).

Por outro lado, as IAs generativas são um modelo de IA mais avançado, que podem responder a perguntas em contextos muito mais variados e são capazes de criar conteúdos originais como textos, imagens, músicas etc (OpenAI, 2024). E embora não seja o caso de todos os chatbots, os mais modernos, assim como as IAs generativas, são capazes de aprender padrões com o tempo, além de possuírem um diálogo aprimorado, que possibilita uma interação de forma mais natural entre o usuário e a máquina (Corte et al. 2019) (Kuyven et al, 2018). E isso se dá pelo fato de

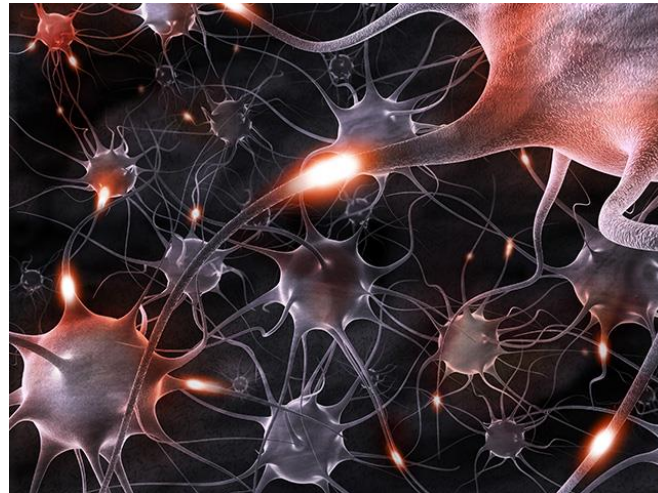
---

<sup>3</sup> A assistente virtual da Apple.

ambos os modelos possuem a mesma estrutura base, uma rede neural, que veremos em detalhes a seguir.

### 3.1. Redes neurais artificiais

*Figura 1: Neurônios no cérebro humano*

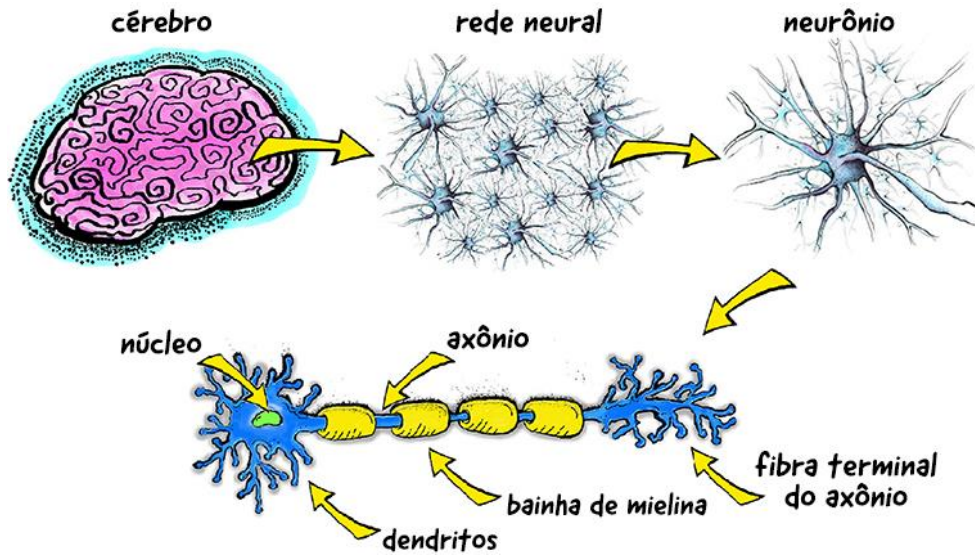


*Fonte: Método Supera, 2014*

As redes neurais artificiais, amplamente utilizadas em IA, são inspiradas na estrutura dos neurônios biológicos. No cérebro humano, os neurônios formam uma complexa rede neural que processa e transmite informações. De forma análoga, as redes neurais artificiais utilizam 'neurônios' computacionais para modelar padrões e realizar previsões, ajustando seus pesos internos durante o treinamento (Pregowska & Osial, 2022).

O cérebro é composto de incontáveis neurônios conectados em uma rede neural complexa. Cada neurônio tem um corpo celular dotado de núcleo e projeções desse corpo, chamadas axônios e dendritos. Os dendritos recebem sinais elétricos que chegam à célula e os axônios transmitem um sinal elétrico da célula para outros neurônios (Pregowska e Osial, 2022).

Figura 2: Os neurônios naturais



Fonte: Unesp para jovens, 2022

Uma rede neural artificial, é um modelo de aprendizado de máquina (*Machine Learning*) que tenta simular o funcionamento do cérebro humano. Elas são formadas por diversos neurônios artificiais, que são a unidade básica de processamento de uma rede neural que foi inspirada no funcionamento dos neurônios biológicos (Pregowska e Osial, 2022). Cada neurônio artificial é composto por uma função que faz uma combinação linear dos sinais de entrada e dos pesos correspondentes (Didática Tech, 2024), conforme a equação abaixo:

Equação 1: modelo de um neurônio artificial

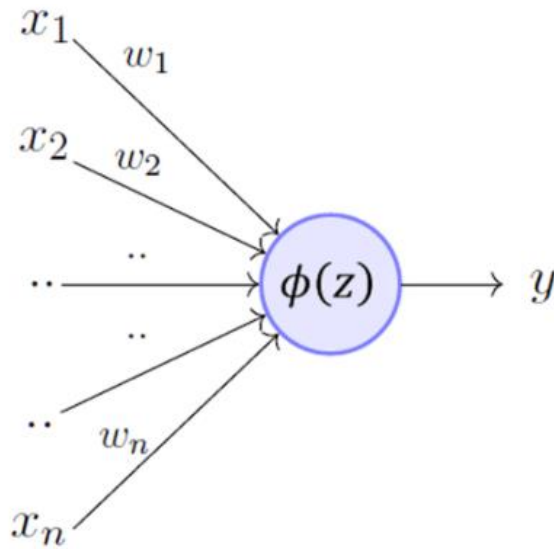
$$\phi(z_i) = w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n, \text{ com } i = 1, \dots, j,$$

onde,

- $z_i$  é a entrada da rede;
- $w = \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$ , é o vetor de pesos correspondentes;
- $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$ , são os valores de entrada;

- $\phi(z)$  é a função de ativação.

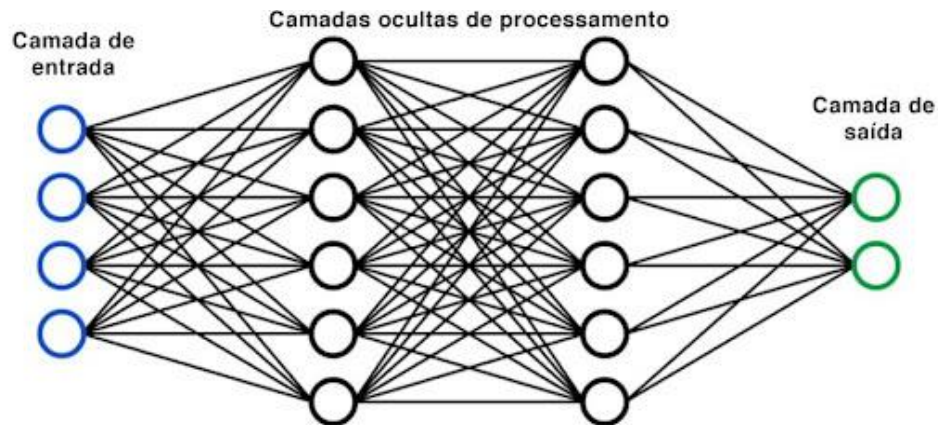
Figura 3: Ilustração de entrada e saída do neurônio artificial



Fonte: GFT, 2022

Esses neurônios estão conectados entre si e são capazes de processar e transmitir informações (Pregowska e Osial, 2022). As redes neurais podem então ser divididas em três partes: em camadas de entrada, intermediárias (ocultas) e de saída. Cada camada contém neurônios artificiais que processam informações e as enviam sequencialmente até a camada de saída, onde o resultado final é gerado como pode ser visto na figura abaixo:

Figura 4: Diagrama de uma rede neural artificial



Fonte: Open Cadd, 2022

O processo de funcionamento de uma rede neural começa com a camada de entrada, que recebe os dados brutos do problema a ser resolvido. Cada neurônio na camada de entrada corresponde a uma característica ou atributo dos dados. Os neurônios da camada de entrada então passam esses dados para a primeira camada oculta, que, por sua vez, após o processamento, os transmite para a camada seguinte, e assim sucessivamente. As conexões entre os neurônios possuem pesos associados, que determinam a influência de um neurônio sobre outro. Esses pesos ajustam a importância dos dados transmitidos, podendo amplificar ou reduzir os sinais com base no valor positivo ou negativo do peso. Durante o treinamento, esses pesos são continuamente ajustados por algoritmos para minimizar os erros e otimizar o desempenho da rede, permitindo que ela aprenda padrões nos dados e produza resultados mais precisos (Pregowska e Osial, 2022).

As camadas ocultas por sua vez, são responsáveis por aprender representações mais complexas dos dados. Cada neurônio em uma camada oculta soma os sinais de entrada recebidos, multiplica cada um pelo peso correspondente, e passa essa soma por uma função de ativação. A função de ativação introduz não-linearidade no modelo, permitindo que a rede aprenda padrões complexos. Algumas funções de ativação comuns incluem a *sigmoide*, a *ReLU* (Rectified Linear Unit), e a *tanh* (Tangente hiperbólica) (Data Science Academy, 2022). A seguir explicitamos a expressão dessas funções:

*Equação 2: Função Sigmoid*

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

*Equação 3: Tangente Hiperbólica*

$$f(x) = \tanh(x) = \frac{\sinh(x)}{\cosh(x)} = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

*Equação 4: Função ReLu*

$$f(x) = \max(0, x)$$

Já a camada de saída recebe os sinais das camadas ocultas e os processa para produzir a resposta final da rede neural. O número de neurônios nessa camada varia conforme a natureza do problema a ser resolvido. Por exemplo, em problemas de classificação binária, como identificar se um número é primo ou composto, ou se é par ou ímpar, a camada de saída pode conter um único neurônio com uma função de ativação sigmoide, que gera uma probabilidade entre 0 e 1. Já em problemas de classificação multiclases, como determinar se um sistema de equações é possível e determinado, possível e indeterminado, ou impossível, a camada de saída geralmente contém vários neurônios. Nesse caso, utiliza-se uma função softmax<sup>4</sup>, que normaliza as saídas para representar as probabilidades associadas a cada classe, conforme a expressão abaixo:

*Equação 5: Função Softmax*

$$f(z)_j = \frac{e^{z_j}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}}, \text{ para } j = 1, \dots, K$$

### 3.2. Machine learning

O Machine Learning, uma subárea da IA, capacita os sistemas a aprenderem automaticamente com dados, melhorando seu desempenho sem programação explícita (Oracle, 2024). De maneira geral esse processo ocorre por meio de um treinamento que pode ser classificado em três tipos:

---

<sup>4</sup> Cada valor gerado na camada de saída é utilizado como expoente em uma potência de base  $e$ , isso faz com que todos os resultados sejam números positivos. Em seguida, todos os resultados são somados, e então é feita a divisão de cada potência pela soma gerada. Com isso, os resultados obtidos serão valores entre 0 e 1, de modo que os valores mais próximos de 1 são escolhidos pela rede como resposta para o problema.

1. Supervisionado: o modelo é treinado com dados rotulados;
2. Não supervisionado: o modelo busca por padrões em dados não rotulados;
3. Por reforço: o modelo aprende através de interações com o ambiente, podendo receber recompensas ou penalidades dependendo das respostas fornecidas (Didática Tech, 2024).

Segundo Bowen e Watson (2024), a rede neural pode ser treinada para aprender padrões complexos a partir de dados. Esse processo de treinamento e aprendizagem é um aspecto fundamental do machine learning, que utiliza redes neurais para resolver problemas cada vez mais sofisticados. Assim como os humanos aprendem ao ler e analisar diferentes fontes de conhecimento, as IA também precisam de uma base de dados para adquirir novas habilidades. Não é possível que ela identifique, por exemplo, que uma determinada foto contém o número 4, sem nunca ter sido exposta a exemplos semelhantes antes. Desse modo, o acesso a bancos de dados extensos permite que o modelo aprenda a identificar padrões da escrita, e tanto a quantidade, quanto a qualidade de dados pode influenciar a precisão dos resultados, ou seja, quanto mais informações de boa qualidade estiverem disponíveis para o modelo utilizar, melhores serão os resultados gerados.

Entretanto, o processo de treinamento em machine learning também traz desafios. Como o aprendizado da IA é baseado em dados históricos, o modelo pode acabar reproduzindo preconceitos e estereótipos presentes nos dados. Um exemplo disso é o resultado gerado pelo modelo *Stable Diffusion*<sup>5</sup> ao criar imagens de doutores, onde apenas 7% das imagens geradas eram de mulheres, enquanto, em um teste relacionado a trabalhos de baixa remuneração, a maioria das imagens representava pessoas de pele mais escura (Bowen e Watson, 2024).

Nesse sentido, podemos dividir o processo de machine learning em cinco etapas:

1. Determinar o objetivo;
2. Definir como será o treinamento do modelo;
3. Separar os dados e treinar o modelo;
4. Avaliar o desempenho do modelo;

---

<sup>5</sup> É um modelo de IA desenvolvido pela empresa Stability IA, e é capaz de gerar imagens foto realistas a partir de comandos de texto (Alura, 2024).



## 5. Implementar o modelo.

A primeira consiste em determinar o objetivo, ou seja, o que se quer alcançar. Em seguida, é necessário coletar dados, e como falamos anteriormente, a quantidade de dados influencia diretamente nos resultados, assim como a qualidade.

A segunda etapa consiste em definir como será o treinamento, se será supervisionado, não supervisionado ou por reforço. No primeiro caso, o modelo recebe os dados com as entradas e saídas já definidas, por exemplo, ao treinar um modelo em que queremos que ele identifique números de 0 a 9 escritos a mão, as entradas seriam fotos com os números escritos, e as saídas seriam os possíveis resultados, neste caso, seriam os números de 0 a 9. No segundo caso, o modelo vai buscar padrões em dados não rotulados, por exemplo, ao se pedir um poema, ele vai buscar em sua base de dados e tentar criar o texto com base nos padrões de rimas encontrados. E no terceiro caso, não há dados rotulados, há apenas um objetivo final, e o trabalho da IA é tentar alcançar aquele objetivo maximizando as recompensas recebidas (Didática Tech, 2024). Este último cenário é bastante utilizado em problemas de otimização e no mercado financeiro, onde temos diversos dados de um determinado problema, mas estamos buscando a solução mais eficiente possível ou que gere o maior retorno financeiro. Além disso, é nesta etapa que é escolhido o algoritmo a ser utilizado, visto que dependendo do problema, alguns geram resultados melhores do que outros (Data Science Academy, 2022).

A terceira etapa consiste no treinamento em si, onde inicialmente são separados os dados que serão utilizados para o treinamento e os que serão usados para a validação e teste de desempenho do modelo. E será aplicado o algoritmo escolhido na fase anterior, de modo que serão ajustados os parâmetros para poder minimizar o erro.

Já na quarta etapa do processo acontece a avaliação do desempenho do modelo, onde se verifica se os resultados obtidos atendem às expectativas de desempenho. Caso os resultados sejam satisfatórios, o processo segue para a última etapa. Se os resultados forem insatisfatórios, ajustes podem ser feitos no modelo, como a modificação de parâmetros, a coleta de novos dados ou a escolha de outro algoritmo ou função (Data Science Academy, 2022). Vale ressaltar que, ao se referir ao "desempenho desejado", não estamos indicando a busca por uma precisão de

100%, pois esse nível de assertividade é difícil de ser alcançada devido a fatores como a complexidade do problema, limitações algorítmicas e qualidade dos dados. Por isso, é essencial estabelecer uma margem de erro aceitável, reconhecendo que, inevitavelmente, o modelo pode apresentar falhas nos resultados (Data Science Academy, 2022).

E a última etapa é a implementação do modelo, nessa fase o modelo é integrado a um aplicativo ou algum sistema, para que possa tomar decisões ou fazer previsões com base nos dados fornecidos. Contudo, ainda se faz necessário monitorar o desempenho do modelo e reajustá-lo caso seja necessário (Didática Tech, 2024). E este monitoramento é feito por diversos agentes, como a equipe de desenvolvimento do modelo, que costuma acompanhar o comportamento da IA e realizar ajustes, e os usuários finais, que podem dar um feedback sobre a qualidade dos resultados gerados.

### **3.3. Generative Pre-trained Transformers – GPT**

O GPT (*Generative Pre-Training Transformer*) é um modelo de linguagem projetado para gerar texto criado pela empresa OpenAI. É um modelo que com o passar das suas versões, foi sendo treinado com uma quantidade cada vez maior de dados, só nas versões GPT-2 e GPT-3 foram usados 1.5 bilhões e 175 bilhões de parâmetros respectivamente, e estimasse que na versão GPT-4 foi usado cerca de 1.76 trilhões de parâmetros. (Bowen e Watson, 2024).

Para compreender o funcionamento deste modelo, vamos dividir a análise de acordo com a sigla GPT. Começando pelo "G" de Generative, esta denominação refere-se à capacidade do modelo de gerar imagens, frases ou ideias a partir de cálculos probabilísticos realizados pela rede neural. O modelo calcula o pixel ou a palavra com a maior probabilidade de ocorrência, aproximando-se o máximo possível de 1. Embora essa capacidade de gerar conteúdo a partir do "nada" pareça incrível, é importante lembrar que todos os modelos possuem uma margem de erro. Isso pode resultar em falhas na geração de conteúdo ou na resposta a perguntas, além de possíveis referências inexistentes ou distorções de fatos.

Por essa razão, cada nova versão do modelo é lançada com um aumento no volume de dados a que ele tem acesso. Esse incremento de informações visa

aprimorar a precisão das respostas e reduzir a margem de erro. Além disso, são feitas melhorias contínuas nos algoritmos e na arquitetura da rede neural que ao serem implementadas, podem aumentar a eficiência e a capacidade de aprendizado do modelo. Outro ponto relevante é o treinamento supervisionado, onde humanos corrigem as respostas geradas pelo modelo, fornecendo feedback e refinando o processo de aprendizado. Com essas atualizações constantes, o modelo se torna progressivamente mais robusto e confiável, atendendo melhor às demandas dos usuários (Bowen e Watson, 2024).

O “P” de Pre-training vem do treinamento prévio que a IA possui antes de ser disponibilizada ao público, e como falamos, é necessária uma grande quantidade de dados para se obter resultados melhores (Bowen e Watson, 2024). Além disso, o feedback dado pelos usuários também é utilizado para ajudar no treinamento (OpenAI, 2024), mas assim como os dados do treinamento, esse feedback também pode conter estereótipos e preconceitos que a IA pode acabar replicando.

O “T” em Transformers refere-se a uma arquitetura de rede neural projetada para processar e gerar sequências de texto, permitindo que o modelo compreenda contextos mais amplos de forma eficiente. Essa arquitetura é essencial para a capacidade do GPT de interpretar e gerar linguagem natural de maneira coerente. Em outras palavras, quando uma IA é solicitada a gerar um texto, o Transformer é responsável por garantir que as frases façam sentido, baseando-se na probabilidade de cada resultado ser o mais adequado, conforme discutido na seção 2.1. No entanto, o Transformer vai além da simples geração de texto. Embora sua aplicação mais reconhecida esteja na linguagem natural, ele também é utilizado em tarefas como tradução automática (como no Google Tradutor), análise de sentimentos, resposta a perguntas (em assistentes virtuais como Google Assistente, Siri e Alexa), classificação de textos e até mesmo na geração de código e imagens.

### **3.4. Gerando melhores resultados**

Como mencionamos na introdução do capítulo, as IAs generativas são diferentes de chatbots que já possuem respostas pré-programadas, e elas vão fornecer uma resposta de acordo com o nível de complexidade da pergunta formulada, ou seja, ao pedir uma tarefa de forma genérica, o resultado gerado também será algo

genérico. Desse modo, ao dar mais detalhes do que se espera que seja feito, o resultado obtido será cada vez melhor.

Uma IA não pode ler a sua mente.

Quando você começa a digitar no Google, ele tenta prever o resto da sua pesquisa baseado nas pesquisas mais populares. Algumas vezes isso é útil, mas geralmente não é. Com ambos, buscadores da web e prompts de IA, quanto melhor a pergunta, melhor o resultado. (Bowen e Watson, 2024, p.43, tradução nossa).

Neste sentido, ao pedir que seja executada uma tarefa, é necessário que se tenha em mente pelo menos uma parte do que deve ser feito, por exemplo, ao se pedir que seja criada uma sequência didática sobre funções trigonométricas é necessário ter em mente o que se quer trabalhar, se serão as funções básicas, se serão aplicações, se serão as funções trigonométricas inversas, etc.

Além disso, uma das principais vantagens do uso de IAs é a capacidade de personalização, tanto do padrão de resposta, como edição do resultado gerado. Ou seja, pode ser solicitado que a resposta seja gerada numa linguagem mais compreensível para o usuário, seja de uma forma mais informal ou mais criativa, e também, se ao pedir uma determinada tarefa, não ficar satisfeito com o resultado ou com uma parte dele, é possível pedir para que seja refeito, ou modificado apenas uma determinada parte, sem comprometer toda a tarefa que foi feita de forma satisfatória.

Alguns *prompts*<sup>6</sup> que podem ser utilizados pelos professores para se obter melhores resultados podem ser vistos abaixo:

- Crie um plano de aula sobre (insira o tema) para uma turma de (insira detalhes da turma, como série, e/ou quantidade de aulas que deve conter o plano);
- Sugira uma dinâmica em grupo para abordar (insira o tema) numa sala de aula com alunos de 15 e 16 anos;
- Sugira ideias de uma dinâmica de grupo para que os alunos se apresentem no primeiro dia de aula;
- Sugira ideias de atividades em grupo para introduzir a matéria/conteúdo (insira a matéria/conteúdo);

---

<sup>6</sup> Prompts são os comandos dados para as IAs.

- Crie um cronograma de aulas sobre (insira o tema);
- Sugira ideias de como manter os alunos comportados ou focados durante a aula;
- Liste cinco filmes ou episódios de desenho que podem ser exibidos numa aula sobre (insira o tema);
- Cite exemplos de aplicação de funções no cotidiano;
- Explique como resolver uma equação do 2º grau de forma simplificada para alunos do 9º ano.

Dessa forma, temos que a qualidade das respostas fornecidas por uma IA está diretamente ligada à clareza e precisão das perguntas formuladas. Quando a pergunta é específica e bem estruturada, a IA consegue identificar com maior facilidade o contexto e os elementos-chave necessários para gerar um resultado mais adequado e relevante.

## 4. COMPARAÇÃO DAS FERRAMENTAS SELECIONADAS

Neste capítulo iremos apresentar as três IAs escolhidas para comparação: ChatGPT, Microsoft Copilot e Gemini. Escolhemos esses modelos por serem atualmente as IAs multimodais<sup>7</sup> mais robustas disponíveis ao público e por possuírem um número maior de funcionalidades. Além disso, são as IAs mais conhecidas e utilizadas pela maior parte dos usuários, além de serem as mais acessíveis inicialmente. Também iremos discutir um pouco sobre a história de cada uma, iremos discorrer sobre suas funcionalidades principais, possibilidades de aplicação na educação e por fim, faremos uma comparação direta entre elas.

### 4.1. Conhecendo cada ferramenta

#### 4.1.1. ChatGPT

O ChatGPT é uma aplicação do modelo de GPT desenvolvido pela empresa norte-americana OpenAI, e foi lançado ao público em 2022. Baseado em *deep learning*<sup>8</sup>, ele permite interações não apenas por texto, mas também por outras formas, como áudio e imagens (Open IA, 2023).

O modelo de IA atualmente se encontra em sua última versão GPT-4.o, e pode ser utilizado gratuitamente por qualquer usuário de forma limitada, sendo necessário ter que pagar uma assinatura para usar os novos recursos por mais tempo ou voltar a usar a versão anterior com o modelo GPT-3.5. O ChatGPT tem a capacidade de responder perguntas sobre uma vasta quantidade de tópicos, como ciência, tecnologia, história, cultura, matemática, entre outros. Além disso, pode fornecer informações e explicações sobre conceitos específicos, auxiliar na redação de textos, gerar ideias ou sugestões criativas para projetos, traduzir texto para outros idiomas, criar resumos de textos longos, auxiliar no desenvolvimento de códigos ou algoritmos simples, entre outras (Open IA, 2023).

A IA foi treinada e teve acesso a informações atualizadas até outubro de 2023 (Terra, 2024) e embora ela fornecesse respostas com base em pesquisas a internet

---

<sup>7</sup> São IA's que possuem a capacidade de ser feita uma interação com elas a partir de diferentes meios, como texto, áudio ou imagens.

<sup>8</sup> Deep Learnig trata-se de um conjunto de técnicas de Machine Learning que utilizam redes neurais artificiais profundas, com muitas camadas intermediárias entre a camada de entrada e a de saída (Hosaki e Ribeiro, 2021). Para entender mais, ver [9]

para os usuários que pagavam a sua assinatura desde setembro de 2023 (G1, 2023) e (O Globo, 2023), essa funcionalidade chegou a sua versão gratuita no meio de 2024. Antes disso a IA só poderia responder precisamente perguntas relacionadas a fatos que aconteceram até a data da última atualização (Open IA, 2024). Isso fazia com que pesquisas mais precisas fossem feitas com mais atenção ou até mesmo em outras plataformas, visto que muitas vezes o ChatGPT tenta responder as perguntas, mesmo que de forma incorreta.

Além de responder perguntas sobre uma grande variedade de assuntos, o estilo de resposta pode ser personalizado pelo usuário. Sem nenhuma alteração, o ChatGPT irá fornecer respostas de uma maneira mais formal, e, a depender do assunto, pode dar uma resposta mais abrangente ou mais específica. Mas tudo isso pode ser personalizado, pode-se pedir para que ele responda de uma maneira mais informal, de uma forma mais criativa, e até mesmo de acordo com o nível de conhecimento do usuário. Atualmente ele também conta outras funcionalidades como criação de imagens, geração de sites e criação de slides com a ajuda do Canva (Open IA, 2024).

Atualmente, a ferramenta pode ser acessada por diversas plataformas, como desktops, Android e iOS. Em cada uma delas, ele possui algumas funcionalidades diferentes. Ao utilizá-lo no navegador, é possível fazer interações a partir de comandos de textos, anexando arquivos e até mesmo fotos. Ao ser utilizado em dispositivos móveis, podem ser feitas interações a partir de áudio, além da possibilidade de se fazer perguntas a partir de uma foto tirada pela câmera. Uma das funções que mais se destacam na nova versão é a capacidade de manter uma conversa por áudio. Além de responder às perguntas feitas por áudio, ele também irá responder da mesma forma, como se fosse uma conversa entre dois indivíduos, e tudo isso em tempo real.

Com relação às aplicações na educação, as possibilidades são diversas. Para os professores, ele pode ser utilizado para a criação de planos de aula, ideias para projetos, criação de listas de exercícios, provas, resumos de conteúdos, tabelas que podem ser posteriormente copiadas para outros aplicativos mantendo a formatação original, e muito mais. Para os alunos, pode ser utilizado como um tutor personalizado, podendo dar explicações sobre uma vasta quantidade de assuntos e dar feedback sobre atividades, como questões ou redações.

#### 4.1.2. Microsoft Copilot

O Microsoft Copilot, anteriormente conhecido como Bing Chat, é uma IA generativa multimodal desenvolvida pela Microsoft e lançada ao público em 2023. Ele oferece suporte ao pacote Microsoft 365, ao navegador Microsoft Edge e ao Windows 11 (Microsoft, 2024).

A ferramenta foi lançada com o objetivo de ser uma alternativa a outra IA bastante popular, o ChatGPT, e usa o modelo GPT da OpenAI para realizar diversas funções a partir de comandos.<sup>9</sup>

A IA pode ser utilizada de forma gratuita, embora algumas de suas funcionalidades só possam ser acessadas através de programas pagos, como o Microsoft 365. Assim como o ChatGPT, ela pode responder perguntas sobre diferentes tópicos, pode traduzir textos para outros idiomas, dar explicações e informações sobre assuntos específicos, etc (Microsoft, 2024).

Além de ter sido treinado com conteúdos até 2021, o Microsoft Copilot também conta com acesso à internet. Ou seja, para buscas e informações relacionadas a temas mais recentes, ele pode buscar as informações na internet e responder com base nos seus resultados de busca. Além disso, ele quase sempre lista as fontes de onde retirou o resultado, então o leitor pode facilmente acessar os sites consultados para conferir a veracidade das informações ou se aprofundar no tema (Microsoft, 2024).

Assim como o ChatGPT, o Copilot também é bastante criativo, podendo ter um estilo de conversa pré-definido entre criativo, balanceado ou preciso, onde cada estilo vai fornecer as respostas de maneiras diferentes, por exemplo, no estilo criativo ele pode responder a uma pergunta fazendo alusão a algum filme, enquanto que no balanceado ele pode responder a mesma pergunta contando alguns detalhes a mais e descrevendo de forma narrativa o que aconteceu, já no preciso, ele responde a pergunta se atendo aos principais fatos de forma resumida.

Além disso, o Copilot ainda conta com a capacidade de gerar imagens, onde através de um prompt ele utiliza o modelo GPT-4 da OpenAI e a tecnologia DALL-E

---

<sup>9</sup> Segundo a Microsoft (2023), as duas empresas possuem uma parceria por compartilharem uma mesma ambição, a de criar avanços nas pesquisas que envolvem IA.



para processar o comando, e com base nas informações fornecidas, ele gera quatro imagens de uma vez que ainda podem ser personalizadas através de outros comandos, ou simplesmente salvas e compartilhadas (Microsoft, 2024). Embora para alguns tópicos as imagens não sejam tão precisas. Ele também é capaz de gerar tabelas, e assim como o ChatGPT, as tabelas podem ser exportadas para outros programas mantendo a mesma formatação.

O Copilot também é capaz de responder a perguntas feitas através de imagens, arquivos e áudios, onde neste último ele também responde em forma de áudio, mas não em tempo real. Ele está disponível nas principais plataformas como Android, IOS e desktops, podendo ser acessado pelo navegador ou diretamente da barra de tarefas ao se utilizar o Windows 11. Ele possui as mesmas funcionalidades em todas as plataformas, mas é limitado com relação a quantidade de interações que podem ser feitas.

Já na área da educação ele pode ser utilizado também por professores e alunos, onde as principais funcionalidades para professores são a criação de planejamentos, ideias para projetos, criação de listas de exercícios, provas, resumos de conteúdos, tabelas que podem ser posteriormente exportadas ou copiadas para outros aplicativos mantendo a formatação original, entre outras. Já para os alunos, pode ser utilizado também como um tutor personalizado, podendo dar explicações sobre uma vasta quantidade de assuntos e dar feedback sobre atividades, como questões ou redações. Além disso, por ter acesso a internet, ele pode sugerir vídeos do Youtube para ajudar a entender determinados conteúdos, além de fornecer as fontes que utilizou para gerar os resultados, podendo ser consultadas para se aprofundar nos temas.

#### 4.1.3. Gemini

Gemini é uma IA generativa multimodal criada pelo Google e disponibilizada para o público no final de 2023, quando era conhecida como Bard. Em fevereiro de 2024 a ferramenta foi relançada com melhorias e com o novo nome Gemini (Google, 2024).

Segundo o Google (2024), a ferramenta continua em desenvolvimento, mas já pode ser utilizada gratuitamente por qualquer usuário e tem a capacidade de responder perguntas sobre uma vasta quantidade de tópicos, como ciência, tecnologia, história, cultura, matemática, entre outros. Além disso, pode fornecer informações e explicações sobre conceitos específicos, auxiliar na redação de textos, gerar ideias ou sugestões criativas para projetos, traduzir texto para outros idiomas, criar resumos de textos, auxiliar no desenvolvimento de códigos ou algoritmos simples, entre outras.

Assim como as outras IAs, Gemini também passou por um processo de treinamento e possui dados atualizados até janeiro de 2024, contudo, ele também conta com acesso à internet, então é capaz de responder a perguntas sobre temas mais recentes baseando-se em seus resultados de busca. Além disso, também lista as fontes e links de onde foram retiradas as informações caso o usuário deseje verificar ou se aprofundar mais nos resultados (Google, 2024).

Ele também é capaz de ter seu modelo de resposta personalizado, por exemplo, pode ser solicitado que ele responda as perguntas de uma forma mais informativa, concisa, criativa ou até mesmo engraçada. Além disso, ao responder a uma pergunta, ele ainda acrescenta alguma informação ou curiosidade no final da resposta.

O Gemini pode ser acessado pelas principais plataformas como desktops, Android e IOS, e em sua última atualização ele conta com suporte ao Google Docs, podendo ler arquivos diretamente do Google Drive do usuário. Ele também pode criar planilhas que podem ser facilmente copiadas ou exportadas para algum aplicativo e conta com a capacidade de responder a perguntas feitas através de áudio e imagens, e também pode as responder em formato de áudio.

E com relação as aplicações na educação podemos destacar a otimização de tarefas como criação de planos de aula, criação de atividades, sugestões de projetos, entre outras, quando utilizado por professores. E para os estudantes, pode auxiliar com um ritmo personalizado de aprendizagem de acordo com as individualidades de cada aluno, podendo também ser utilizado para se ter um feedback imediato de respostas de exercícios e redações. Além de poder ser utilizado para traduzir conteúdos para torná-los mais acessíveis a alunos de diferentes origens linguísticas.

## 4.2. Comparação das IAs

Nesta seção, realizaremos uma comparação detalhada das funcionalidades das três IAs selecionadas, focando nos aspectos que são comuns a todas elas. De acordo com Smith e Johnson (2021), critérios como facilidade de uso, clareza na linguagem, assertividade nos resultados, acessibilidade e personalização são fundamentais na avaliação de ferramentas educacionais baseadas em IA. Portanto, estabeleceremos os seguintes critérios para a nossa análise:

- Facilidade de uso;
- Clareza na linguagem;
- Assertividade nos resultados;
- Acessibilidade e integração com outras ferramentas educacionais;
- Personalização;

Além disso, para que a comparação seja coerente e justa, estaremos sempre dando os mesmos prompts para todas as IAs.

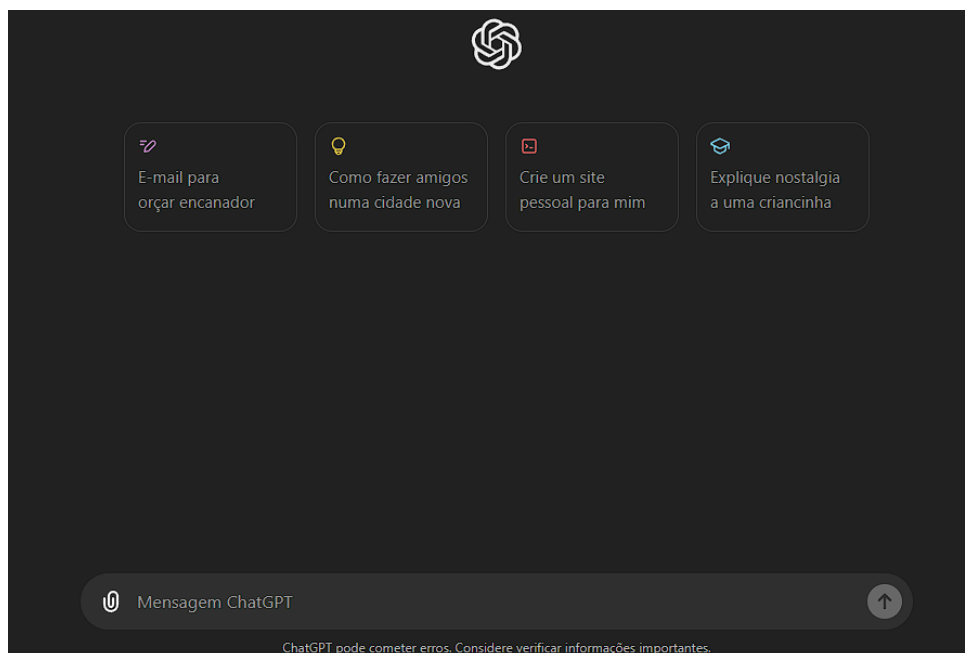
### 4.2.1. Facilidade de uso

Para este comparativo vamos analisar as formas como cada IA está disponível para o público e se o processo para acessá-las é fácil para qualquer tipo de usuário, incluindo aqueles que possuem uma dificuldade maior com a tecnologia.

#### ChatGPT

Como vimos anteriormente, para utilizar o ChatGPT é necessário acessar o navegador (em caso de desktops ou notebooks) para acessar a ferramenta e em seguida criar uma conta nova ou entrar com alguma conta existente, após isso, se torna intuitivo o uso da IA e ele ainda dá sugestões do que pode fazer ao iniciar um novo chat.

Figura 5: Interface do ChatGPT

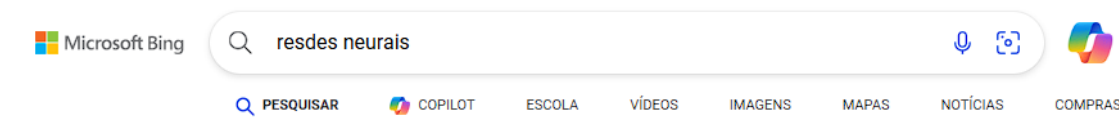


Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

## Microsoft Copilot

Embora ele também possa ser acessado através da busca no navegador, o Copilot pode facilmente ser acessado através de qualquer busca feita no Microsoft Edge. Basta clicar no ícone da ferramenta que está presente abaixo ou a direita da janela de busca.

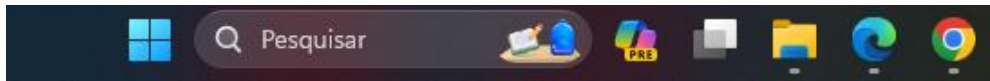
Figura 6: Acesso ao Copilot pela barra de busca do navegador



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Além disso, para os usuários do Windows 11, o Copilot pode ser utilizado diretamente da barra de tarefas do computador ou notebook.

Figura 7: Acesso ao Copilot pela barra de tarefas do Windows 11

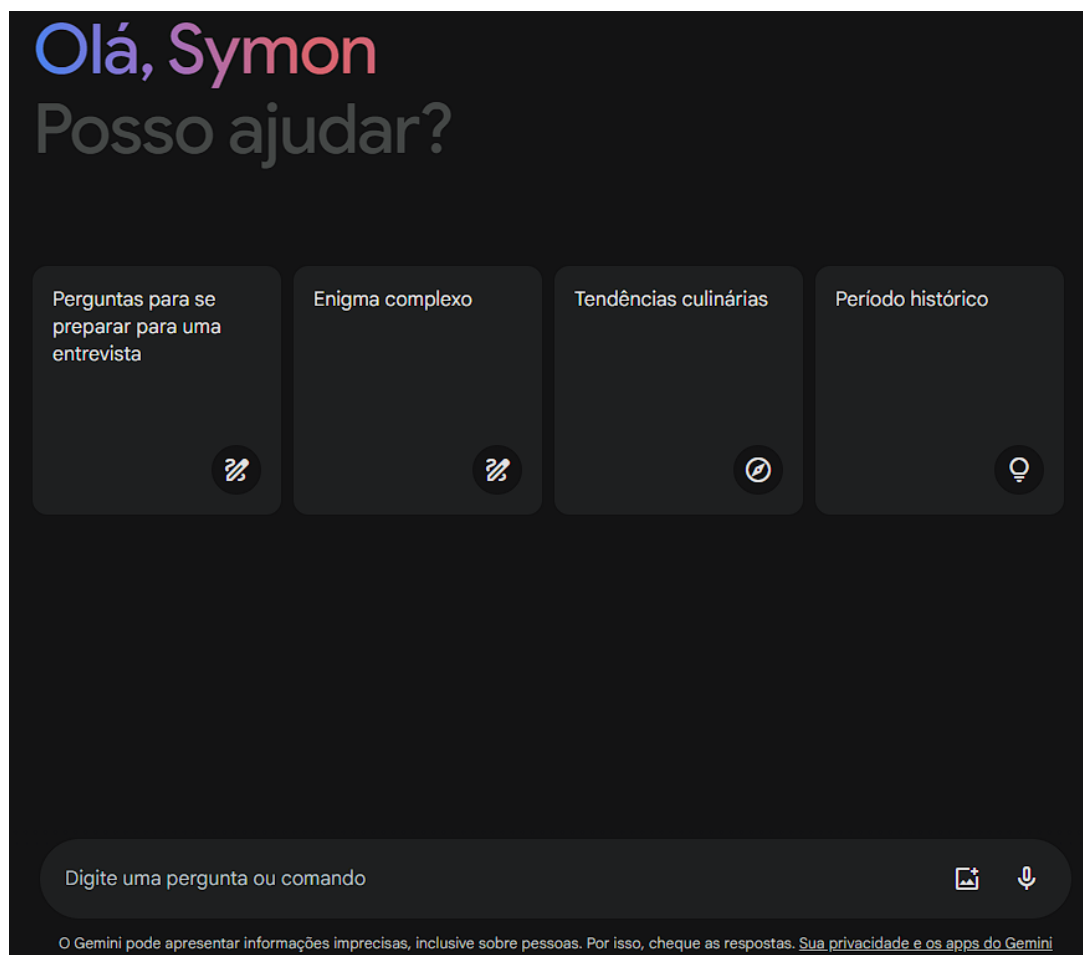


Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

## Gemini

Assim como o ChatGPT, para utilizar o Gemini é necessário acessar através do navegador, fazer login em uma conta existente ou criar uma nova. Em seguida, ele já dá algumas sugestões ao usuário do que perguntar.

Figura 8: Interface do Gemini



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Note que não comparamos a facilidade de uso em dispositivos móveis, pois são semelhantes, em todas as ferramentas se faz necessário baixar o aplicativo pela Play store ou Apple store e fazer login em alguma conta existente, ou criar uma nova.

Logo, como estamos levando em consideração que há pessoas que ainda sentem dificuldade em realizar esses processos de procurar pela ferramenta, depois fazer login, para então poder acessada. Vemos que o Copilot é a ferramenta mais simples de ser acessada.

#### 4.2.2. Clareza na linguagem

Para serem amplamente acessíveis, as IA precisam não apenas ser fáceis de utilizar, mas também empregar uma linguagem compreensível para qualquer usuário. Para ilustrar essa necessidade, consideraremos dois cenários: um envolvendo um problema matemático que exige o uso de diversos símbolos, e outro, uma descrição textual. Para o problema de matemática, vamos pedir que as três IAs resolvam uma equação de 2º grau, e compararemos os resultados.

Prompt utilizado: encontre as raízes da equação  $x^2-5x+6=0$

Figura 9: Teste de símbolos matemáticos no ChatGPT

encontre as raízes da equação  $x^2 - 5x + 6 = 0$

Para encontrar as raízes da equação quadrática  $x^2 - 5x + 6 = 0$ , podemos usar a fórmula de Bhaskara, que é dada por:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Para isso, identificamos os coeficientes  $a$ ,  $b$  e  $c$  na equação  $ax^2 + bx + c = 0$ :

- $a = 1$
- $b = -5$
- $c = 6$

Agora, aplicamos esses valores na fórmula:

1. Calculamos o discriminante ( $\Delta$ ):
 
$$\Delta = b^2 - 4ac$$

$$\Delta = (-5)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 6$$

$$\Delta = 25 - 24$$

$$\Delta = 1$$
2. Calculamos as raízes usando o valor do discriminante:
 
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$x = \frac{-(-5) \pm \sqrt{1}}{2 \cdot 1}$$

$$x = \frac{5 \pm 1}{2}$$

Isso nos dá duas soluções:

$$x_1 = \frac{5+1}{2} = \frac{6}{2} = 3$$

$$x_2 = \frac{5-1}{2} = \frac{4}{2} = 2$$

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Note que no resultado podemos identificar os símbolos utilizados (Delta, radical, potências) facilmente, e a formatação das frações está bem organizada.

Figura 10: Teste de símbolos matemáticos com o Copilot

encontre as raízes da equação  $x^2 - 5x + 6 = 0$

Vamos resolver a equação  $x^2 - 5x + 6 = 0$  usando a fórmula de Bhaskara:

1. Identificar os coeficientes:  $a = 1$ ,  $b = -5$ ,  $c = 6$ .
2. Calcular o discriminante ( $\Delta$ ):
$$\Delta = b^2 - 4ac$$
$$\Delta = (-5)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 6$$
$$\Delta = 25 - 24$$
$$\Delta = 1$$
3. Como  $\Delta > 0$ , teremos duas raízes reais e diferentes.
4. Calcular as raízes:
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$
$$x = \frac{-(-5) \pm \sqrt{1}}{2 \cdot 1}$$
$$x = \frac{5 \pm 1}{2}$$

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 11: Teste de símbolos matemáticos com o Copilot

As raízes serão:

$$x_1 = \frac{5 + 1}{2} = 3$$
$$x_2 = \frac{5 - 1}{2} = 2$$

Portanto, as soluções da equação são  $x = 3$  e  $x = 2$ . Alguma dúvida sobre esses passos?

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Assim como no ChatGPT os símbolos podem ser identificados facilmente, e a forma como foram montadas as frações está organizada.



Figura 12: Teste de símbolos matemáticos com o Gemini

encontre as raízes da equação  $x^2 - 5x + 6 = 0$

Mostrar rascunhos ▾ 🔊

✦ **Encontrando as Raízes da Equação  $x^2 - 5x + 6 = 0$ :**

Existem duas maneiras principais de encontrar as raízes (ou soluções) da equação quadrática  $x^2 - 5x + 6 = 0$ :

**1. Fórmula de Bhaskara:**

A fórmula de Bhaskara é uma fórmula matemática geral que pode ser utilizada para encontrar as raízes de qualquer equação quadrática da forma  $ax^2 + bx + c = 0$ , onde  $a$ ,  $b$  e  $c$  são números reais e  $a \neq 0$ .

No caso da equação  $x^2 - 5x + 6 = 0$ , temos:

- $a = 1$
- $b = -5$
- $c = 6$

Substituindo esses valores na fórmula de Bhaskara, obtemos:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Calculando os valores:

- $x_1 = \frac{-(-5) \pm \sqrt{(-5)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 6}}{2 \cdot 1}$
- $x_1 = \frac{5 \pm \sqrt{1}}{2}$
- $x_1 = 3$  ou  $x_1 = 2$

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 13: Teste de símbolos matemáticos com o Gemini

Calculando os valores:

- $x_1 = \frac{-(-5) \pm \sqrt{(-5)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 6}}{2 \cdot 1}$
- $x_1 = \frac{5 \pm \sqrt{1}}{2}$
- $x_1 = 3$  ou  $x_1 = 2$
- $x_2 = \frac{-(-5) - \sqrt{(-5)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 6}}{2 \cdot 1}$
- $x_2 = \frac{5 - \sqrt{1}}{2}$
- $x_2 = 2$  ou  $x_2 = 3$

**Portanto, as raízes da equação  $x^2 - 5x + 6 = 0$  são  $x = 2$  e  $x = 3$ .**

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Aqui vemos um problema claro, a formatação do modelo não está boa, podemos observar que ele não consegue escrever os expoentes das potências e nem o subscrito das raízes. Além de não conseguir colocar o radical em todos os elementos e organizar as frações como o ChatGPT e o Copilot.

Embora não tenhamos identificado referências relevantes sobre esse tema, consideramos que, ao utilizar uma ferramenta acessível a qualquer público, os resultados gerados devem ser apresentados de forma clara e compreensível, inclusive para os leitores menos familiarizados com o assunto. Desse modo, vemos que o ChatGPT e o Copilot obtiveram o melhor resultado, utilizando e escrevendo os símbolos em linguagem matemática corretamente, e de uma forma simples de compreender. Já a forma como a solução é apresentada no Gemini, ela é compreensível, mesmo ele não conseguindo escrever as expressões em forma de fração, ele ainda organizou a solução com os símbolos de forma compreensível, mas que a depender do usuário, ele pode ter dificuldades em compreender o que significa uma expressão como:  $(-5)^2$  ou  $(5-\sqrt{1})/2$ .

Agora vamos para o segundo cenário, vamos pedir para que as IA's façam um passo a passo de como resolver uma equação do segundo grau, e que tenha em mente um aluno que está vendo o conteúdo pela primeira vez. Em seguida vamos comparar os resultados.

Prompt utilizado: faça um roteiro de como resolver uma equação do segundo grau, utilize uma explicação simples, voltada para alunos que estão vendo o conteúdo pela primeira vez.

Figura 14: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com ChatGPT

faça um roteiro de como resolver uma equação do segundo grau, utilize uma explicação simples, voltada para alunos que estão vendo o conteúdo pela primeira vez

Aqui está um roteiro simples para resolver uma equação do segundo grau, voltado para iniciantes:

**Passo 1: Identifique os Coeficientes**

Uma equação do segundo grau tem a forma geral:  $ax^2 + bx + c = 0$ . Identifique os valores de  $a$ ,  $b$  e  $c$  na sua equação.

**Passo 2: Calcule o Discriminante (Delta)**

Use a fórmula  $\Delta = b^2 - 4ac$ . O valor de  $\Delta$  indicará quantas soluções a equação possui:

- Se  $\Delta > 0$ : duas soluções reais.
- Se  $\Delta = 0$ : uma solução real.
- Se  $\Delta < 0$ : não há soluções reais.

**Passo 3: Aplique a Fórmula de Bhaskara**

Com  $\Delta$  calculado, use a fórmula para encontrar as raízes da equação:

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

Substitua os valores de  $a$ ,  $b$  e  $\Delta$  e resolva para  $x$ .

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Aqui vemos que ele adotou uma abordagem simples e resumida, de modo a ir direto para a solução.

Figura 15: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com ChatGPT

**Passo 4: Interprete os Resultados**

Após resolver, você terá os valores de  $x$  (as raízes da equação). Esses valores são as soluções da equação do segundo grau.

**Exemplo**

Para a equação  $2x^2 + 3x - 5 = 0$ :

1.  $a = 2, b = 3, c = -5$
2. Calcule  $\Delta = 3^2 - 4 \cdot 2 \cdot (-5) = 9 + 40 = 49$
3. Substitua na fórmula de Bhaskara:  
$$x = \frac{-3 \pm \sqrt{49}}{2 \cdot 2} = \frac{-3 \pm 7}{4}$$
4. Soluções:  $x_1 = 1$  e  $x_2 = -2.5$

🔊 📄 👍 🗑️ ↺

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

## Microsoft Copilot

Figura 16: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Copilot

faça um roteiro de como resolver uma equação do segundo grau, utilize uma explicação simples, voltada para alunos que estão vendo o conteúdo pela primeira vez

Beleza! Vamos resolver uma equação do segundo grau de maneira simples e direta.

**O que é uma equação do segundo grau?**

Uma equação do segundo grau tem a forma:

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

Aqui,  $a$ ,  $b$  e  $c$  são números conhecidos e  $x$  é o valor que queremos encontrar.

**Passos para resolver uma equação do segundo grau:**

1. **Identificar os coeficientes:** Pegue os valores de  $a$ ,  $b$  e  $c$  na equação. Exemplo: na equação  $2x^2 + 3x - 5 = 0$ , temos  $a = 2$ ,  $b = 3$  e  $c = -5$ .
2. **Calcular o discriminante ( $\Delta$ ):**  
$$\Delta = b^2 - 4ac$$

Esse valor vai nos dizer o tipo de soluções que a equação tem.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 17: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Copilot

3. **Analisar o discriminante:**

- Se  $\Delta > 0$ : A equação tem duas raízes reais e diferentes.
- Se  $\Delta = 0$ : A equação tem uma raiz real (dupla).
- Se  $\Delta < 0$ : A equação não tem raízes reais.

4. **Calcular as raízes da equação usando a fórmula de Bhaskara:**

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

**Exemplo Prático:** Vamos resolver a equação  $2x^2 + 3x - 5 = 0$ .

1. Identificar os coeficientes:  $a = 2$ ,  $b = 3$ ,  $c = -5$ .
2. Calcular o discriminante:

$$\Delta = 3^2 - 4 \cdot 2 \cdot (-5)$$
$$\Delta = 9 + 40$$
$$\Delta = 49$$

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 18: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Copilot

3. Como  $\Delta > 0$ , teremos duas raízes reais e diferentes.

4. Calcular as raízes:

$$x = \frac{-3 \pm \sqrt{49}}{2 \cdot 2}$$
$$x = \frac{-3 \pm 7}{4}$$


As raízes serão:

$$x_1 = \frac{-3 + 7}{4} = 1$$
$$x_2 = \frac{-3 - 7}{4} = -2.5$$

Então, as soluções da equação são  $x = 1$  e  $x = -2.5$ .

É isso! Agora você tem um roteiro simples para resolver equações do segundo grau. Se precisar de mais alguma coisa, só avisar!

👍 🗨 🚩

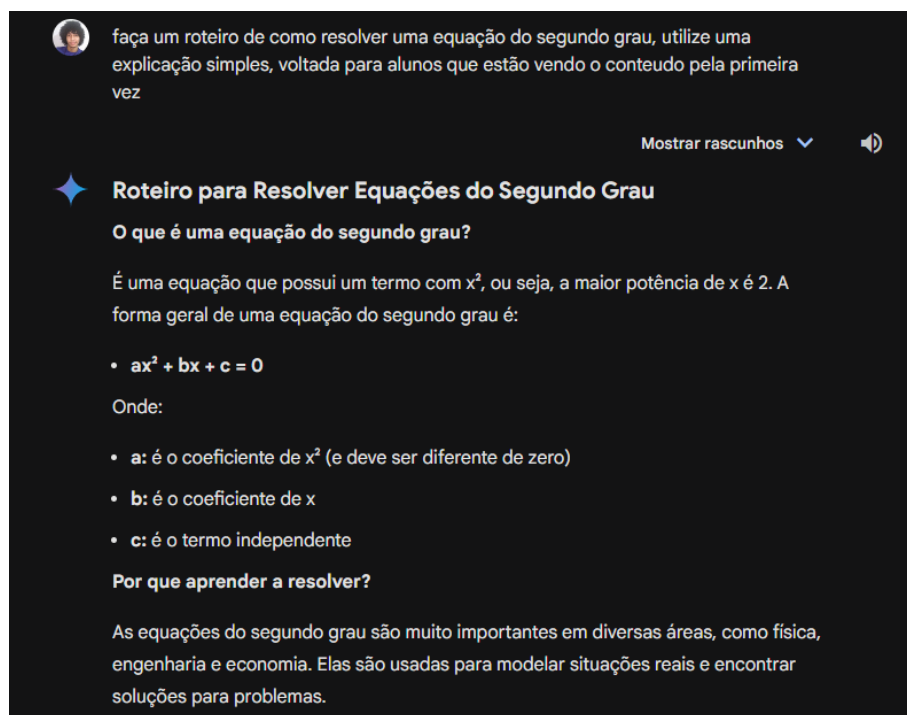
 + Mensagem para o Copilot

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Nos resultados acima vemos que ele também adotou uma abordagem mais resumida, mas ainda explicou um pouco mais sobre os elementos de uma equação do 2º grau.

Gemini

Figura 19: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Gemini



faça um roteiro de como resolver uma equação do segundo grau, utilize uma explicação simples, voltada para alunos que estão vendo o conteúdo pela primeira vez

Mostrar rascunhos ▾ 🔊

✦ **Roteiro para Resolver Equações do Segundo Grau**

**O que é uma equação do segundo grau?**

É uma equação que possui um termo com  $x^2$ , ou seja, a maior potência de  $x$  é 2. A forma geral de uma equação do segundo grau é:

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

Onde:

- **a**: é o coeficiente de  $x^2$  (e deve ser diferente de zero)
- **b**: é o coeficiente de  $x$
- **c**: é o termo independente

**Por que aprender a resolver?**

As equações do segundo grau são muito importantes em diversas áreas, como física, engenharia e economia. Elas são usadas para modelar situações reais e encontrar soluções para problemas.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Neste caso podemos observar que o Gemini deu uma resposta mais completa e mais parecida com a forma que este conteúdo é apresentado para os alunos. Abaixo vemos que ele detalha quem é e como identificar cada elemento, e não vai diretamente para a solução do exemplo.

Figura 20: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Gemini

**Como resolver?**

- 1. Identificar os coeficientes:**
  - **a:** O número que multiplica  $x^2$ .
  - **b:** O número que multiplica  $x$ .
  - **c:** O número sozinho.
- 2. Calcular o discriminante ( $\Delta$ ):**
  - $\Delta = b^2 - 4ac$
  - O discriminante nos dirá quantas e quais tipos de raízes a equação possui.
- 3. Analisar o valor de  $\Delta$ :**
  - $\Delta > 0$ : A equação tem duas raízes reais e distintas.
  - $\Delta = 0$ : A equação tem duas raízes reais e iguais.
  - $\Delta < 0$ : A equação não possui raízes reais.
- 4. Utilizar a fórmula de Bhaskara:**
  - $x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$
  - Substitua os valores de  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $\Delta$  nessa fórmula para encontrar as raízes da equação.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 21: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Gemini

**Exemplo:**

Resolva a equação:  $x^2 - 5x + 6 = 0$

- 1. Identificar os coeficientes:**  $a = 1$ ,  $b = -5$ ,  $c = 6$ .
- 2. Calcular o discriminante:**  $\Delta = (-5)^2 - 4 * 1 * 6 = 25 - 24 = 1$ .
- 3. Analisar o valor de  $\Delta$ :** Como  $\Delta > 0$ , a equação tem duas raízes reais e distintas.
- 4. Utilizar a fórmula de Bhaskara:**
  - $x = \frac{(5 \pm \sqrt{1})}{2}$
  - $x_1 = \frac{(5 + 1)}{2} = 3$
  - $x_2 = \frac{(5 - 1)}{2} = 2$

**As raízes da equação são 3 e 2.**

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 22: Roteiro de resolução de uma Equação do 2º grau com Gemini

**Dicas:**

- **Pratique bastante:** Quanto mais você resolver exercícios, mais fácil será entender o processo.
- **Preste atenção aos sinais:** Erros de sinal são comuns, então tome cuidado ao substituir os valores na fórmula.
- **Utilize uma calculadora:** A calculadora pode te ajudar a realizar os cálculos mais complexos.
- **Faça um esboço do gráfico:** O gráfico de uma função do segundo grau é uma parábola. Ao fazer um esboço, você pode visualizar as raízes da equação.

**Lembre-se:** A prática leva à perfeição! Com um pouco de dedicação, você dominará a resolução de equações do segundo grau.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Ao comparar os resultados vemos que as respostas do ChatGPT e do Copilot são bem próximas e diretas em relação a solução. Contudo, quando lecionamos um conteúdo pela primeira vez, é importante não apenas ser claro na explicação, mas também dar um contexto de porque aquele conteúdo está sendo visto, ou algum exemplo mais prático. Nesse sentido, vemos que a resposta gerada pelo Gemini atende melhor a essas características, mesmo havendo o problema de formatação que pode ser visto no passo de encontrar as raízes da equação (Figura 21), ele explica de uma forma mais simples quem é cada coeficiente, dá um motivo para o estudo do assunto e ainda dá algumas dicas que podem ajudar o leitor ao final.

Dessa forma, uma maneira de utilizar o lado positivo de todas as ferramentas é a de inicialmente solicitar a tarefa ao Gemini, e posteriormente utilizar o ChatGPT ou o Copilot para reorganizar a parte matemática, fazendo assim com que o resultado seja mais completo e mais agradável visualmente.

#### 4.2.3. Assertividade nos resultados

Agora vamos comparar se os resultados dados pelas IAs estão corretos. Iremos testar novamente dois cenários, o primeiro será um problema da área de Matemática e o segundo, uma atividade voltada para geração de texto em outro idioma.

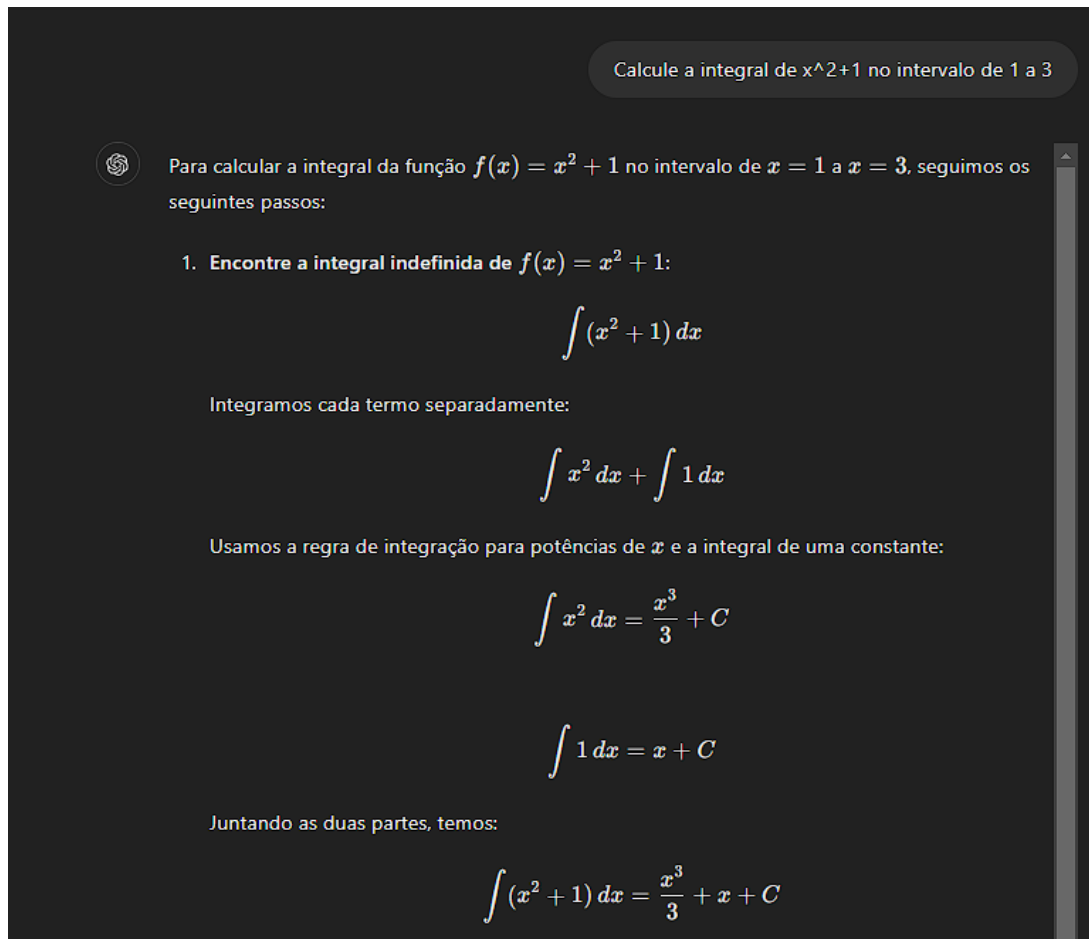


Sabemos que as IAs podem cometer erros as vezes, então vamos tomar um problema que as vezes muitas pessoas erram algum passo durante a resolução, vamos pedir para que as três IAs resolvam uma integral simples.

Prompt utilizado: Calcule a integral de  $x^2+1$  no intervalo de 1 a 3.

ChatGPT

Figura 23: Resolução de uma integral simples com o ChatGPT



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Como já vimos anteriormente, na seção de clareza de linguagem, o ChatGPT e o Copilot conseguem utilizar os símbolos matemáticos corretamente, isso também vale para os símbolos de conteúdos referentes ao ensino superior.

Figura 24: Resolução de uma integral simples com o ChatGPT

2. Avalie a integral definida de  $x = 1$  a  $x = 3$ :

A integral definida de  $x^2 + 1$  de 1 a 3 é:

$$\left[ \frac{x^3}{3} + x \right]_1^3$$

Calculamos o valor da primitiva nos limites superior e inferior e subtraímos:

$$\left( \frac{3^3}{3} + 3 \right) - \left( \frac{1^3}{3} + 1 \right)$$

Simplificando cada termo, obtemos:

$$\left( \frac{27}{3} + 3 \right) - \left( \frac{1}{3} + 1 \right)$$

$$(9 + 3) - \left( \frac{1}{3} + 1 \right)$$

$$12 - \left( \frac{1}{3} + 1 \right)$$

$$12 - \frac{4}{3}$$

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 25: Resolução de uma integral simples com o ChatGPT

$$12 - 1.\bar{3}$$

$$12 - \frac{4}{3} = \frac{36}{3} - \frac{4}{3} = \frac{36 - 4}{3} = \frac{32}{3}$$

Portanto, a integral de  $x^2 + 1$  no intervalo de 1 a 3 é  $\frac{32}{3}$ .

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 26: Resolução de uma integral simples com o Copilot

calcule a integral de  $x^2+1$  no intervalo de 1 a 3

Beleza, vamos calcular a integral definida de  $x^2 + 1$  no intervalo de 1 a 3.

A integral de  $x^2 + 1$  é dada por:

$$\int (x^2 + 1) dx$$

Vamos integrar a função primeiro:

$$\int x^2 dx = \frac{x^3}{3}$$

$$\int 1 dx = x$$

Então, a integral indefinida é:

$$\int (x^2 + 1) dx = \frac{x^3}{3} + x + C$$

Agora, para a integral definida de 1 a 3:

$$\left[ \frac{x^3}{3} + x \right]_1^3$$

Calculamos isso substituindo os limites de integração:

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 27: Resolução de uma integral simples com o Copilot

$$\left( \frac{3^3}{3} + 3 \right) - \left( \frac{1^3}{3} + 1 \right)$$

$$\left( \frac{27}{3} + 3 \right) - \left( \frac{1}{3} + 1 \right)$$

$$(9 + 3) - \left( \frac{1}{3} + 1 \right)$$

$$12 - \left( \frac{4}{3} \right)$$

$$12 - \frac{4}{3} = \frac{36}{3} - \frac{4}{3} = \frac{32}{3}$$

Portanto, o valor da integral definida é:

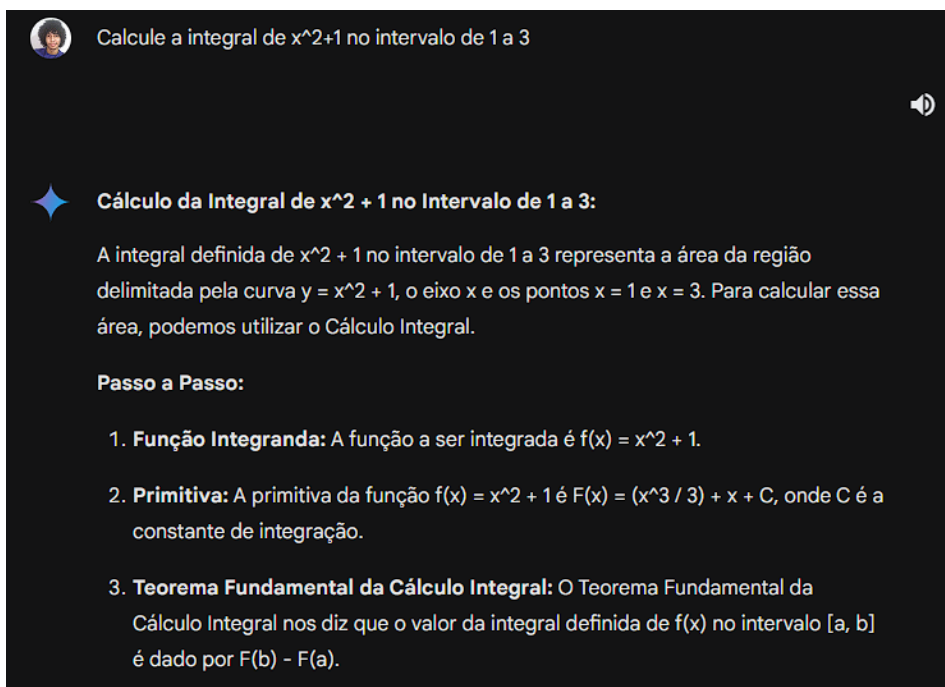
$$\frac{32}{3}$$

Tudo certo com esse resultado?

👍 🗨 📄 🚩

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 28: Resolução de uma integral simples com o Gemini



Calcule a integral de  $x^2 + 1$  no intervalo de 1 a 3

🌟 **Cálculo da Integral de  $x^2 + 1$  no Intervalo de 1 a 3:**

A integral definida de  $x^2 + 1$  no intervalo de 1 a 3 representa a área da região delimitada pela curva  $y = x^2 + 1$ , o eixo  $x$  e os pontos  $x = 1$  e  $x = 3$ . Para calcular essa área, podemos utilizar o Cálculo Integral.

**Passo a Passo:**

- Função Integranda:** A função a ser integrada é  $f(x) = x^2 + 1$ .
- Primitiva:** A primitiva da função  $f(x) = x^2 + 1$  é  $F(x) = (x^3 / 3) + x + C$ , onde  $C$  é a constante de integração.
- Teorema Fundamental da Cálculo Integral:** O Teorema Fundamental da Cálculo Integral nos diz que o valor da integral definida de  $f(x)$  no intervalo  $[a, b]$  é dado por  $F(b) - F(a)$ .

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 29: Resolução de uma integral simples com o Gemini

**4. Cálculo da Integral Definitiva:**

- Substituindo os valores do intervalo  $[1, 3]$  na primitiva  $F(x) = (x^3 / 3) + x + C$ , obtemos:
  - $F(3) = (3^3 / 3) + 3 + C = 9 + 3 + C = 12 + C$
  - $F(1) = (1^3 / 3) + 1 + C = 1/3 + 1 + C = 4/3 + C$
- Aplicando o Teorema Fundamental da Cálculo Integral:
  - $\int (x^2 + 1) dx [1, 3] = F(3) - F(1)$
  - $\int (x^2 + 1) dx [1, 3] = (12 + C) - (4/3 + C)$
  - $\int (x^2 + 1) dx [1, 3] = 7 \frac{2}{3}$

**5. Resultado:** A integral definida de  $x^2 + 1$  no intervalo de 1 a 3 é igual a  $7 \frac{2}{3}$ .

**Interpretação do Resultado:**

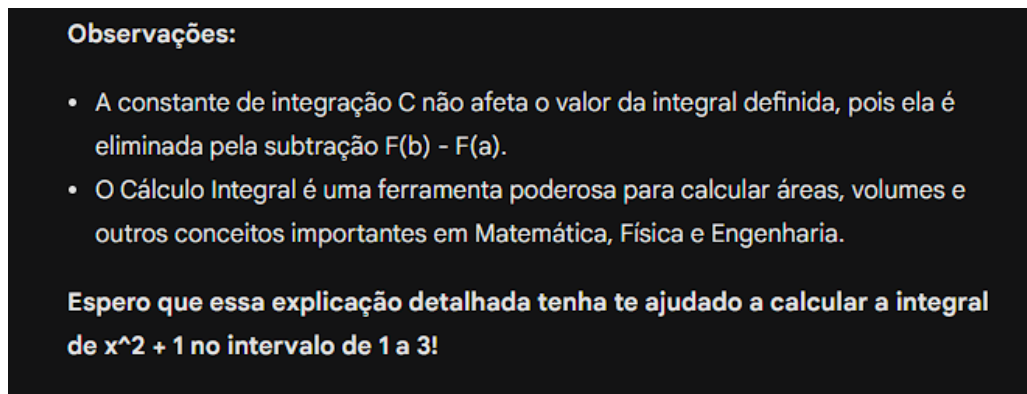
A integral definida  $\int (x^2 + 1) dx [1, 3] = 7 \frac{2}{3}$  representa a área da região sombreada na figura abaixo:

[Imagem da área sombreada delimitada pela curva  $y = x^2 + 1$ , o eixo  $x$  e os pontos  $x = 1$  e  $x = 3$ ]

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Aqui podemos observar que o Gemini acaba sempre optando por uma resposta mais completa, dando explicações mais detalhadas sobre o que está acontecendo na solução, entretanto, como pontuamos, a sua utilização de símbolos matemáticos e organização de expressões ainda deixa a desejar.

Figura 30: Resolução de uma integral simples com o Gemini



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Antes de ver qual das três chegou ao resultado certo, note que duas delas chegaram ao mesmo resultado, enquanto a última chegou a um resultado diferente. Vamos inicialmente verificar se a parte da integral foi resolvida corretamente.

Tínhamos inicialmente a integral definida  $\int_1^3 x^2 + 1 dx$ . E ao resolver, temos

$$\int_1^3 x^2 + 1 dx = \left[ \frac{x^3}{3} + x \right]_1^3 = \frac{3^3}{3} + 3 - \left( \frac{1^3}{3} + 1 \right) = 12 - \left( \frac{4}{3} \right) = \frac{32}{3}$$

Ao comparar com os resultados obtidos, vemos que todas conseguiram aplicar as propriedades de integral de forma correta, mas apenas duas chegaram ao resultado correto, o ChatGPT e o Copilot. O Gemini acabou cometendo um erro na parte de operações após a substituição dos intervalos de integração, chegando assim a um resultado incorreto.

Agora vamos pedir para que seja feita a tradução da solução do seguinte problema: quantos zeros tem no final do número 1000!?

A solução disponível no site pode ser vista abaixo, e para ser gerada a resposta em cada IA, fizemos a captura de tela da solução e colocamos a mesma captura em cada uma delas, junto com o prompt de comando.

Figura 31: Captura de tela da solução original do problema

**Detailed Solution**

**Given:**

$$1000! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 1000$$

**Concept used:**

To find the number of zeroes at the end of the product, we need to calculate the number of 2's and number 5's or number of pairs of 2 and 5.

$$2 \times 5 = 10 \Rightarrow \text{Number of zeroes} = 1 \text{ (number of pair} = 1)$$

The number of pairs of 2 and 5 is same as the number of zeroes at the end of the product

To calculate the number of 2's and number of 5's in any factorial value or a series starts from 1 is to divide the last number by 2 or 5 (successive quotient) till 0 as the last quotient

The number of 2's in 10! =

2	10	
2	5	→
2	2	→
1	1	→

Number of 2's = 5 + 2 + 1 = 8

Download Solution PDF

Fonte: Testbook, 2021

Figura 32: Captura de tela da solução original do problema

**Calculation:**

$$1000! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 1000$$

In the above factorial value, number of 5's is less than the number of 2's. So we need to calculate the only number of 5's

5	1000	
5	200	→
5	40	→
5	8	→
1	1	→

Total number of 5's = 200 + 40 + 8 + 1 = 249

249 pairs of 2's and 5's are possible

∴ **The total number of zeroes at the end of the product is 249.**

Fonte: Testbook, 2021

Agora veremos a solução traduzida pelas IAs. Prompt utilizado: traduza a solução acima.

Figura 33: Tradução da solução do problema pelo ChatGPT

**Dado:**

$$1000! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 1000$$

**Conceito utilizado:**

Para encontrar o número de zeros no final do produto, é necessário calcular o número de pares de 2 e 5 no fatorial.

Por exemplo:

$$2 \times 5 = 10 \rightarrow \text{Número de zeros} = 1 \text{ (1 par de 2 e 5)}$$

O número de pares de 2 e 5 é o mesmo que o número de zeros no final do produto.

Para calcular o número de 2's e 5's em qualquer valor fatorial, divide-se o número pelo 2 ou pelo 5 (quociente sucessivo) até que o último quociente seja 0.

---

**Cálculo do número de 2's em 10!:**

Divisões sucessivas:

$$10 \div 2 = 5$$

$$5 \div 2 = 2$$

$$2 \div 2 = 1$$

Número total de 2's =  $5 + 2 + 1 = 8$

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 34: Tradução da solução do problema pelo ChatGPT

**Cálculo:**

$$1000! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 1000$$

No valor do fatorial acima, o número de 5's é menor do que o número de 2's. Portanto, só precisamos calcular o número de 5's.

**Cálculo do número de 5's em 1000!:**

Divisões sucessivas:

$$1000 \div 5 = 200$$

$$200 \div 5 = 40$$

$$40 \div 5 = 8$$

$$8 \div 5 = 1$$

Número total de 5's =  $200 + 40 + 8 + 1 = 249$

Como são possíveis 249 pares de 2's e 5's, o número total de zeros no final do produto é 249.

---

**Resposta final:**

O número total de zeros no final do produto de 1000! é 249.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Na solução acima vemos que o ChatGPT foi bem fiel a solução original. Vale ressaltar que não foi copiado o texto da solução para a caixa de mensagem dos modelos, mas sim foi feita uma captura de tela e a imagem da solução foi anexada ao comando. Então acabamos testando também a capacidade das IAs de reconhecer informações em imagens. Além disso, o ChatGPT possibilitou o anexo de diversas imagens simultaneamente.

Microsoft Copilot

Figura 35: Tradução da solução do problema pelo Copilot

**Dado:**

$$1000! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 1000$$

**Conceito Usado:**

Para encontrar o número de zeros no final do produto, precisamos calcular o número de pares de 2 e 5 no fatorial de 1000.

$$2 \times 5 = 10 \Rightarrow \text{Número de zeros} = 1(\text{número de pares} = 1)$$

O número de pares de 2 e 5 é o mesmo que o número de zeros no final do produto.

Para calcular o número de 2's e 5's em qualquer valor fatorial ou série que começa de 1, é necessário dividir o último número por 2 ou 5 (quociente sucessivo) até que 0 seja o último quociente.

**Exemplo de Cálculo:**

O número de 2's em 10!:

$$2|102|52|22|1$$

Número de 2's =  $5 + 2 + 1 = 8$

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 36: Tradução da solução do problema pelo Copilot

**Cálculo do 1000!:**

$$1000! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 1000$$

No valor fatorial acima, o número de 5's é menor que o número de 2's. Portanto, precisamos calcular apenas o número de 5's.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024



Esta primeira parte da solução do Copilot corresponde a primeira imagem da solução original (Figura 32), e nela vemos que na primeira divisão sucessiva apresentada na solução o Copilot não entendeu bem o que deveria registrar e acabou gerando aquela resposta confusa no final da Figura 35.

Figura 37: Tradução da solução do problema pelo Copilot

The image is a screenshot of a dark-themed interface showing a mathematical problem solution. At the top, the formula  $1000! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 1000$  is displayed. Below it, a text block explains that the number of 5s is less than the number of 2s, so only the number of 5s needs to be calculated. This is followed by a series of division steps: 5 divides 1000 to get 200, 5 divides 200 to get 40, 5 divides 40 to get 8, and 5 divides 8 to get 1. These results are then summed to find the total number of 5s:  $200 + 40 + 8 + 1 = 249$ . The final conclusion states that there are 249 pairs of 2s and 5s, and thus 249 trailing zeros in the product.

$1000! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times 1000$

**No valor fatorial acima, o número de 5's é menor que o número de 2's. Portanto, precisamos calcular apenas o número de 5's:**

5		1000
5		200
5		40
5		8
		1

**Número total de 5's:**

$$200 + 40 + 8 + 1 = 249$$

**Portanto:**

249 pares de 2's e 5's são possíveis.

**Conclusão:**

O número total de zeros no final do produto é 249.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Nesta última parte da solução vemos que ele já entendeu melhor a estrutura da divisão sucessiva presente na Figura 31 e a organizou melhor na solução. E mesmo havendo o erro de formatação na primeira parte, a tradução foi coerente com a solução original.

Figura 39: Tradução da solução do problema pelo Gemini

**Problema Original:**

Encontrar o número de zeros no final do produto de 1000! (1000 fatorial).

**Conceito Utilizado:**

Para determinar o número de zeros no final de um fatorial, precisamos calcular o número de pares de 2 e 5. Cada par de 2 e 5 contribui com um zero no final do resultado, pois  $2 \times 5 = 10$ .

**Cálculo do Número de 2s e 5s:**

- **Divisões sucessivas:** Para encontrar o número de 2s ou 5s em um fatorial, dividimos o número final (neste caso, 1000) sucessivamente por 2 ou 5 até obter um quociente menor que 2 ou 5. A soma dos quocientes nos dará o número total de 2s ou 5s.
- **Gargalo:** No caso de 1000!, o número de 5s é menor que o número de 2s. Portanto, o número de 5s será o fator limitante para a formação de pares 2x5.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 38: Tradução da solução do problema pelo Gemini

**Cálculo para 1000!:**

**1. Divisões por 5:**

- $1000 / 5 = 200$
- $200 / 5 = 40$
- $40 / 5 = 8$
- $8 / 5 = 1$

**2. Soma dos quocientes:**  $200 + 40 + 8 + 1 = 249$

**Resposta:** Existem 249 zeros no final de 1000!.

**Explicação Completa:**

A ideia por trás deste método é que cada fator 5 em um fatorial contribui com um zero no final do produto quando multiplicado por um fator 2. No entanto, o número de 2s geralmente é maior que o número de 5s em um fatorial, então o número de 5s é o fator limitante.

Ao dividir sucessivamente por 5, estamos contando quantos múltiplos de 5 existem no fatorial. Cada múltiplo de 5 contribui com pelo menos um fator 5. A soma dessas contribuições nos dá o número total de fatores 5, que por sua vez nos dá o número de zeros no final do produto.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Na solução acima vemos que o Gemini ignorou a primeira parte de divisões sucessivas da Figura 30 e adaptou completamente a solução original, não sendo fiel a informação dada inicialmente. Em alguns casos esse tipo de adaptação pode ser um ponto positivo, pois pode acabar simplificando a informação original e facilitando a compreensão do usuário. Contudo, em alguns casos pode haver a perda de informações importantes no processo.

Desse modo, vemos que o Copilot e o Gemini ainda possuem alguns problemas para identificar elementos em imagens. E embora todas tenham feito a tradução e chegado ao resultado correto, pelas observações feitas vemos que a IA que teve o melhor resultado foi o ChatGPT, por ter sido a mais fiel e coerente com a solução original.

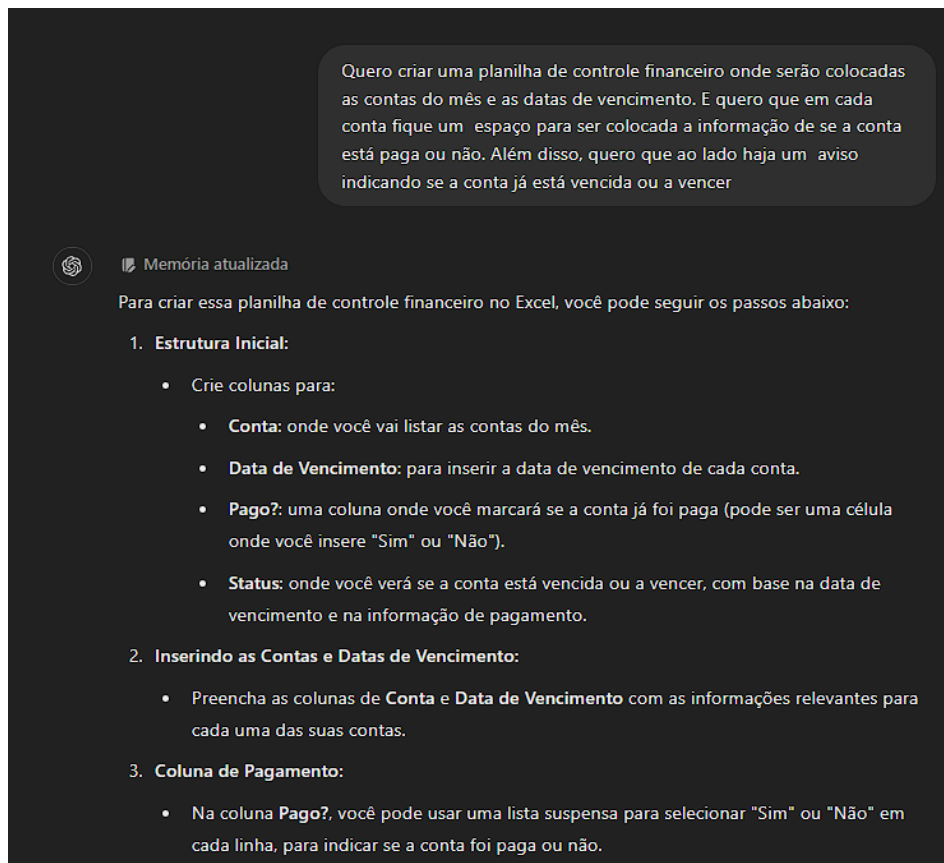
#### 4.2.4. Integração com outras ferramentas educacionais

Neste tópico analisaremos se as IA's podem ser utilizadas com outros programas. Como falamos no capítulo anterior toda as IA's destacadas possuem certa integração com o Excel, e podem ser utilizadas para criar planilhas e fórmulas. Vamos começar então pedindo ajuda para criar uma planilha de controle financeiro com algumas funções de comparação.

Prompt utilizado: quero criar uma planilha de controle financeiro onde serão colocadas as contas do mês e as datas de vencimento. E quero que em cada conta fique um espaço para ser colocada a informação de se a conta está paga ou não. Além disso, quero que ao lado haja um aviso indicando se a conta já está vencida ou a vencer.

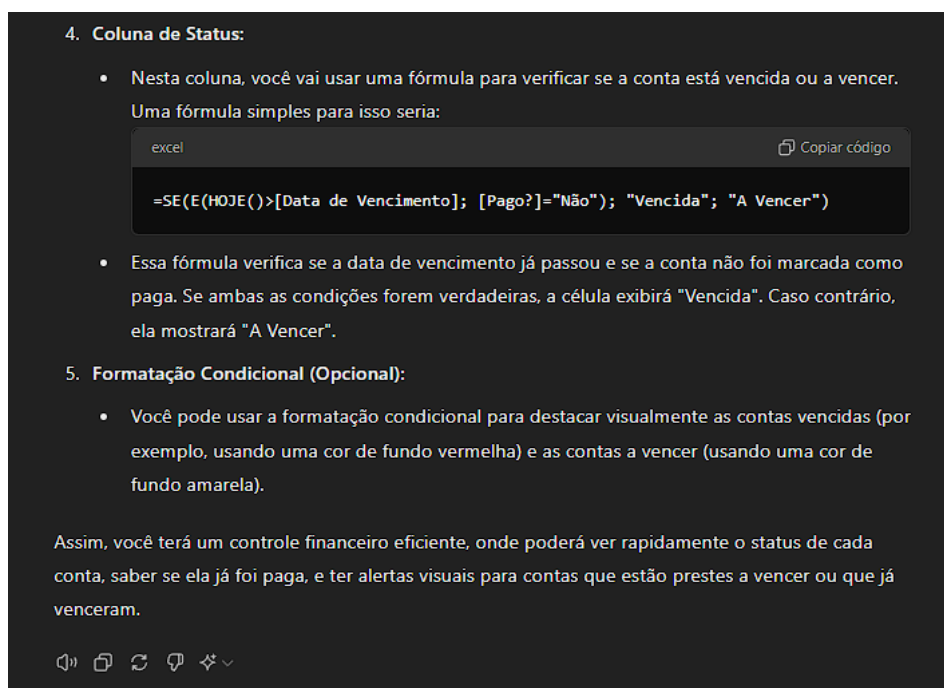
ChatGPT

Figura 40: Criação de uma planilha com ChatGPT



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024


Figura 41: Criação de uma planilha com ChatGPT




Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Microsoft Copilot

Figura 42: Criação de uma planilha com Copilot

 **Você**

Quero criar uma planilha de controle financeiro onde serão colocadas as contas do mês e as datas de vencimento. E quero que em cada conta fique um espaço para ser colocada a informação de se a conta está paga ou não. Além disso, quero que ao lado haja um aviso indicando se a conta já está vencida ou a vencer

 **Copilot**

✓ Gerando respostas para você...

Claro! Vou te ajudar a criar uma planilha de controle financeiro no Excel. Aqui está um passo a passo para configurar a planilha:  
  
1. **Abra o Excel** e crie uma nova planilha.  
  
2. **Crie os cabeçalhos** nas colunas:  

- A1: **Conta**
- B1: **Data de Vencimento**
- C1: **Valor**
- D1: **Pago (Sim/Não)**
- E1: **Status**

  
3. **Insira os dados** das suas contas nas linhas abaixo dos cabeçalhos.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 43: Criação de uma planilha com Copilot

4. **Adicione uma fórmula para o status** na coluna E. Na célula E2, insira a seguinte fórmula para verificar se a conta está vencida ou a vencer:

=SE(D2="Sim"; "Pago"; SE(B2<TODAY(); "Vencida"; "A Vencer"))



5. **Arraste a fórmula** da célula E2 para baixo para aplicá-la a todas as linhas da coluna E.

Aqui está um exemplo de como a planilha deve ficar:

Tabela

Conta	Data de Vencimento	Valor	Pago (Sim/Não)	Status
Luz	05/08/2024	R\$ 150	Não	A Vencer
Água	01/08/2024	R\$ 80	Sim	Pago
Internet	10/08/2024	R\$ 100	Não	A Vencer
Aluguel	01/08/2024	R\$ 1200	Não	Vencida

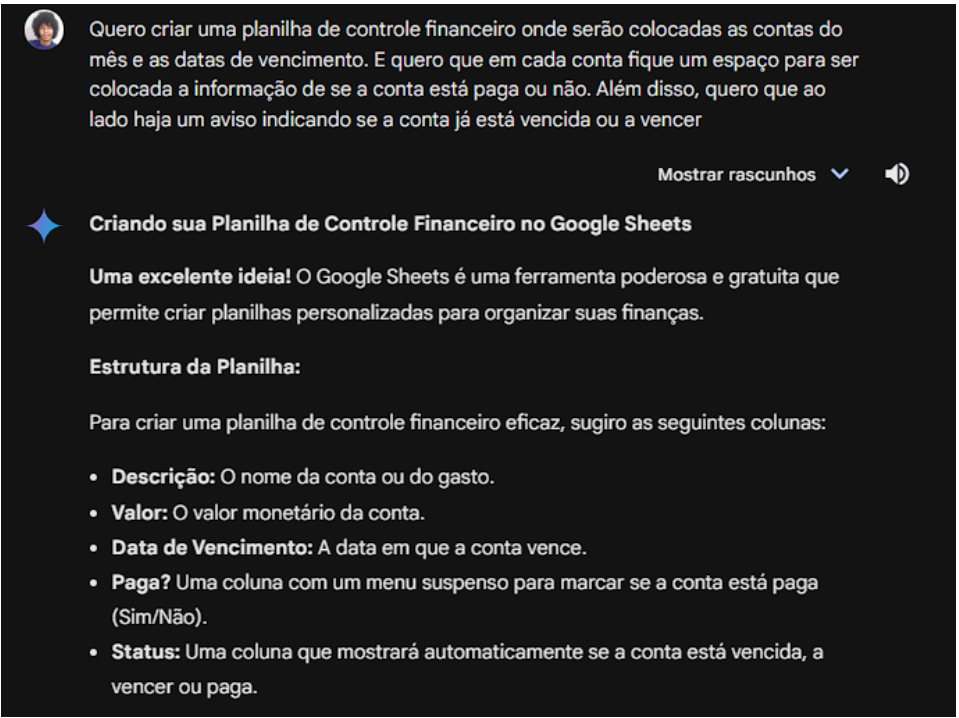
Se precisar de mais alguma coisa ou tiver dúvidas, estou aqui para ajudar!

2 de 30

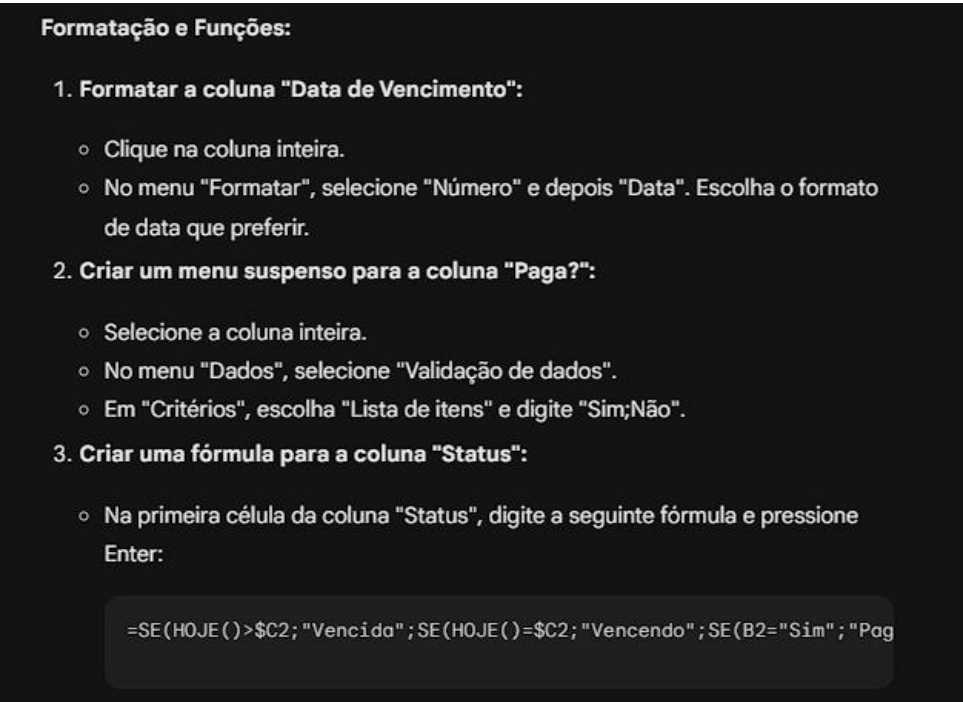
Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 44: Criação de uma planilha com Gemini



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 45: Criação de uma planilha com Gemini



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 46: Criação de uma planilha com Gemini

```
( )>$C2;"Vencida";SE(HOJE()=$C2;"Vencendo";SE(B2="Sim";"Pago";""))
```

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 47: Criação de uma planilha com Gemini

#### Exemplo Visual:

#### Dicas Adicionais:

- **Categorize seus gastos:** Crie uma coluna adicional para categorizar seus gastos (alimento, transporte, etc.) e faça gráficos para analisar seus hábitos de consumo.
- **Use funções avançadas:** Explore funções como `SOMASE` para calcular o total de gastos por categoria ou `PROCV` para buscar informações em outras planilhas.
- **Compartilhe com outras pessoas:** Compartilhe sua planilha com familiares ou colegas para um controle financeiro colaborativo.

#### Recursos Úteis:

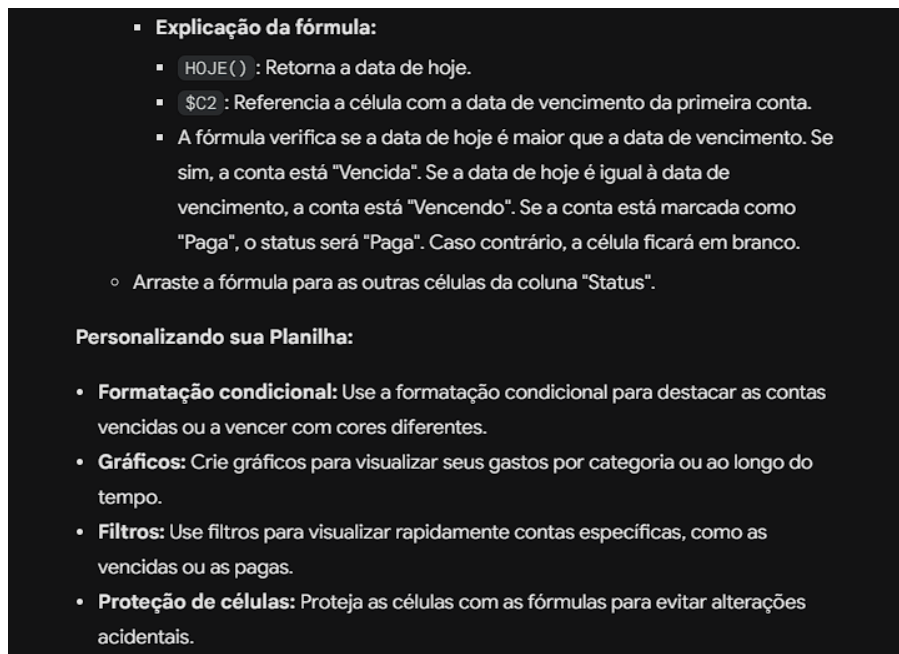
- **Central de Ajuda do Google Sheets:** [URL inválido removido]
- **Tutoriais em vídeo:** Procure por tutoriais no YouTube para aprender mais sobre as funcionalidades do Google Sheets.

Com essa estrutura, você terá uma planilha completa e personalizável para controlar suas finanças de forma eficiente. Se precisar de mais ajuda, não hesite em perguntar!

Gostaria de aprender alguma função específica ou personalizar ainda mais sua planilha?

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 48: Criação de uma planilha com Gemini



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Ao comparar os resultados obtidos vemos que todas as ferramentas criaram um passo a passo simples de ser seguido e autoexplicativo com relação as funções. Já para obter um exemplo visual de como ficaria a tabela, apenas o Copilot forneceu o modelo, mas é possível ver que ao final do resultado, o Gemini também iria tentar mostrar um exemplo, mas por algum motivo não foi exibido mesmo atualizando a página algumas vezes. Além disso, uma coisa que é comum as três IAs e bastante importante nesse tipo de tarefa, é a possibilidade de copiar a formula ou exportar a planilha pronta para outro aplicativo.

Vale destacar também que todos os modelos podem ser utilizados para gerar códigos em Lattex e Python, sendo possível pedir para que seja criado o código que execute determinada função ou simplesmente que seja dada uma ajuda para criar um código em desenvolvimento. E de forma individual temos que o ChatGPT possui integração com o Google Drive e o One Drive, podendo ler documentos e responder a perguntas feitas sobre ele, também é possível anexar diretamente documentos no chat. Já o Copilot possui integração direta com o Windows, podendo ser acessado sem a utilização do navegador, além de possuir em sua interface integração com o Designer da plataforma Dall-E, o que o possibilita criar imagens dentro do chat. E o



Gemini por sua vez, está integrado a assistente virtual do Google e a outras ferramentas da empresa, como o Gmail, podendo assumir tarefas desde definir alarmes e marcar compromissos, até responder perguntas fazendo pesquisas na internet e ajudando a escrever e-mails.

#### 4.2.5. Acessibilidade

Quando falamos em acessibilidade é importante estar ciente de qual público pode ter acesso e consegue utilizar a ferramenta sem maiores problemas, ou seja, é necessário observar se a IA pode ser utilizada por uma pessoa com algum tipo de deficiência ou limitação.

Por se tratarem de IAs que geram principalmente texto, é importante verificar se uma pessoa que tenha, por exemplo, deficiência visual poderia usar o recurso. Desconsideraremos para isso a possibilidade de utilizar o leitor de tela disponível no próprio sistema operacional, e iremos avaliar apenas dentro da interface da IA em si.

### ChatGPT

Quando acessamos por meio do navegador, na sua versão gratuita, o ChatGPT não conta com nenhum recurso de áudio, ou seja, não é possível nem interagir por meio de comandos de voz e nem receber a resposta por meio de áudio. Contudo, quando utilizamos algum dispositivo móvel e acessamos o modelo por meio do aplicativo, é possível fazer perguntas através de áudio e, um dos principais destaques da IA, é possível fazer uma conversa por áudio em tempo real com o modelo.

### Microsoft Copilot

Ao ser acessado pelo navegador, o Copilot conta com o recurso de interação por voz, basta ter um microfone habilitado para poder interagir, e ao fazer isso, a resposta também se dá por meio de áudio de forma automática. O mesmo ocorre ao utilizar dispositivos móveis.

### Gemini

Quando utilizado por meio de um navegador, é possível fazer interações com o Gemini por meio de áudio, mas o modelo não responde de forma automática da mesma forma, se faz necessário clicar na opção de áudio presente na parte superior

da resposta gerada. Já quando utilizado por meio de dispositivos móveis, a resposta é dada em forma de áudio de maneira automática.

Desse modo, ao analisar apenas a acessibilidade via navegador web, temos que o modelo com maior acessibilidade é o Copilot, que se adequa automaticamente ao tipo de interação que é feita. Já quando vamos para os dispositivos móveis, temos que são todos equivalentes, dando um destaque ao ChatGPT por ter a possibilidade de manter uma conversa por áudio em tempo real. Além disso, outro ponto que pode incomodar alguns usuários é a voz de cada IA, nos modelos ChatGPT e Copilot a IA possui uma voz mais natural e fala de forma fluida, diferente do Gemini que até o momento em que foi feita a análise, ainda possui uma voz mais “travada” e menos fluida.

#### 4.2.6. Personalização

Como vimos durante os testes comparativos, algumas IAs as vezes dão uma resposta mais resumida ou mais detalhada, ou até incrementam com observações e fatos relevantes, o que pode ser interessante dependendo do que se espera do resultado. Mas uma coisa que todas tem em comum, é a capacidade de ter a resposta personalizada, desde uma resposta mais resumida a uma mais completa, e até mesmo o estilo de resposta, que como foi falado pode ser personalizado também.

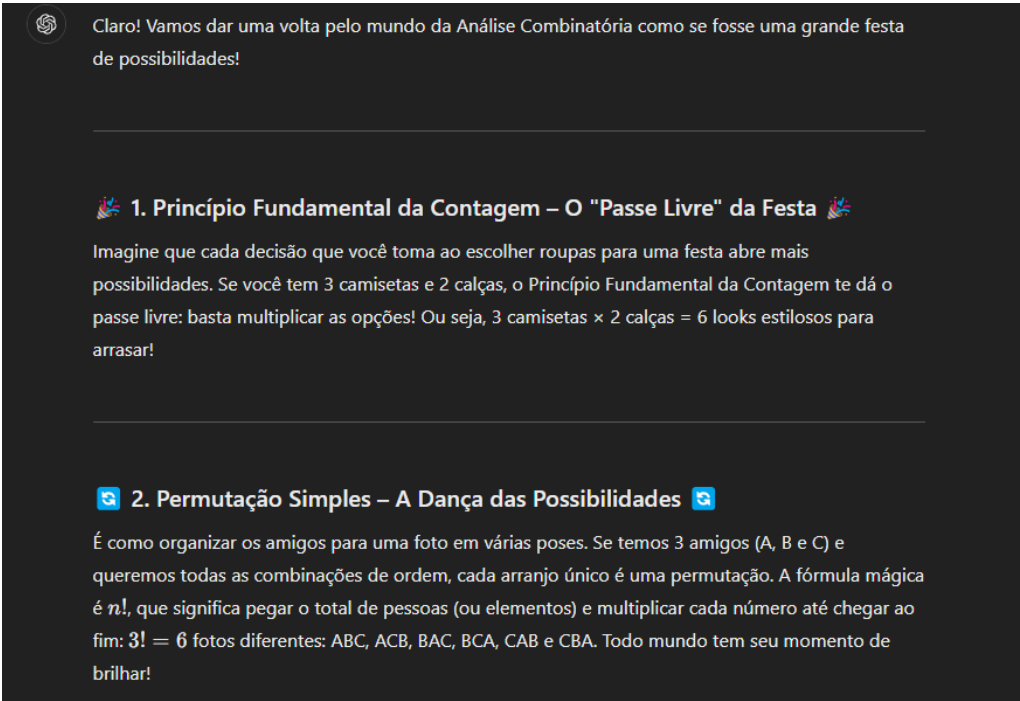
Então para a nossa comparação, vamos inicialmente testar a capacidade das IAs de resumir informações de uma forma mais criativa, com o objetivo de facilitar o aprendizado na hora de separar cada assunto. E para isso, utilizaremos o conteúdo de Análise Combinatória, que possui diversos tópicos e que normalmente é ensinado a partir de diversas fórmulas. Já para o segundo teste, vamos pedir que as IAs resolvam um problema, mas utilizando uma linguagem mais informal.

Para a primeira parte, pedimos as três IAs que elaborassem um resumo de todos os tópicos presentes no conteúdo de Análise Combinatória utilizando uma linguagem simples e informal. Em seguida, solicitamos que a resposta fosse dada de uma forma mais criativa e os resultados podem ser vistos abaixo:

Prompt utilizado: crie um resumo de todos os tópicos do conteúdo de análise combinatória, utilize uma linguagem simples e criativa.

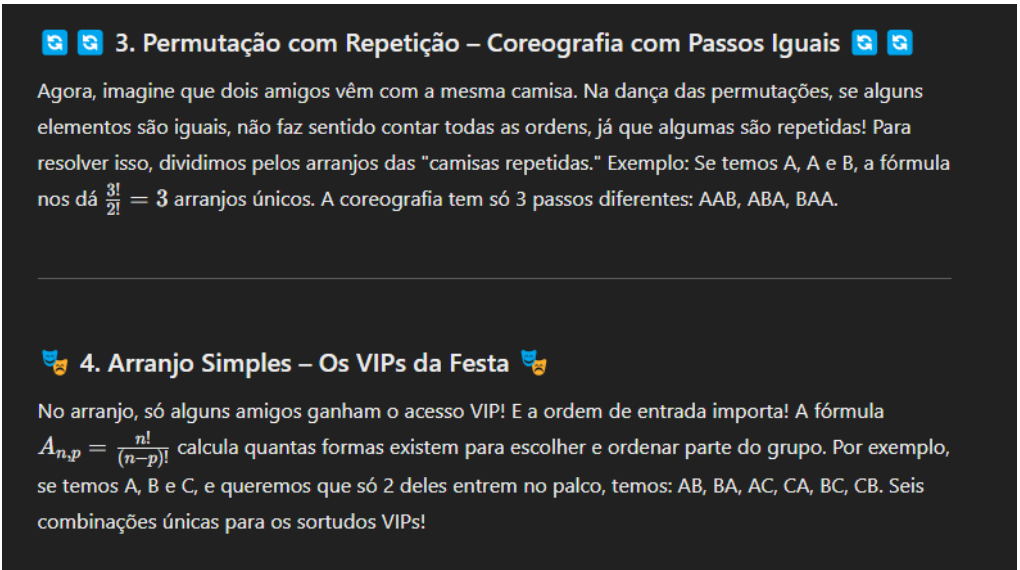
ChatGPT

Figura 49: Teste de personalização 1 com ChatGPT



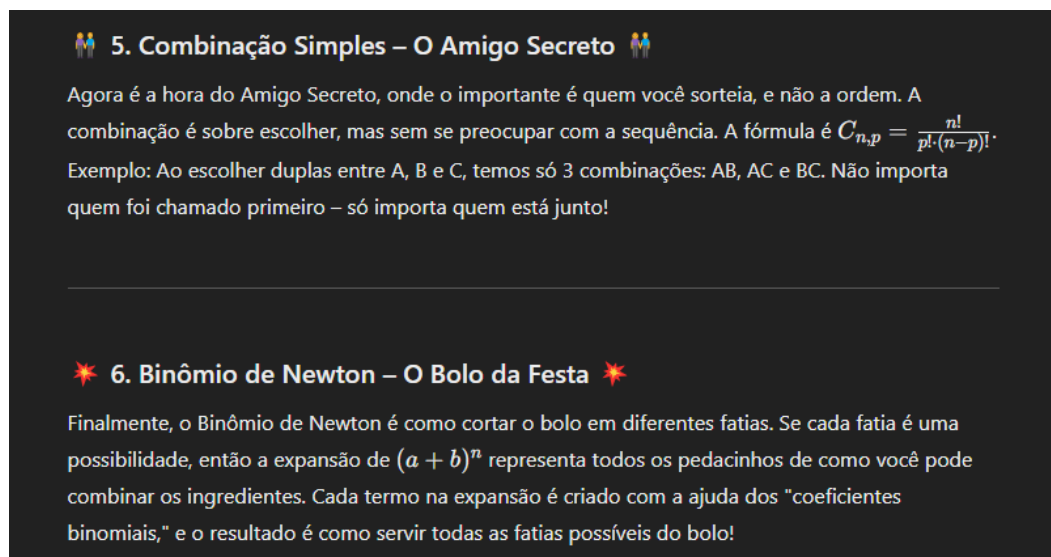
Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 50: Teste de personalização 1 com ChatGPT



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 51: Teste de personalização 1 com ChatGPT

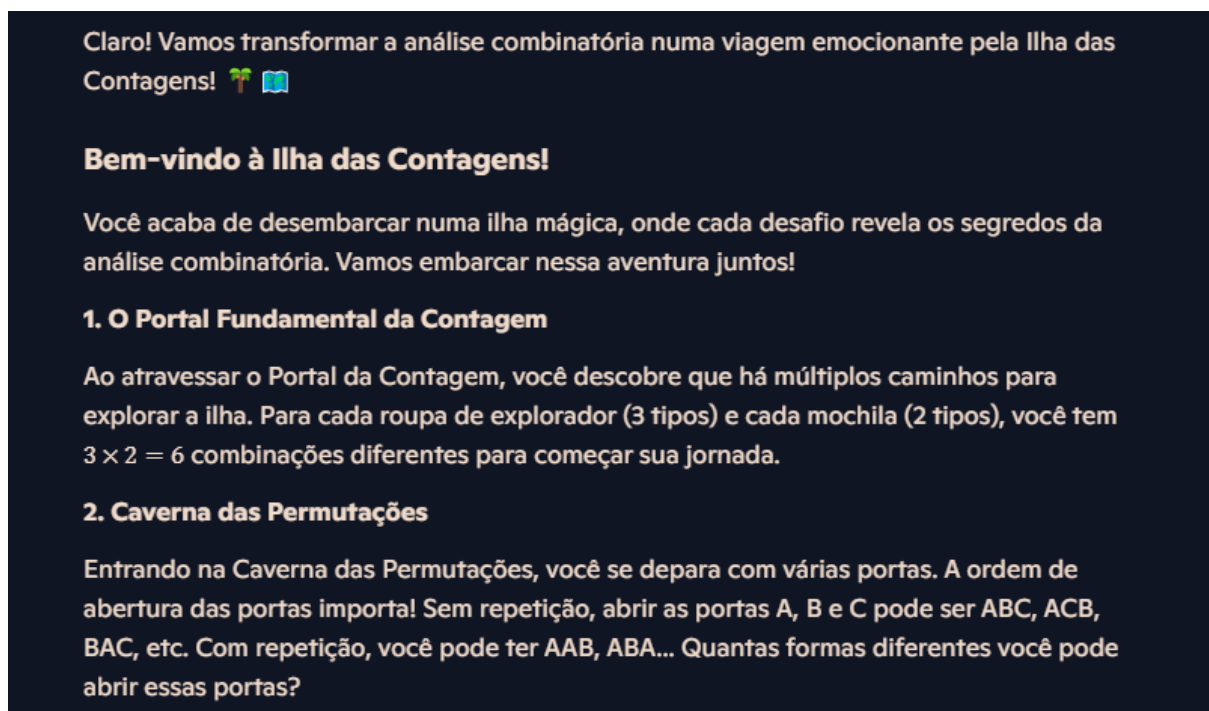


Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Podemos ver no resultado acima que conforme solicitado ele gerou uma forma bem criativa de definir os conceitos tornando mais fácil o processo de diferenciação de alguns deles pelos alunos, e podendo tornar a aula mais dinâmica e atrativa ao introduzir o conteúdo dessa forma.

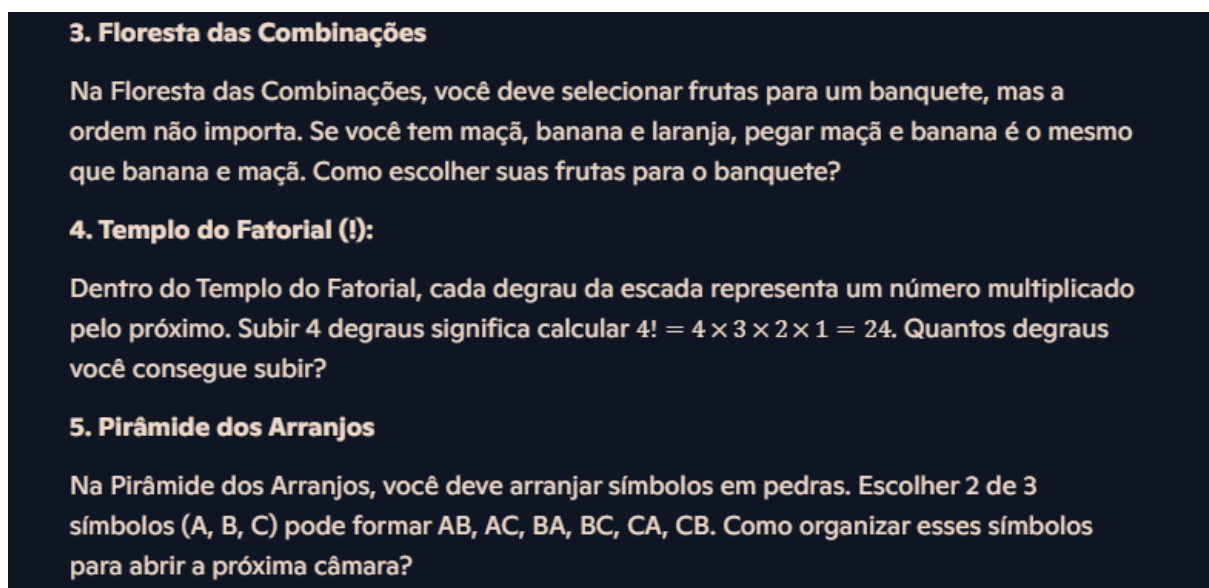
Já no resultado do Copilot, que pode ser visto abaixo, ele gerou um resultado que pode facilmente ser utilizado por um docente que esteja utilizando a metodologia de gamificação, onde cada “fase” da dinâmica seria um dos conceitos de combinatória.

Figura 52: Teste de personalização 1 com Copilot



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 53: Teste de personalização 1 com Copilot



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 54: Teste de personalização 1 com Copilot

**6. Montanha do Teorema Binomial**

No topo da Montanha do Teorema Binomial, você encontra a fórmula mágica para expandir  $(a + b)^n$ . Cada combinação de passos revela uma parte do segredo.

**7. Oásis da Probabilidade**

No Oásis da Probabilidade, você aprende a calcular a chance de eventos acontecendo. A probabilidade de tirar uma carta de copas de um baralho te ajuda a prever o futuro na ilha.

**Fim da Jornada**

Parabéns, explorador(a)! Você dominou os segredos da Ilha das Contagens. Volte sempre para mais aventuras matemáticas! 🌟

Gostou dessa jornada? Se precisar de mais alguma coisa, estou aqui para ajudar! 🧑🏫💻🚀

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Gemini

Figura 55: Teste de personalização 1 com Gemini

✦ **Análise Combinatória: A Arte de Contar Histórias com Números!**

Imagine um mágico que, com um simples movimento de varinha, transforma um punhado de cartas em infinitas possibilidades de jogos. A análise combinatória é como a mágica desse ilusionista, só que com números!

**Mas o que esse mágico faz, afinal?**

Ele pega um conjunto de elementos (as cartas) e, com um toque de sua varinha (as fórmulas da análise combinatória), cria um mundo de possibilidades infinitas. Ele pode te dizer de quantas formas você pode embaralhar o baralho, quantas mãos de poker diferentes podem ser formadas ou até mesmo qual a chance de você tirar um ás.

**E por que você deveria se importar com essa mágica?**

Porque a vida é feita de escolhas! E a análise combinatória te ajuda a entender quantas escolhas você tem e quais são as suas chances de acertar. Seja para escolher a roupa que vai usar, montar um time de futebol ou até mesmo planejar suas férias, a análise combinatória está presente em tudo.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 56: Teste de personalização 1 com Gemini

### Os truques do mágico:

- **Princípio Fundamental da Contagem:** A multiplicação é a chave para abrir as portas do mundo das possibilidades. Se você tem 3 camisetas e 2 calças, são  $3 \times 2 = 6$  combinações diferentes de look!
- **Fatorial:** Um número seguido de um "!" é como um grito de alegria dos matemáticos. Ele representa a multiplicação desse número por todos os seus antecessores até 1. É como uma contagem regressiva para a diversão!
- **Permutações, Arranjos e Combinações:** São três truques diferentes para contar histórias com os números. As permutações são como uma fila de alunos, a ordem importa. Os arranjos são como escolher os primeiros colocados em uma corrida, a ordem também importa. E as combinações são como escolher os integrantes de um time, a ordem não importa.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Aqui podemos observar que embora o Gemini tenha sido criativo para introduzir o conteúdo, ele acabou simplificando muito alguns dos conceitos (Figura 55). E o nosso objetivo era que os alunos pudessem diferenciar cada um deles de uma maneira mais fácil.

Figura 57: Teste de personalização 1 com Gemini

### Mas como dominar essa mágica?

- **Pratique:** Quanto mais você praticar, mais fácil vai ficar.
- **Divirta-se:** A matemática pode ser divertida! Encontre exemplos do dia a dia e aplique os conceitos.
- **Explore:** A análise combinatória é um mundo cheio de possibilidades. Explore diferentes problemas e desafios.

**E lembre-se:** A análise combinatória não é só sobre números, é sobre contar histórias, sobre explorar possibilidades e sobre descobrir a beleza da matemática em tudo ao seu redor.

**Então, preparado para embarcar nessa aventura e se tornar um verdadeiro mestre da contagem?**

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

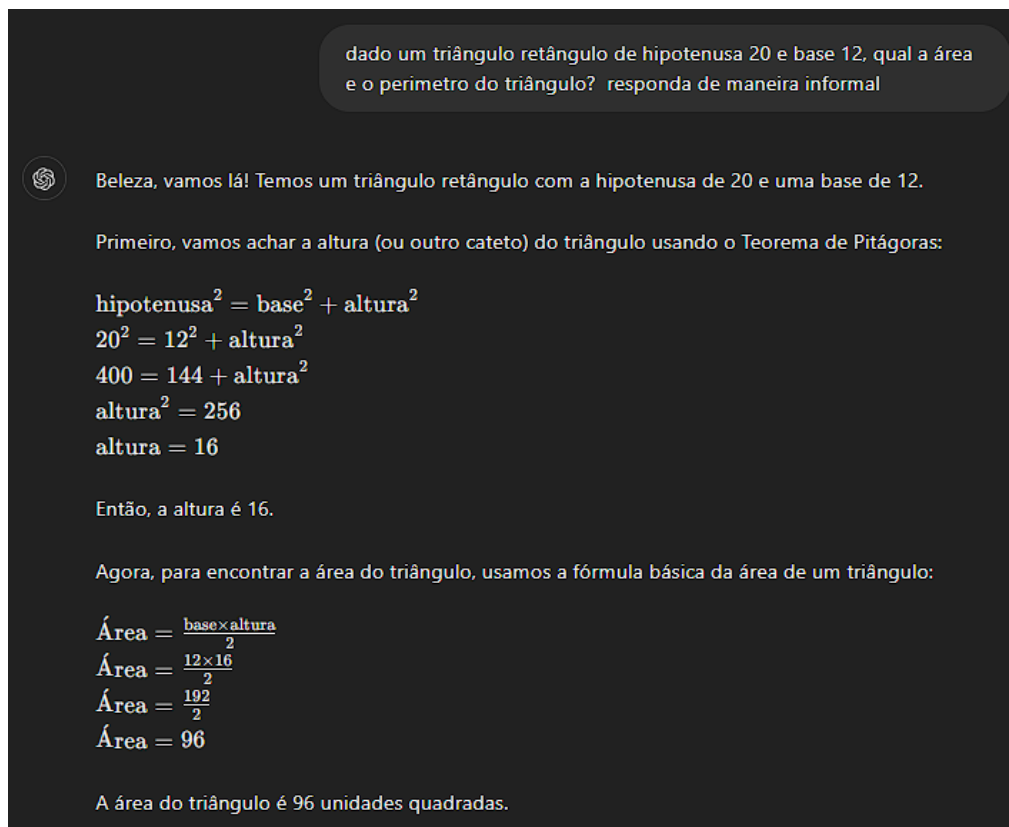
Podemos observar que os resultados do primeiro teste seguiram uma abordagem mais lúdica, o que pode auxiliar aos professores que gostem dessa abordagem para os conteúdos. Levando em consideração que isso pode ser feito com qualquer conteúdo, é possível criar um contexto ou uma história por trás até dos conteúdos que são mais abstratos e algébricos, possibilitando que haja uma melhor compreensão dos conceitos e até mesmo uma aprendizagem mais rápida. Agora quando comparamos a qualidade dos resumos, vemos que os melhores resultados são obtidos pelo ChatGPT e Copilot, por conseguir resumir cada um dos tópicos de forma separada e dar um contexto para cada um. Diferente do Gemini que embora tenha acrescentado outras informações, acabou por resumir demais os tópicos do conteúdo, dificultando um pouco o processo de separação das características de cada um.

Agora vamos ver o que acontece quando pedimos para mudar a forma de resposta para um modo mais informal. Vamos utilizar um problema envolvendo um triângulo retângulo.

Prompt utilizado: dado um triângulo retângulo de hipotenusa 20 e base 12, qual a área e o perímetro do triângulo? Responda de maneira informal.

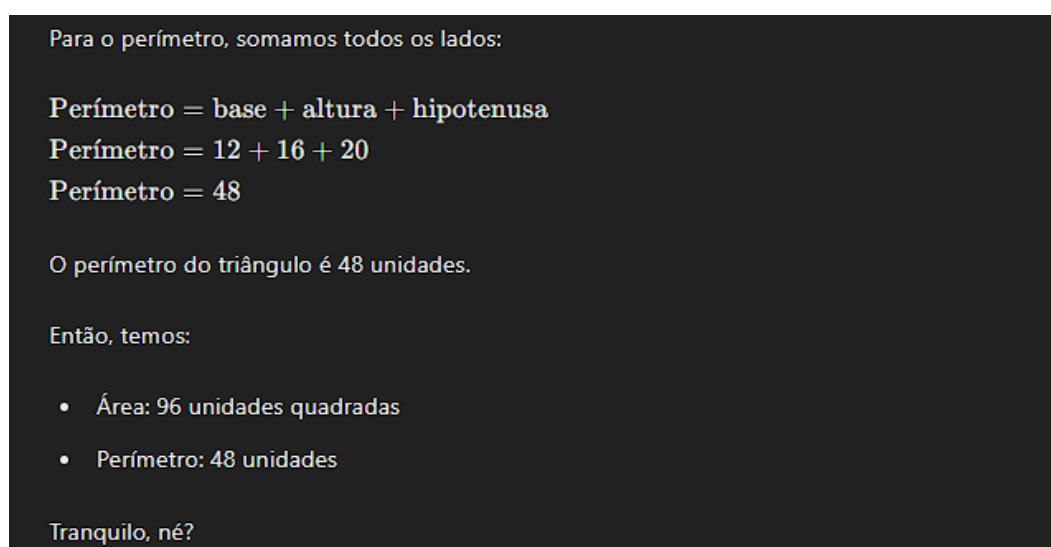


Figura 58: Teste de personalização 2 com ChatGPT



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 59: Teste de personalização 2 com ChatGPT



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 60: Teste de personalização 2 com Copilot

dado um triângulo retângulo de hipotenusa 20 e base 12, qual é a área e o perímetro do triângulo? responda de maneira informal

Beleza, vamos resolver isso de maneira simples e direta!

### Área do Triângulo

Para calcular a área, precisamos da altura do triângulo. Sabemos que é um triângulo retângulo com hipotenusa 20 e base 12. Usando o Teorema de Pitágoras para encontrar a altura (h):

$$h^2 + 12^2 = 20^2$$
$$h^2 + 144 = 400$$
$$h^2 = 400 - 144$$
$$h^2 = 256$$
$$h = \sqrt{256}$$
$$h = 16$$

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 61: Teste de personalização 2 com Copilot

Agora, calculamos a área:

$$\text{Área} = \frac{\text{base} \times \text{altura}}{2}$$
$$\text{Área} = \frac{12 \times 16}{2}$$
$$\text{Área} = 96 \text{ unidades quadradas}$$

### Perímetro do Triângulo

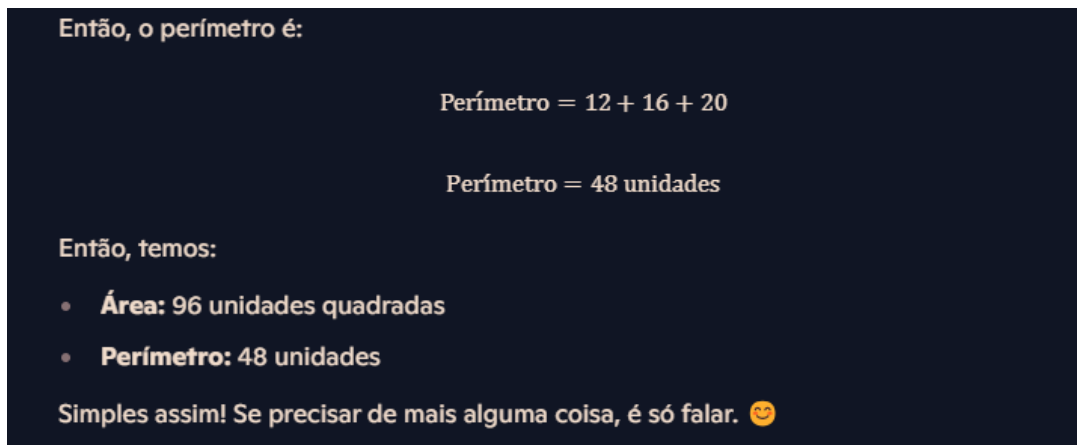
O perímetro é a soma de todos os lados do triângulo:

- Base: 12
- Altura: 16
- Hipotenusa: 20

Então, o perímetro é:

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

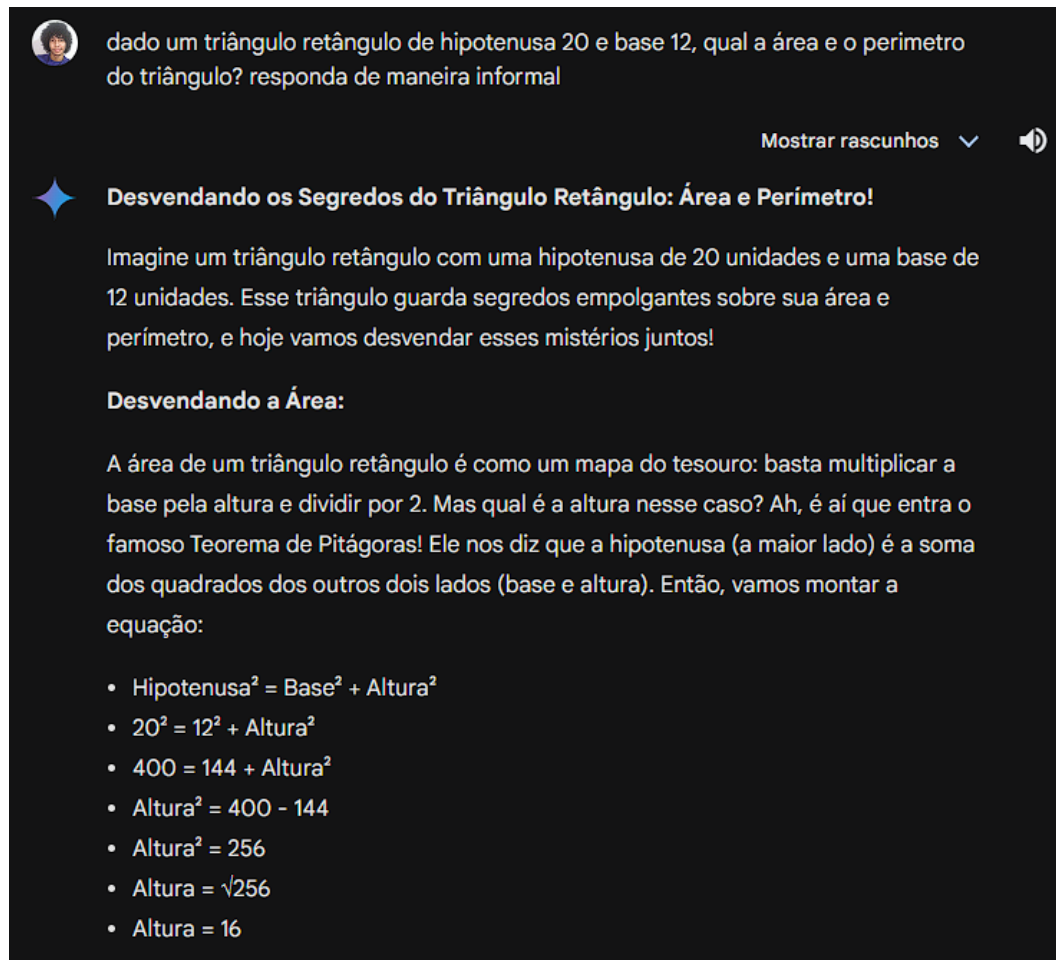
Figura 62: Teste de personalização 2 com Copilot



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

## Gemini

Figura 63: Teste de personalização 2 com Gemini



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 65: Teste de personalização 2 com Gemini

Agora que encontramos a altura, podemos calcular a área:

- Área = (Base x Altura) / 2
- Área = (12 x 16) / 2
- Área = 192 / 2
- Área = 96

#### Desvendando o Perímetro:

O perímetro do triângulo é como a linha do horizonte: a soma de todos os seus lados. Mas cuidado, um dos lados (a hipotenusa) já sabemos que tem 20 unidades. E os outros dois lados?

- Usando novamente o Teorema de Pitágoras, podemos encontrar a medida do outro cateto (lado oposto à base):
  - $\text{Cateto}^2 = \text{Hipotenusa}^2 - \text{Base}^2$
  - $\text{Cateto}^2 = 20^2 - 12^2$
  - $\text{Cateto}^2 = 256$
  - $\text{Cateto} = \sqrt{256}$
  - $\text{Cateto} = 16$

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 64: Teste de personalização 2 com Gemini

- Agora, vamos somar todos os lados para encontrar o perímetro:
  - $\text{Perímetro} = \text{Base} + \text{Cateto} + \text{Hipotenusa}$
  - $\text{Perímetro} = 12 + 16 + 20$
  - $\text{Perímetro} = 48$

#### Revelando os Segredos:

Pronto! Desvendamos os segredos do triângulo retângulo:

- **Área:** 96 unidades quadradas (o espaço dentro do triângulo, como um mapa do tesouro)
- **Perímetro:** 48 unidades (a soma de todos os lados, como a linha do horizonte)

Lembre-se: o Teorema de Pitágoras é a chave para desvendar os mistérios de triângulos retângulos, e a área e o perímetro são medidas importantes para diversas aplicações, desde a construção até a física.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Com relação ao segundo teste, temos que as respostas são relativamente equivalentes. Todas as IA's deram uma resposta simples e direta, contudo, vale

destacar que o Gemini, mesmo tendo o problema de formatação, deu uma resposta mais completa do processo e ficou lembrando o que é cada conceito antes de avançar para o próximo passo. E para quem está tentando utilizar essas ferramentas para estudar, fazer desse modo acaba sendo mais didático e facilitando a compreensão do leitor.

### 4.3. Análise comparativa

Para resumir e simplificar a comparação, iremos colocar os resultados obtidos em uma tabela que pode ser vista abaixo, tanto os comparativos acima, quanto os principais pontos do que já vimos sobre as capacidades de cada ferramenta. E lembrando que o nosso objetivo não é definir a melhor IA do mercado, mas sim apontar qual a melhor IA para determinadas tarefas, ou que possui determinadas funcionalidades. Além disso, vale ressaltar que durante os testes foram utilizadas apenas as versões gratuitas de cada IA com a versão atualizada até outubro de 2024. Em outros trabalhos como o de Santos (2023), é possível ver que a versão paga dessas ferramentas possuem algumas características melhores, como uma melhor assertividade, mais memória e maior capacidade de caracteres para comandos de entrada. Entretanto, como o nosso objetivo era analisar a capacidade de cada ferramenta em sua forma mais acessível ao público, optamos por utilizar apenas as versões gratuitas.

Quadro 1: Resultado das comparações das IAs

(Continua)

Critério	ChatGPT	Microsoft Copilot	Gemini
Facilidade de Uso	Acessível via navegador; requer login; interface intuitiva.	Acesso direto pelo Edge e barra de tarefas no Windows 11; integração simplificada.	Acessível via navegador; requer login; interface simples.
Clareza na Linguagem	Soluções matemáticas claras e organizadas com notações corretas.	Soluções matemáticas claras e organizadas com notações corretas.	Respostas compreensíveis, mas com limitações na formatação.

(Continuação)

Critério	ChatGPT	Microsoft Copilot	Gemini
Assertividade	Precisão maior na resolução de problemas matemáticos e descrições detalhadas.	Erros em cálculos matemáticos complexos.	Erros em cálculos matemáticos complexos.
Acessibilidade e Integração	Integra com Google Drive e OneDrive; recursos de voz em dispositivos móveis e possui integração com outras ferramentas variadas que podem criar imagens, vídeos etc.	Forte integração com Windows; acesso direto a ferramentas Microsoft; respostas por áudio automáticas tanto via navegador, quando via dispositivos móveis.	Boa integração com assistente virtual e outras ferramentas do Google; respostas por áudio não automáticas.
Personalização	Adaptação do tom e detalhamento das respostas; flexível.	Adaptação do tom e detalhamento das respostas; flexível.	Adaptação do tom e detalhamento das respostas; flexível.
Acesso à internet	Possui acesso	Possui acesso	Possui acesso
Pode ler e/ou criar imagens	Pode ler e criar imagens (com um GPT específico) <sup>10</sup>	Pode ler e criar imagens	Pode ler imagens
Versão melhorada	Possui uma versão melhorada (ChatGPT Plus) com mais funções e maiores limites em algumas funcionalidades; pode ser testada de forma gratuita pelo público de forma limitada (OpenAI, 2024).	Possui uma versão melhorada (Copilot Pro) com mais funções e um limite de interações maior do que sua versão gratuita (Microsoft, 2024).	Possui uma versão melhorada (Gemini Advanced) com mais funções e um limite maior em algumas funcionalidades do que sua versão gratuita (Google, 2024).

Fonte: Criado pelo autor, 2024

<sup>10</sup> Atualmente o ChatGPT conta com algumas ferramentas auxiliares que podem ser integradas a ele de acordo com a necessidade do usuário. Como essa função não se dá de forma nativa, como no Copilot, acrescentamos essa observação.

## **5. APLICAÇÕES PARA PROFESSORES DE MATEMÁTICA**

Um dos maiores benefícios da utilização das IAs, é sem dúvidas, a economia de tempo que elas nos proporcionam ao nos auxiliar com diversos tipos de tarefas. Mas a sua utilidade não se resume apenas a isso, elas podem ser utilizadas para a criação de atividades diferentes, personalizadas para diferentes alunos. Também é possível pedir sugestões de como abordar um assunto mais difícil, ou de como simplificar a explicação de um conteúdo para alunos com maiores dificuldades.

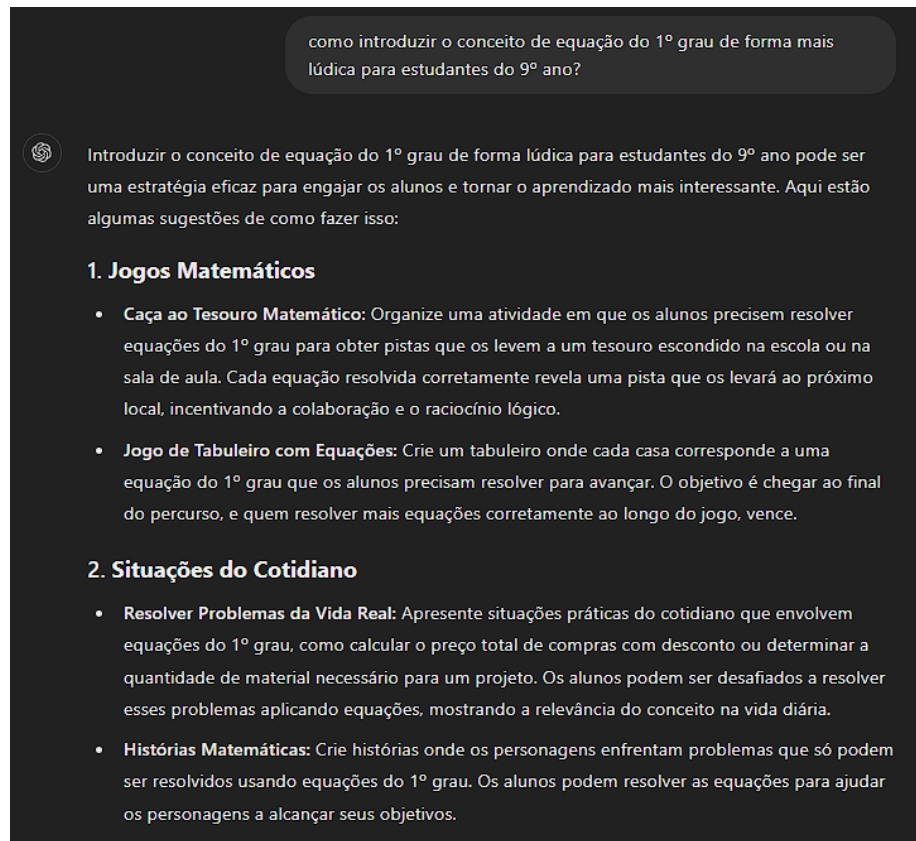
Então neste capítulo iremos explorar algumas sugestões de atividades que podem ser feitas com cada ferramenta e veremos como uma delas se sai quando solicitamos ajuda para utilizar o GeoGebra. Além disso, exploraremos como essas ferramentas podem ser utilizadas no desenvolvimento de atividades baseadas em metodologias ativas. E por fim, serão destacadas ferramentas complementares que podem ser úteis para outras finalidades.

### **5.1. Aplicações das IAs**

Na educação básica, alguns conteúdos de Matemática são mais difíceis de se trabalhar com os estudantes do que outros, alguns por não serem tão intuitivos, outros por não serem facilmente vistos no cotidiano das pessoas. Uma das áreas que os alunos mais sentem dificuldade é a Álgebra, muitas vezes a transição dos conjuntos numéricos com as operações convencionais para as operações com incógnitas e variáveis é de difícil compreensão para os alunos. E para facilitar essa transição se faz necessário o uso de outras abordagens utilizando, por exemplo, objetos do cotidiano para induzir o conceito de operações com incógnitas. E como nem todas as escolas possuem materiais didáticos para trabalhar esses conteúdos, outra opção que temos é pedir o auxílio das IAs, para que gerem ideias e deem sugestões de atividades ou abordagens que podem ser utilizadas neste e em outros contextos. Pensando nisso, vamos ver quais sugestões nos são dadas quando solicitamos ao ChatGPT que nos ajude a introduzir o conteúdo de equação do 1º grau em uma turma de 9º ano.

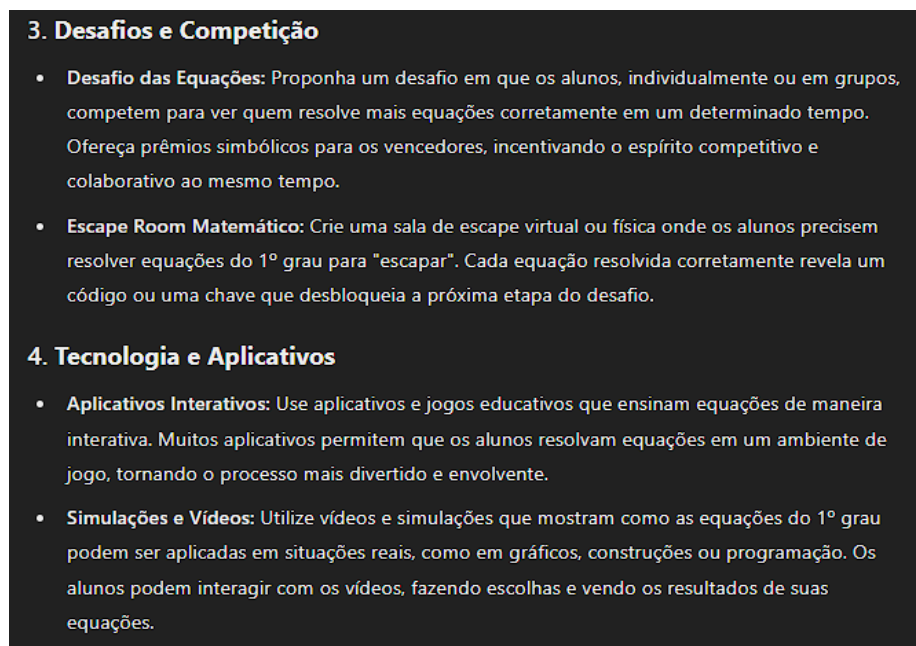
Prompt utilizado: como introduzir o conceito de equação do 1º grau de forma mais lúdica para estudantes do 9º ano?

Figura 66: Introdução a equação do 1º grau com ChatGPT



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

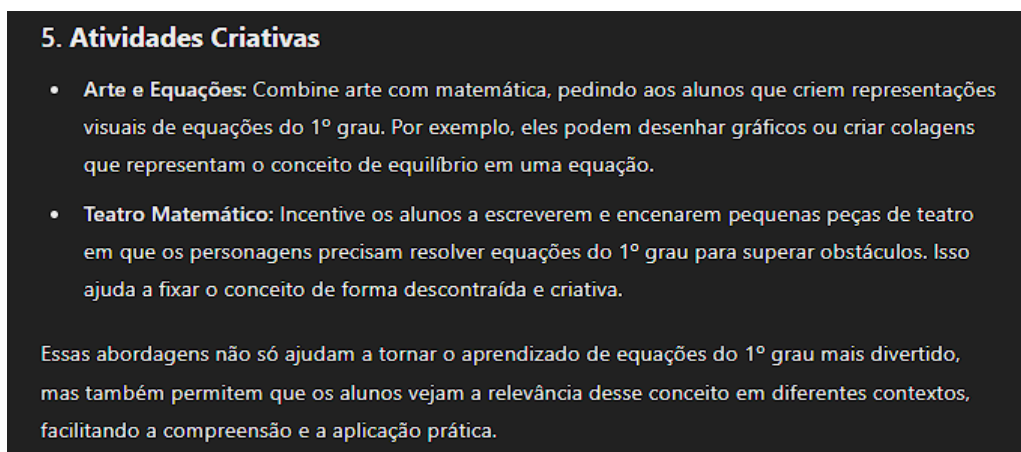
Figura 67: Introdução a equação do 1º grau com ChatGPT



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024



Figura 68: Introdução a equação do 1º grau com ChatGPT




Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Como observado nas imagens acima, foram apresentadas sugestões bastante diversificadas e relevantes. Para alguns professores, essas ideias já permitem visualizar a atividade sendo implementada, possibilitando a organização dos passos necessários para sua concretização. Entretanto, outros podem encontrar dificuldades em elaborar atividades mais dinâmicas ou que se distanciem do ensino tradicional. Nesse caso, uma solução viável é recorrer à Inteligência Artificial para auxiliar no desenvolvimento das ideias que mais chamaram a atenção, detalhando os passos necessários para sua execução. Neste contexto, solicitaremos que a IA desenvolva duas das propostas apresentadas: a atividade de resolução de problemas da vida real e o escape room, e iremos de analisar os resultados obtidos.

Prompt utilizado: desenvolva e explique os passos de como deve ser feita a atividade de resolver problemas da vida real e a do escape room matemático.

Figura 70: Desenvolvimento da primeira atividade sugerida

desenvolva e explique os passos de como deve ser feita a atividade de resolver problemas da vida real e a do escape room matemático



### Atividade 1: Resolver Problemas da Vida Real

**Objetivo:** Mostrar aos alunos como as equações do 1º grau são úteis na resolução de problemas práticos do dia a dia.

**Passos:**

- Introdução:**
  - Apresente aos alunos o conceito de equação do 1º grau, explicando como elas são usadas para encontrar um valor desconhecido em diferentes situações.
  - Explique que o objetivo da atividade é aplicar esse conhecimento para resolver problemas reais.
- Escolha de Cenários:**
  - Selecione alguns cenários do cotidiano que os alunos podem facilmente relacionar, como:
    - **Compras:** Determinar o valor total de uma compra com descontos aplicados.
    - **Viagem:** Calcular a quantidade de combustível necessária para uma viagem com base na distância e no consumo do carro.
    - **Projeto:** Estimar o custo total de materiais para um projeto escolar ou de construção.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 69: Desenvolvimento da primeira atividade sugerida

- Divisão em Grupos:**
  - Divida a turma em grupos de 3 a 4 alunos. Cada grupo recebe um problema diferente para resolver.
- Resolução dos Problemas:**
  - Dê a cada grupo uma folha de atividade que descreva o problema e forneça os dados necessários. Por exemplo:
    - **Problema de compras:** "Você quer comprar 3 camisetas. Cada uma custa R\$50, mas há um desconto de 20%. Qual será o valor total da compra?"
    - **Problema de viagem:** "Seu carro faz 12 km por litro de gasolina, e você vai viajar 240 km. Quantos litros de gasolina você precisará?"
  - Os grupos devem montar e resolver a equação correspondente ao problema.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 71: Desenvolvimento da primeira atividade sugerida

**5. Discussão:**

- Após resolver os problemas, cada grupo apresenta sua solução para a turma, explicando como montou a equação e como chegou ao resultado.
- Discuta com a turma como as equações do 1º grau ajudaram a resolver os problemas, enfatizando a relevância desse conceito na vida cotidiana.

**6. Reflexão Final:**

- Para finalizar, peça aos alunos que pensem em outros problemas do cotidiano que poderiam ser resolvidos usando equações do 1º grau. Isso reforça a ideia de que o conceito pode ser aplicado em várias situações.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 72: Desenvolvimento da segunda atividade sugerida

**Atividade 2: Escape Room Matemático**

**Objetivo:** Engajar os alunos na resolução de equações do 1º grau de forma lúdica, utilizando o conceito de um "escape room" onde eles precisam resolver desafios matemáticos para avançar.

**Passos:**

**1. Introdução:**

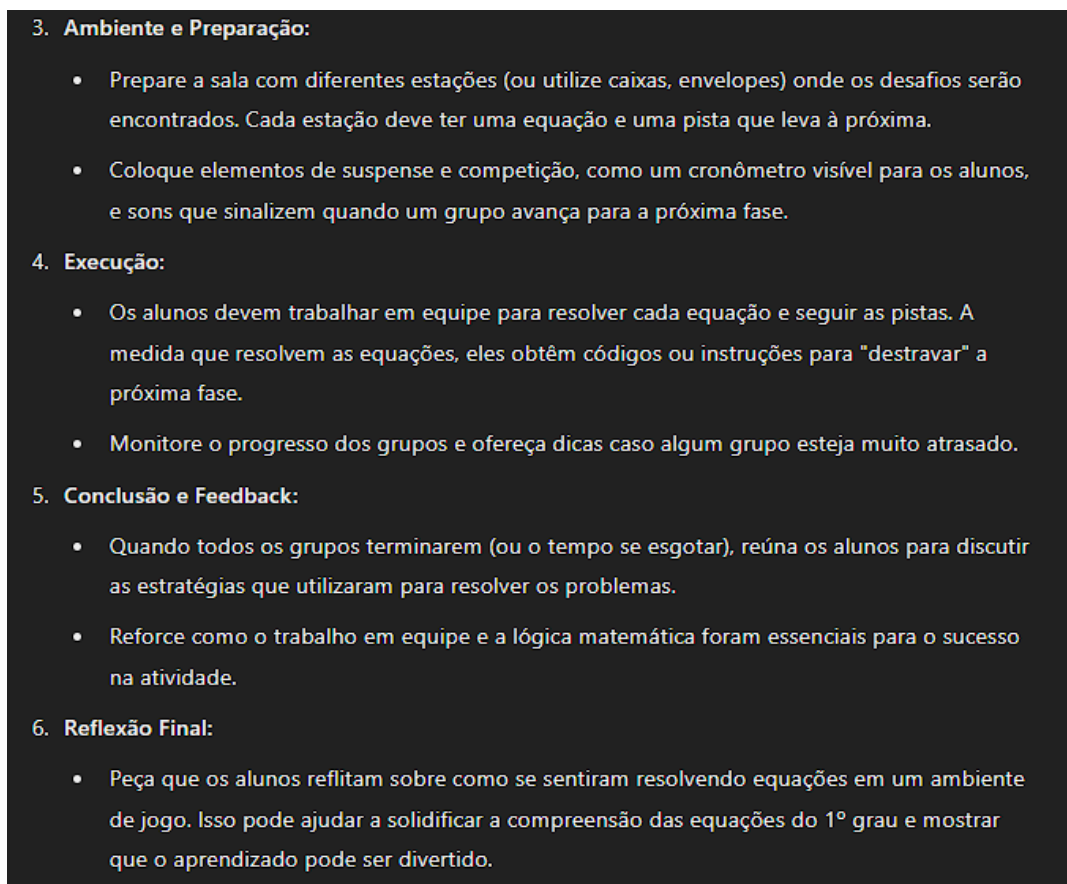
- Explique aos alunos que eles participarão de um desafio em formato de escape room. O objetivo é resolver equações do 1º grau para "escapar" da sala, ou seja, para concluir o desafio.
- Divida a turma em grupos e estabeleça as regras básicas, como tempo limite e cooperação dentro do grupo.

**2. Criação dos Desafios:**

- Monte uma série de desafios baseados em equações do 1º grau que os alunos devem resolver para avançar de uma fase para outra. Cada desafio deve estar relacionado a uma pista ou código que desbloqueia a próxima fase.
- Exemplos de desafios:
  - **Fase 1:** Resolva a equação  $3x + 7 = 22$  para encontrar o número da combinação do cadeado que abre a próxima pista.
  - **Fase 2:** Resolva a equação  $2x - 5 = 15$  para descobrir o código que abrirá a caixa com a próxima pista.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 73: Desenvolvimento da segunda atividade sugerida


- 
- 3. Ambiente e Preparação:**
- Prepare a sala com diferentes estações (ou utilize caixas, envelopes) onde os desafios serão encontrados. Cada estação deve ter uma equação e uma pista que leva à próxima.
  - Coloque elementos de suspense e competição, como um cronômetro visível para os alunos, e sons que sinalizem quando um grupo avança para a próxima fase.
- 4. Execução:**
- Os alunos devem trabalhar em equipe para resolver cada equação e seguir as pistas. A medida que resolvem as equações, eles obtêm códigos ou instruções para "destravar" a próxima fase.
  - Monitore o progresso dos grupos e ofereça dicas caso algum grupo esteja muito atrasado.
- 5. Conclusão e Feedback:**
- Quando todos os grupos terminarem (ou o tempo se esgotar), reúna os alunos para discutir as estratégias que utilizaram para resolver os problemas.
  - Reforce como o trabalho em equipe e a lógica matemática foram essenciais para o sucesso na atividade.
- 6. Reflexão Final:**
- Peça que os alunos reflitam sobre como se sentiram resolvendo equações em um ambiente de jogo. Isso pode ajudar a solidificar a compreensão das equações do 1º grau e mostrar que o aprendizado pode ser divertido.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024


Como podemos ver acima, o resultado é bastante satisfatório, ainda seria possível continuar a interação com a IA para melhorar ainda mais o resultado da resposta, podendo até fornecer as atividades completas e com todos exemplos e desafios, mas iremos testar outras funções e pode ficar a cargo do leitor testar outras ideias de atividades ou incrementar as desenvolvidas acima.

Uma atividade comum a todos os professores é a parte da preparação da aula e o planejamento, e embora possam ser utilizados os livros didáticos para auxiliar na separação e organização dos conteúdos, nem sempre eles estão disponíveis, restando outras opções como planos de aula ou até mesmo aulas prontas que podem ser encontradas na internet, mas que muitas vezes ainda precisam ser editados para serem utilizados. Com isso em mente, podemos usar uma IA para gerar uma sequência didática inteira ou apenas um plano de aula específico. Desta vez utilizaremos o Copilot para criar uma sequência didática.

Figura 74: Criação de sequência didática com Copilot

 **Você**

crie uma sequência didática sobre funções trigonométricas para uma turma de 2º ano do ensino médio, adicione as competências e habilidades segundo a bncc e inclua a utilização do geogebra

 **Copilot**

✓ Gerando respostas para você...

Claro! Aqui está uma sequência didática sobre funções trigonométricas para uma turma de 2º ano do ensino médio, alinhada com as competências e habilidades da BNCC e incluindo a utilização do GeoGebra:

**Sequência Didática: Funções Trigonométricas com GeoGebra**

**Ano/Série:** 2º ano do Ensino Médio

**Duração:** 4 aulas de 50 minutos cada

**Disciplina:** Matemática

**Tema:** Funções Trigonométricas

**Objetivos:**

- Compreender as funções trigonométricas (seno, cosseno e tangente).
- Utilizar o GeoGebra para visualizar e explorar essas funções.
- Aplicar as funções trigonométricas em problemas práticos.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 75: Criação de sequência didática com Copilot

#### Competências e Habilidades (BNCC):

- **EM13MAT401:** Analisar e interpretar gráficos de funções trigonométricas, identificando suas características principais (período, amplitude, etc.).
- **EM13MAT402:** Utilizar tecnologias digitais, como o GeoGebra, para explorar e resolver problemas envolvendo funções trigonométricas.
- **EM13MAT403:** Resolver problemas que envolvam funções trigonométricas em contextos diversos, incluindo situações do cotidiano e outras áreas do conhecimento.

#### Materiais Necessários:

- Computadores ou tablets com acesso à internet.
- Software GeoGebra instalado.
- Projetor (opcional).
- Caderno e material de escrita.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 76: Criação de sequência didática com Copilot (Aula 1)

### Aula 1: Introdução às Funções Trigonométricas

#### Conteúdo:

- Conceitos básicos de seno, cosseno e tangente.
- Círculo trigonométrico.

#### Atividades:

1. **Exposição Teórica (20 minutos):** Explicação sobre as funções seno, cosseno e tangente, e suas relações com o círculo trigonométrico.
2. **Atividade Prática (30 minutos):** Utilização do GeoGebra para visualizar o círculo trigonométrico e identificar os valores das funções trigonométricas para diferentes ângulos.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 77: Criação de sequência didática com Copilot (Aula 2)

### Aula 2: Gráficos das Funções Trigonométricas

#### Conteúdo:

- Gráficos das funções seno, cosseno e tangente.
- Características dos gráficos (período, amplitude, etc.).

#### Atividades:

1. **Exposição Teórica (20 minutos):** Explicação sobre como construir os gráficos das funções trigonométricas.
2. **Atividade Prática (30 minutos):** Utilização do GeoGebra para criar os gráficos das funções seno, cosseno e tangente, e análise de suas características.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 78: Criação de sequência didática com Copilot (Aula 3)

### Aula 3: Manipulação de Parâmetros

#### Conteúdo:

- Efeitos dos parâmetros nas funções trigonométricas (ex.:

$$y = a \cdot \sin(bx + c)$$

).

#### Atividades:

1. **Exposição Teórica (20 minutos):** Explicação sobre como os parâmetros (a), (b) e (c) afetam os gráficos das funções trigonométricas.
2. **Atividade Prática (30 minutos):** Utilização do GeoGebra para manipular os parâmetros das funções trigonométricas e observar as mudanças nos gráficos.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 79: Criação de sequência didática com Copilot (Aula 4)

#### **Aula 4: Aplicações Práticas e Conclusão**

##### **Conteúdo:**

- Aplicações das funções trigonométricas em problemas práticos.

##### **Atividades:**

1. **Resolução de Problemas (30 minutos):** Resolução de problemas práticos utilizando as funções trigonométricas, com o auxílio do GeoGebra.
2. **Discussão e Conclusão (20 minutos):** Revisão dos conceitos aprendidos, discussão sobre as dificuldades encontradas e reflexão sobre a utilidade do GeoGebra no aprendizado de funções trigonométricas.

*Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024*

Figura 80: Criação de sequência didática com Copilot (Avaliação)

##### **Avaliação:**

- Participação nas atividades práticas.
- Resolução correta dos problemas propostos.
- Capacidade de manipular e interpretar os gráficos no GeoGebra.

##### **Recursos Adicionais:**

- GeoGebra: Funções Trigonômétricas para mais atividades interativas.

*Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024*

Observe que mesmo sem pedirmos muitos detalhes ele entregou um plano com a estrutura bastante semelhante ao que é utilizado nas escolas, é claro que a depender da instituição seriam necessárias mais informações, mas para fins de demonstração foi um resultado satisfatório, embora possamos pedir que ele detalhe mais as aulas, fornecendo exemplos e exercícios. Note também que as habilidades fornecidas não condizem com as presentes na BNCC, este é um problema comum encontrado em todas as IA's testadas neste trabalho, embora elas conheçam a BNCC, elas não são capazes de listar suas habilidades corretamente.<sup>11</sup> Além disso, neste exemplo pedimos explicitamente para que ele fizesse o uso do GeoGebra,

---

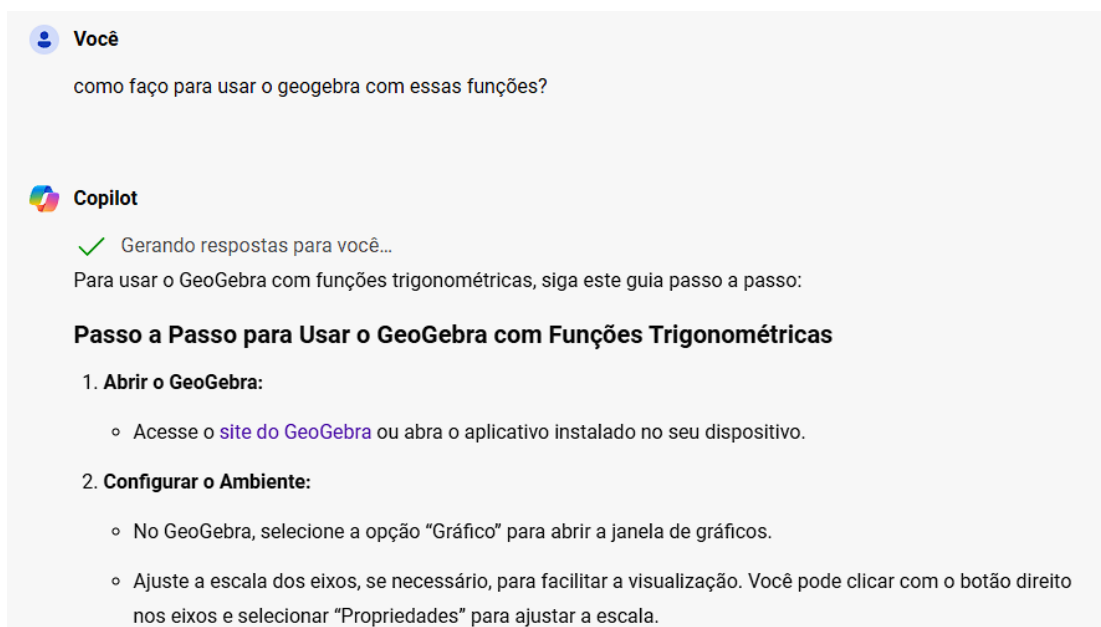
<sup>11</sup> Exceto quando copiamos todas as habilidades e colamos no chat de alguma delas, neste caso elas teriam uma referência mais fácil. Esta foi uma das maneiras encontradas para contornar esse problema.



entretanto, caso não seja de domínio do docente, ainda é possível pedir o passo a passo de como usar o GeoGebra para executar as funções mencionadas, veremos o que o Copilot nos informa abaixo:

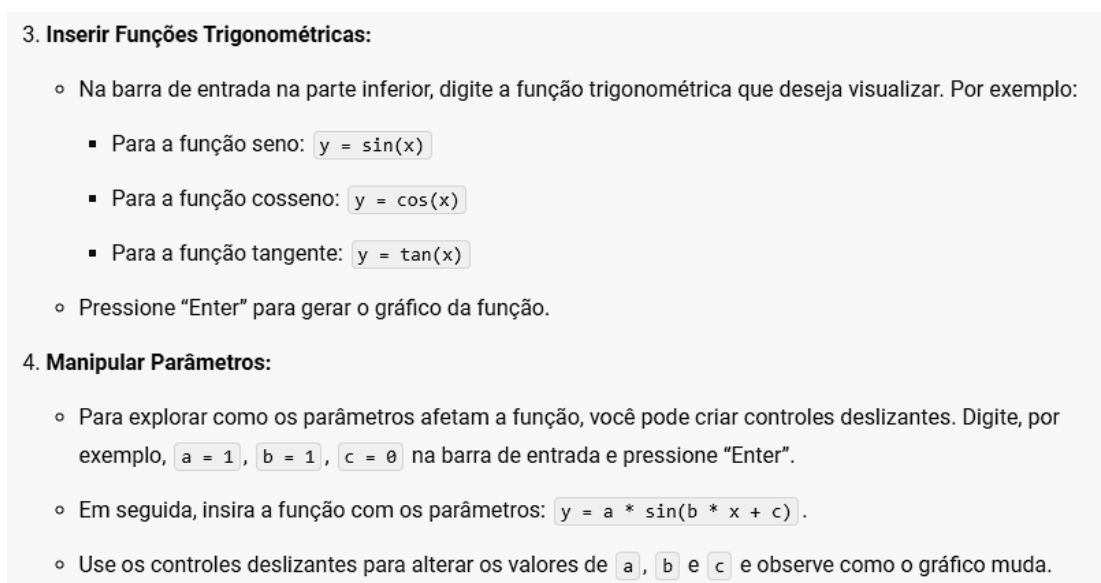
Prompt utilizado: Como faço para usar o GeoGebra com essas funções?

Figura 81: Como utilizar o GeoGebra (Parte 1)



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 82: Como utilizar o GeoGebra (Parte 2)



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024



Figura 83: Como utilizar o GeoGebra (Parte 3)

#### 5. Explorar Características dos Gráficos:

- Observe as características dos gráficos, como período, amplitude e deslocamento.
- Utilize as ferramentas de medição do GeoGebra para analisar pontos específicos no gráfico, como máximos, mínimos e interseções com os eixos.

#### Recursos Adicionais

##### • Vídeos Tutoriais:

- [Fazendo TRIGONOMETRIA com o GEOGEBRA](#) - Um vídeo complementar que mostra como construir o ciclo trigonométrico e as funções trigonométricas no GeoGebra [1](#).
- [TUTORIAL | ¿Cómo utilizar GeoGebra para graficar funciones trigonométricas?](#) - Um tutorial sobre como graficar funções trigonométricas usando o GeoGebra [2](#).

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 84: Como utilizar o GeoGebra (Parte 4)

##### • Guias Online:

- [GeoGebra: Funções Trigonômicas](#) - Um recurso interativo para explorar funções trigonométricas no GeoGebra [3](#).

Espero que isso ajude! Se precisar de mais alguma coisa, estou à disposição.

Saiba mais [1](#) [2](#) [3](#) [4](#) [+5 mais](#)

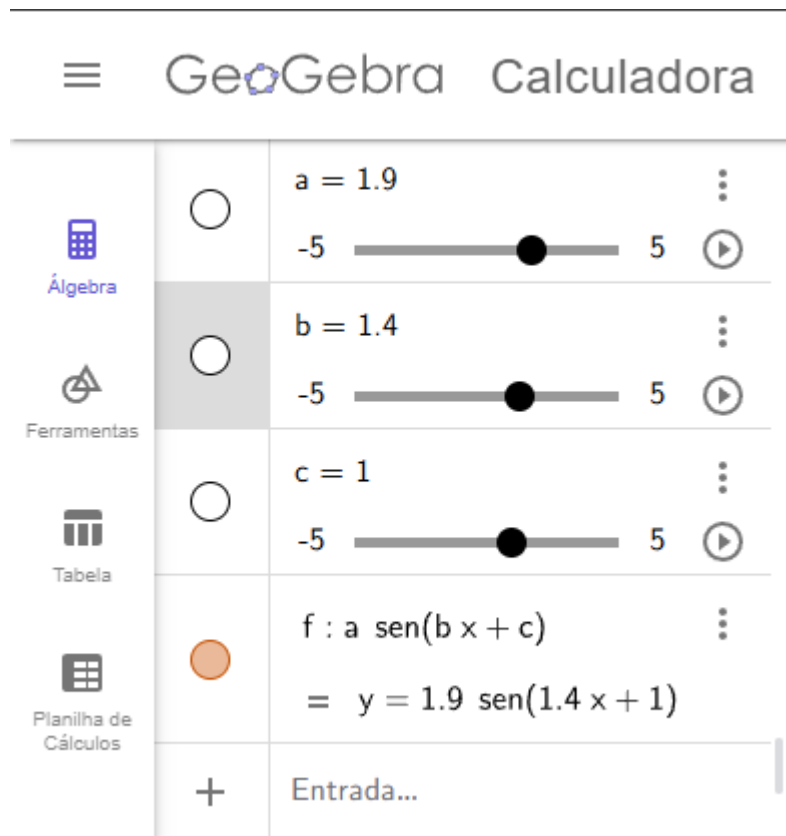
6 de 30



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

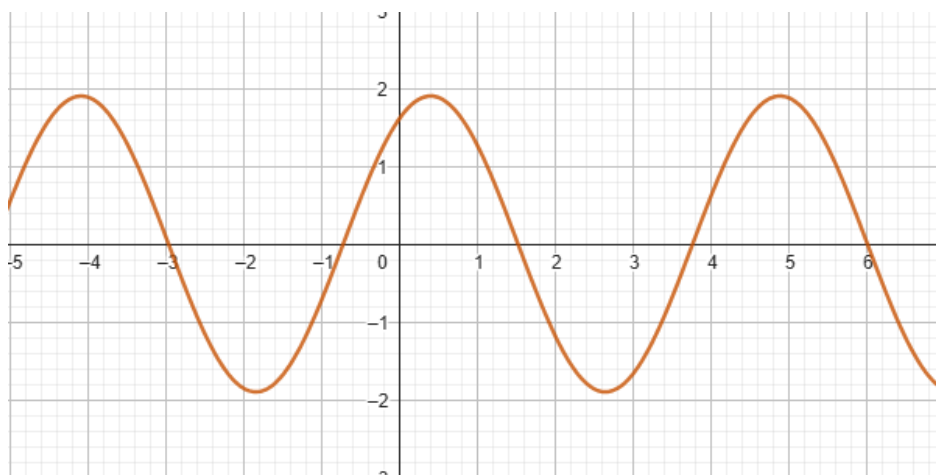
Como podemos ver, ele dá boas instruções de como utilizar o GeoGebra, além de fornecer links e vídeos com tutoriais que podem ser acessados para melhor compreensão, que como vimos anteriormente, é uma das vantagens que ele possui por ter acesso à internet. E ao seguir os comandos dados pela IA, obtemos os resultados abaixo:

Figura 85: Barra de entrada do GeoGebra



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024


Figura 86: Gráfico gerado a partir dos comandos da IA no GeoGebra



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Outra possibilidade é a criação de exercícios e questões de forma rápida, que veremos a seguir. Note que essa é uma tarefa que poderia ser feita simplesmente pesquisando em sites com exercícios sobre determinados assuntos, contudo, pelo fácil acesso à internet que temos atualmente, é comum que os estudantes muitas vezes pesquisem as questões para se ter a solução.

Figura 87: Criação de questões com Gemini

 crie uma lista de exercicios sobre juros simples e juros compostos com 10 questões

Mostrar rascunhos ▾

✦ **10 Questões sobre Juros Simples e Compostos**

**Juros Simples**

1. **Cálculo do Montante:** Aplicando R\$ 5.000,00 a uma taxa de juros simples de 2% ao mês, qual será o montante após 6 meses?
2. **Cálculo do Tempo:** Um capital de R\$ 3.000,00 foi aplicado a juros simples de 1,5% ao mês e gerou um montante de R\$ 3.450,00. Por quanto tempo o capital ficou aplicado?
3. **Cálculo da Taxa:** Qual a taxa de juros simples mensal aplicada em um capital de R\$ 2.000,00 que gerou juros de R\$ 240,00 em 4 meses?
4. **Comparação entre Juros Simples e Compostos:** Aplicando R\$ 10.000,00 a uma taxa de 10% ao ano, qual será o montante após 2 anos nos regimes de juros simples e compostos? Qual a diferença entre os montantes?
5. **Problema Prático:** Uma pessoa comprou um carro por R\$ 40.000,00 e pagou à vista. Se tivesse financiado em 12 meses, a taxa de juros simples seria de 1% ao mês. Quanto ela economizou pagando à vista?

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

E ao fazer uso de uma IA para gerar novas questões, acaba por diminuir a possibilidade dos estudantes copiarem a solução de algum lugar. Além de possibilitar a criação de questões com contextos mais diversificados.

Figura 88: Criação de questões com Gemini

**Juros Compostos**

6. **Cálculo do Montante:** Um capital de R\$ 8.000,00 foi aplicado a juros compostos de 1% ao mês. Qual o montante após 1 ano?
7. **Tempo para Dobrar o Capital:** Um investimento rende 12% ao ano, capitalizados mensalmente. Em quanto tempo um capital inicial dobrará de valor?
8. **Taxa de Juros:** Um capital de R\$ 5.000,00, aplicado a juros compostos, gerou um montante de R\$ 6.050,40 após 1 ano. Qual a taxa de juros anual?
9. **Comparação entre Investimentos:** Dois investimentos oferecem as seguintes condições:
  - o Investimento A: 10% ao ano, capitalizados anualmente.
  - o Investimento B: 9,5% ao ano, capitalizados mensalmente. Qual investimento é mais vantajoso para um prazo de 3 anos?
10. **Problema Prático:** Uma pessoa aplicou R\$ 20.000,00 em um fundo de investimento que rende 1% ao mês. Após 5 anos, ela resgatou todo o montante e aplicou em um imóvel. Sabendo que o imóvel valorizou 5% ao ano, qual o valor do imóvel após 3 anos da aplicação?

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Neste caso utilizamos o Gemini para criar questões sobre Juros Simples e Compostos. Também é possível pedir que juntamente com as questões seja incluso o gabarito ou a solução de cada questão como na figura abaixo:

Figura 89: Criação de questões com Gemini

**Respostas:**

**Juros Simples:**

1. **Cálculo do Montante:**  $M = 5000 + 5000 * 0,02 * 6 = \text{R\$ } 5600,00.$
2. **Cálculo do Tempo:**  $450 = 3000 * 0,015 * t \rightarrow t = 10 \text{ meses}.$
3. **Cálculo da Taxa:**  $240 = 2000 * i * 4 \rightarrow i = 0,03 \text{ ou } 3\% \text{ ao mês}.$
4. **Comparação:**
  - o **Simples:**  $M = 10000 + 10000 * 0,1 * 2 = \text{R\$ } 12.000,00.$
  - o **Composto:**  $M = 10000 * (1 + 0,1)^2 = \text{R\$ } 12.100,00.$  A diferença é de R\$ 100,00.
5. **Problema Prático:** Juros =  $40000 * 0,01 * 12 = \text{R\$ } 4800,00.$  Economia: R\$ 4800,00.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Prompt utilizado: inclua o gabarito de cada questão.

Vale ressaltar que por mais que a IA forneça a resposta do problema gerado, as vezes podem haver erros<sup>12</sup>, então isso não exime o docente de verificar as soluções das questões antes de uma aplicação em aula ou teste.

Um cenário bastante comum quando vamos resolver exercícios em sala de aula é que os alunos acabam tendo dificuldade em algum tipo de questão específica. Tomando como exemplo o conteúdo de juros compostos, normalmente os estudantes entendem como calcular o montante, mas quando são pedidos para calcular a taxa ou o tempo nesse tipo de juros, muitos acabam sentindo dificuldade, principalmente por envolver outros assuntos como logaritmo e radiciação. Então normalmente o que é feito? São trabalhadas mais questões desse modelo, entretanto, muitas vezes os livros didáticos não tem muitas questões do tipo que queremos trabalhar o que nos faz ter que procurar na internet ou simplesmente criar novas questões. Então pensando nisso, podemos pedir para uma IA gerar questões desse modelo modificando os contextos para que não se torne algo repetitivo e que altere apenas os valores.

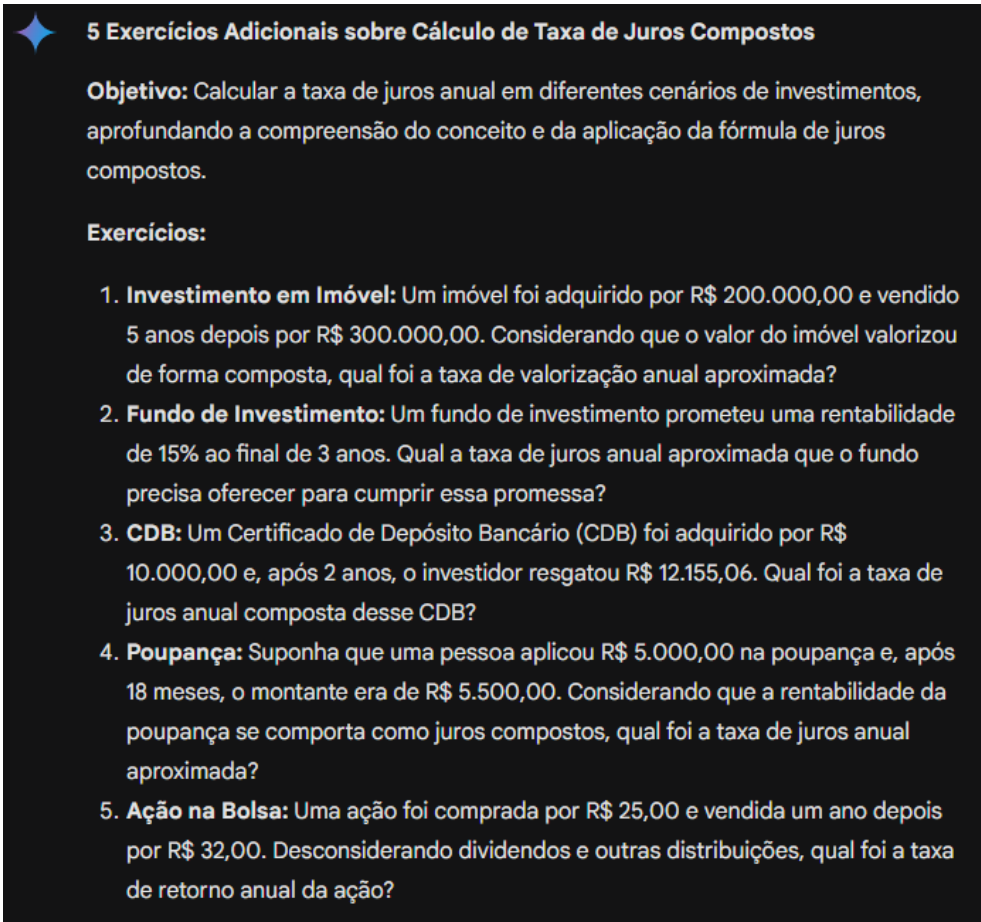
Nas questões acima podemos observar que a questão 8 (Figura 88) é sobre o cálculo de taxa de juros compostos, então vamos pedir mais questões semelhantes, mas que seja modificado o contexto.

Prompt utilizado: crie mais 5 questões semelhantes a questão 8, mas em contextos e situações diferentes.

---

<sup>12</sup> Vale lembrar que as respostas são geradas com base em probabilidade, e nenhum modelo tem uma assertividade de 100%, então podem haver eventuais erros.

Figura 90: Criação de exercícios adicionais com Gemini



**5 Exercícios Adicionais sobre Cálculo de Taxa de Juros Compostos**

**Objetivo:** Calcular a taxa de juros anual em diferentes cenários de investimentos, aprofundando a compreensão do conceito e da aplicação da fórmula de juros compostos.

**Exercícios:**

1. **Investimento em Imóvel:** Um imóvel foi adquirido por R\$ 200.000,00 e vendido 5 anos depois por R\$ 300.000,00. Considerando que o valor do imóvel valorizou de forma composta, qual foi a taxa de valorização anual aproximada?
2. **Fundo de Investimento:** Um fundo de investimento prometeu uma rentabilidade de 15% ao final de 3 anos. Qual a taxa de juros anual aproximada que o fundo precisa oferecer para cumprir essa promessa?
3. **CDB:** Um Certificado de Depósito Bancário (CDB) foi adquirido por R\$ 10.000,00 e, após 2 anos, o investidor resgatou R\$ 12.155,06. Qual foi a taxa de juros anual composta desse CDB?
4. **Poupança:** Suponha que uma pessoa aplicou R\$ 5.000,00 na poupança e, após 18 meses, o montante era de R\$ 5.500,00. Considerando que a rentabilidade da poupança se comporta como juros compostos, qual foi a taxa de juros anual aproximada?
5. **Ação na Bolsa:** Uma ação foi comprada por R\$ 25,00 e vendida um ano depois por R\$ 32,00. Desconsiderando dividendos e outras distribuições, qual foi a taxa de retorno anual da ação?

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Com isso é evitado o padrão repetitivo de sempre apresentar o mesmo tipo de problema com valores alterados, permitindo explorar diferentes contextos nos quais o conteúdo pode ser aplicado, além de contribuir para o desenvolvimento da interpretação de textos e resolução de problemas.

## 5.2. Metodologias ativas com o uso de IA

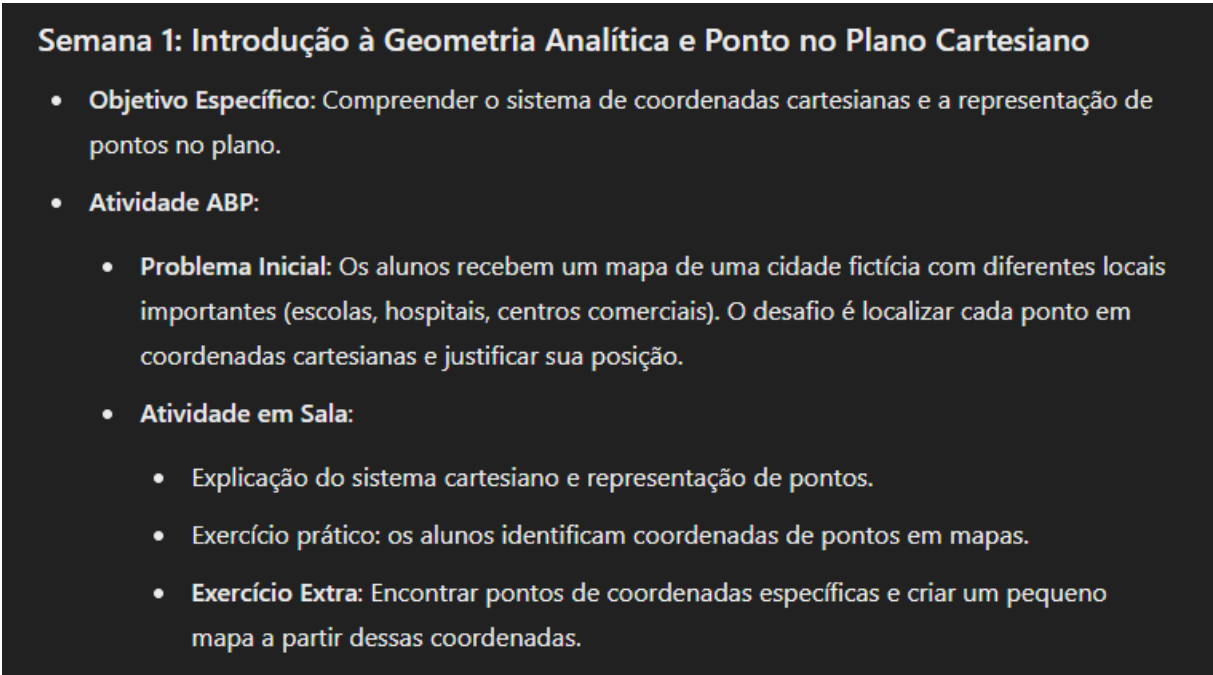
Como já mencionamos, as IAs são uma ótima forma de gerar ideias de atividades e projetos. Outra forma de aproveitar as suas capacidades é a de contar com o seu auxílio para desenvolver atividades que utilizam metodologias ativas como, por exemplo, a modelagem Matemática, Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou gamificação. Visto que o uso dessas metodologias torna a aprendizagem mais significativa, e torna o professor um mediador, e não o detentor do conhecimento, fazendo com que as aulas se tornem menos expositivas e conteudistas.

Iremos começar com a ABP, solicitamos para o ChatGPT que gerasse um planejamento de um bimestre sobre o conteúdo de Geometria Analítica para uma turma de 3ª série do Ensino Médio e que utilizasse a metodologia ABP, e após alguns prompts este foi o resultado gerado:

Prompt 1: Crie um planejamento de 1 bimestre sobre o conteúdo de Geometria Analítica para uma turma de 3º ano do ensino médio utilizando a metodologia ABP.

Prompt 2: Desenvolva melhor as atividades de cada semana e inclua as atividades a serem passadas em sala de aula.

*Figura 91: Planejamento bimestral com ChatGPT*



**Semana 1: Introdução à Geometria Analítica e Ponto no Plano Cartesiano**

- **Objetivo Específico:** Compreender o sistema de coordenadas cartesianas e a representação de pontos no plano.
- **Atividade ABP:**
  - **Problema Inicial:** Os alunos recebem um mapa de uma cidade fictícia com diferentes locais importantes (escolas, hospitais, centros comerciais). O desafio é localizar cada ponto em coordenadas cartesianas e justificar sua posição.
  - **Atividade em Sala:**
    - Explicação do sistema cartesiano e representação de pontos.
    - Exercício prático: os alunos identificam coordenadas de pontos em mapas.
    - **Exercício Extra:** Encontrar pontos de coordenadas específicas e criar um pequeno mapa a partir dessas coordenadas.

*Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024*

Note que embora ele tenha gerado o resultado considerando o objetivo da aula e o conteúdo de cada aula, ele não colocou as habilidades previstas segundo a BNCC, que é algo comum nesse tipo de planejamento. Mais à frente vamos pedir que isso seja complementado.

Figura 93: Planejamento bimestral com ChatGPT

## Semana 2: Distância entre Pontos e Ponto Médio

- **Objetivo Específico:** Aplicar as fórmulas de distância e ponto médio entre dois pontos.
- **Atividade ABP:**
  - **Problema Inicial:** Os alunos devem calcular a distância e o ponto médio entre pontos no mapa de uma cidade fictícia para planejar a localização ideal de um centro de distribuição, considerando locais já existentes.
  - **Atividade em Sala:**
    - Apresentação e prática das fórmulas de distância e ponto médio.
    - Exercício prático: calcular a distância e o ponto médio entre pontos em diferentes setores da cidade.
    - **Exercício Extra:** Criar uma tabela com distâncias e pontos médios entre vários pontos da cidade.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 92: Planejamento bimestral com ChatGPT

## Semana 3: Equação da Reta e Inclinação

- **Objetivo Específico:** Identificar a inclinação de uma reta e calcular sua equação.
- **Atividade ABP:**
  - **Problema Inicial:** Planejar uma nova estrada em uma cidade onde o ângulo de inclinação precisa ser considerado. Os alunos devem determinar a posição e a equação da reta para a estrada com base em pontos dados.
  - **Atividade em Sala:**
    - Introdução ao conceito de inclinação e equação da reta.
    - Exercício prático: os alunos recebem pontos e devem determinar a inclinação e a equação da reta que passa por eles.
    - **Exercício Extra:** Representação gráfica das retas e discussão sobre o impacto da inclinação na construção urbana.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024



Observe que no nosso comando inicial apenas solicitamos que o conteúdo abordado fosse o de Geometria Analítica. E este se trata de um conteúdo relativamente extenso, contendo tópicos como os escolhidos pela IA e outros como pontos notáveis de um triângulo e cônicas. Para o nosso contexto, em que foi levado em consideração a carga horária reduzida da disciplina de Matemática, os tópicos destacados já foram suficientes. Mas caso seja do interesse do usuário, basta incluir no comando ou depois do resultado gerado, que sejam incluídos os tópicos a serem abordados.

*Figura 94: Planejamento bimestral com ChatGPT*

#### **Semana 4: Condições de Paralelismo e Perpendicularidade**

- **Objetivo Específico:** Explorar as condições para que duas retas sejam paralelas ou perpendiculares.
- **Atividade ABP:**
  - **Problema Inicial:** Os alunos devem planejar as ruas de um novo bairro, assegurando que algumas sejam paralelas e outras perpendiculares, seguindo normas de organização urbana.
- **Atividade em Sala:**
  - Explicação sobre condições de paralelismo e perpendicularidade.
  - Exercício prático: os alunos determinam retas paralelas e perpendiculares no plano a partir de pontos fornecidos.
  - **Exercício Extra:** Desenhar o esboço de ruas com base nas condições de paralelismo e perpendicularidade.

*Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024*

Figura 95: Planejamento bimestral com ChatGPT

### Semana 5: Área de Polígonos no Plano Cartesiano

- **Objetivo Específico:** Calcular a área de polígonos utilizando pontos no plano.
- **Atividade ABP:**
  - **Problema Inicial:** Planejar o layout de um parque dividindo-o em áreas específicas (jardins, playground, área de alimentação) e calcular a área de cada uma usando as coordenadas dos vértices.
  - **Atividade em Sala:**
    - Discussão sobre cálculo de áreas de polígonos com vértices no plano cartesiano.
    - Exercício prático: os alunos calculam a área de polígonos dados com vértices em coordenadas.
    - **Exercício Extra:** Planejar um espaço adicional e calcular sua área a partir dos pontos fornecidos.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 96: Planejamento bimestral com ChatGPT

### Semana 6: Revisão e Preparação para Projeto Final

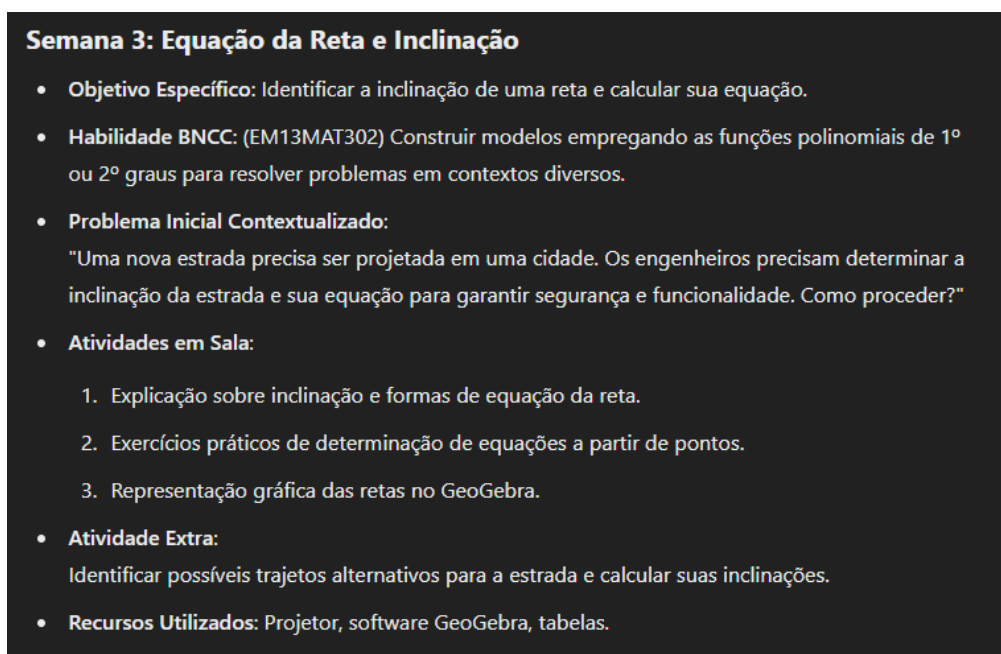
- **Objetivo Específico:** Revisar os principais conceitos e aplicar conhecimentos em um projeto final.
- **Atividade ABP:**
  - **Projeto Final:** Os alunos devem criar um plano urbano completo para uma pequena cidade em escala, aplicando todos os conceitos estudados: localização de pontos, cálculo de distâncias, uso de retas, áreas de polígonos, etc.
  - **Atividade em Sala:**
    - Revisão dos conceitos com exemplos e resolução de dúvidas.
    - Preparação para a apresentação do projeto, onde cada grupo deverá justificar suas escolhas e aplicar os conceitos matemáticos.
    - **Exercício Extra:** Conclusão do projeto final em equipe, com produção de uma apresentação visual para ser apresentada à turma.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Como podemos ver acima, o resultado das atividades é bastante satisfatório e poderia ser facilmente utilizado em um ano letivo normal. Contudo, como mencionamos a pouco, ele não adicionou as habilidades segundo a BNCC nem os recursos a serem utilizados em cada aula. Em nossos testes quando era solicitado as IAs que atribuíssem as habilidades que seriam desenvolvidas nas aulas, na maior parte das vezes as habilidades estavam incorretas ou não existiam. Mas uma forma de conseguir contornar esse problema, foi a de anexar o arquivo com todas as habilidades ou apenas copiar a página com as habilidades de referência. Neste caso, anexamos a BNCC em formato de PDF que pode ser baixado no site oficial e pedimos que as habilidades fossem acrescentadas de acordo com o anexo, e uma parte dos resultados da inclusão podem ser vistos abaixo.

Prompt 3: Inclua as habilidades segundo a BNCC e os recursos a serem utilizados. Utilize como base o anexo dado.

*Figura 97: Planejamento bimestral com ChatGPT com correção*



**Semana 3: Equação da Reta e Inclinação**

- **Objetivo Específico:** Identificar a inclinação de uma reta e calcular sua equação.
- **Habilidade BNCC:** (EM13MAT302) Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º grau para resolver problemas em contextos diversos.
- **Problema Inicial Contextualizado:**  
"Uma nova estrada precisa ser projetada em uma cidade. Os engenheiros precisam determinar a inclinação da estrada e sua equação para garantir segurança e funcionalidade. Como proceder?"
- **Atividades em Sala:**
  1. Explicação sobre inclinação e formas de equação da reta.
  2. Exercícios práticos de determinação de equações a partir de pontos.
  3. Representação gráfica das retas no GeoGebra.
- **Atividade Extra:**  
Identificar possíveis trajetos alternativos para a estrada e calcular suas inclinações.
- **Recursos Utilizados:** Projetor, software GeoGebra, tabelas.

*Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024*

Figura 100: (EM13MAT302) segundo a BNCC

**(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.

Fonte: BNCC, 2017.

Figura 99: Habilidade Planejamento bimestral com ChatGPT com correção

### Semana 5: Área de Polígonos no Plano Cartesiano

- **Objetivo Específico:** Calcular a área de polígonos utilizando pontos no plano.
- **Habilidade BNCC:** (EM13MAT307) Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície.
- **Problema Inicial Contextualizado:**  
"Um arquiteto está projetando um parque dividido em áreas específicas: jardins, playground e praça de alimentação. Ele precisa calcular as áreas para definir a distribuição de recursos. Como calcular essas áreas a partir das coordenadas dos vértices?"
- **Atividades em Sala:**
  1. Discussão sobre métodos de cálculo de áreas no plano cartesiano.
  2. Exercícios de cálculo de áreas de polígonos dados com vértices em coordenadas.
  3. Aplicação prática no problema inicial.
- **Atividade Extra:**  
Planejar um espaço adicional para o parque e calcular sua área com base nas coordenadas fornecidas.
- **Recursos Utilizados:** GeoGebra, gráficos impressos.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 98: Habilidade (EM13MAT307)) segundo a BNCC

**(EM13MAT307)** Empregar diferentes métodos para a obtenção da medida da área de uma superfície (reconfigurações, aproximação por cortes etc.) e deduzir expressões de cálculo para aplicá-las em situações reais (como o remanejamento e a distribuição de plantações, entre outros), com ou sem apoio de tecnologias digitais.

Fonte: BNCC, 2017.

Note que ao comparar as figuras 97 e 98 e as figuras 99 e 100, respectivamente, vemos que as habilidades foram postas corretamente, mesmo que de forma parcial.

Embora as metodologias ativas sejam conhecidas pela maior parte dos professores da Educação Básica. Alguns docentes ainda sentem dificuldades em criar aulas mais dinâmicas ou diversificadas, e isso se dá por diversos fatores como a falta de tempo para planejar essas atividades, o hábito de preferir utilizar apenas uma aula

expositiva e a falta de contato tanto na formação inicial, quanto na continuada (Silva et al, 2019). Além disso, pelo fato de os estudantes já carregarem um certo receio quanto a disciplina de Matemática, se faz necessária a utilização de outras abordagens que possa despertar o interesse dos alunos.

O êxito da Educação Básica depende de fatores metodológicos, pedagógicos, científicos, sociais e estratégicos, que proporcionem a aprendizagem do aluno, e quando se consegue substituir a forma tradicional de ensino por métodos que possibilitem uma inversão do aluno receptor para protagonista/ativo no processo de aprendizagem, um espaço maior para troca de conhecimento surge, podendo impactar, por exemplo, no aprendizado matemático. (LIMA et al, 2021, p.2).

Nesse sentido, as inteligências artificiais podem ser ferramentas com potencial para apoiar aqueles que já utilizam metodologias ativas, aprimorando suas práticas, ou para aqueles que desejam iniciar seu uso. Mesmo diante de dúvidas sobre como aplicar ou começar com essas metodologias, é possível solicitar uma explicação detalhada.

Para ilustrar isso, vamos solicitar dois planejamentos, o primeiro sobre Gamificação, e o segundo sobre a sala de aula invertida. Para o primeiro caso, vamos utilizar o Copilot, e perguntar primeiro como podemos utilizar essa metodologia:

Prompt utilizado: como posso usar a metodologia de gamificação em uma turma de 2º ano do ensino médio com o conteúdo de análise combinatória?

Figura 101: Explicação sobre gamificação com Copilot

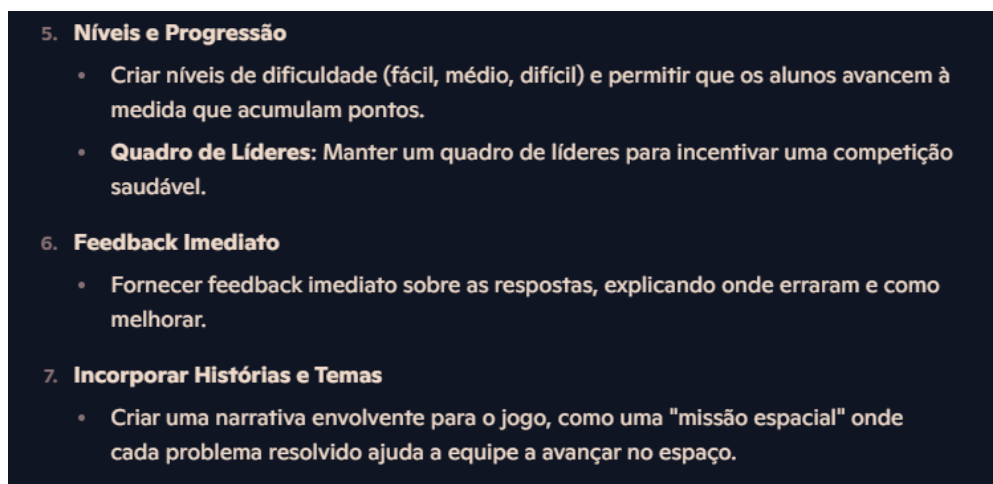


**Passos para Gamificação em Análise Combinatória**

- 1. Definir Objetivos de Aprendizagem**
  - Identificar quais conceitos de análise combinatória precisam ser abordados (permutação, combinação, arranjo, etc.).
- 2. Escolher a Plataforma ou Ferramenta de Gamificação**
  - Utilizar plataformas online como Kahoot, Quizizz, ou mesmo criar um sistema de pontos e recompensas manualmente.
- 3. Criar Desafios e Missões**
  - **Desafios Diários/Semanais:** Propor problemas de análise combinatória que os alunos precisam resolver dentro de um prazo.
  - **Missões em Grupo:** Formar equipes e dar a cada grupo um problema complexo para resolver, incentivando a colaboração.
- 4. Sistema de Pontos e Recompensas**
  - **Pontos:** Atribuir pontos para cada problema resolvido corretamente.
  - **Recompensas:** Oferecer pequenas recompensas, como bônus nas notas, certificados ou até mesmo prêmios simbólicos.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

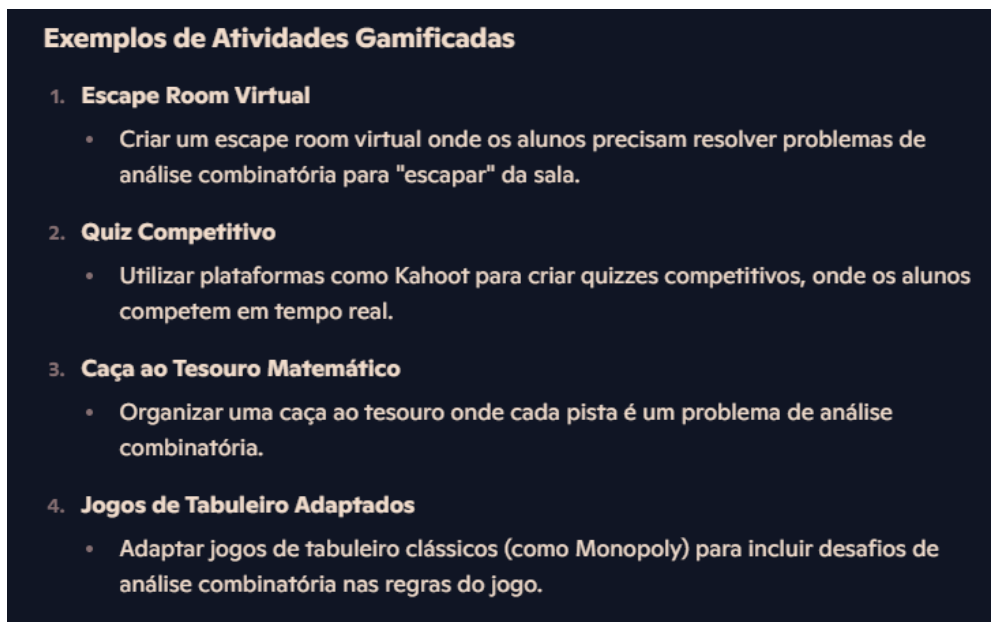
Figura 102: Explicação sobre gamificação com Copilot



- 5. Níveis e Progressão**
  - Criar níveis de dificuldade (fácil, médio, difícil) e permitir que os alunos avancem à medida que acumulam pontos.
  - **Quadro de Líderes:** Manter um quadro de líderes para incentivar uma competição saudável.
- 6. Feedback Imediato**
  - Fornecer feedback imediato sobre as respostas, explicando onde erraram e como melhorar.
- 7. Incorporar Histórias e Temas**
  - Criar uma narrativa envolvente para o jogo, como uma "missão espacial" onde cada problema resolvido ajuda a equipe a avançar no espaço.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 103: Explicação sobre gamificação com Copilot

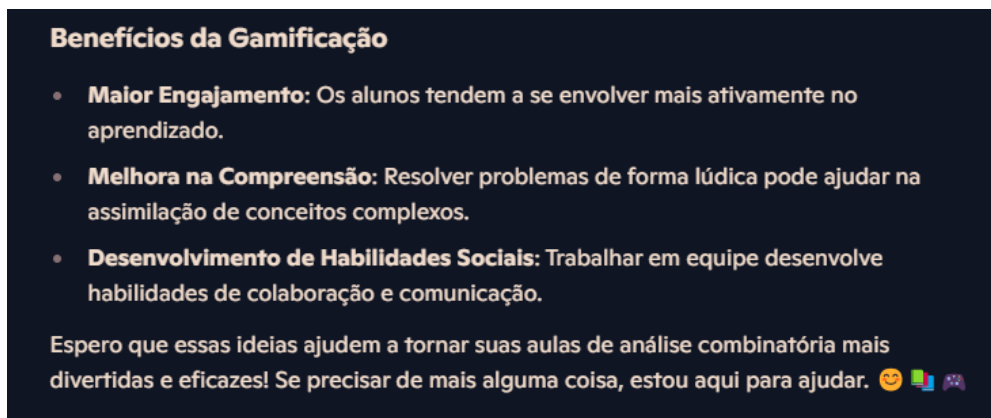


**Exemplos de Atividades Gamificadas**

- 1. Escape Room Virtual**
  - Criar um escape room virtual onde os alunos precisam resolver problemas de análise combinatória para "escapar" da sala.
- 2. Quiz Competitivo**
  - Utilizar plataformas como Kahoot para criar quizzes competitivos, onde os alunos competem em tempo real.
- 3. Caça ao Tesouro Matemático**
  - Organizar uma caça ao tesouro onde cada pista é um problema de análise combinatória.
- 4. Jogos de Tabuleiro Adaptados**
  - Adaptar jogos de tabuleiro clássicos (como Monopoly) para incluir desafios de análise combinatória nas regras do jogo.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 104: Explicação sobre gamificação com Copilot



**Benefícios da Gamificação**

- **Maior Engajamento:** Os alunos tendem a se envolver mais ativamente no aprendizado.
- **Melhora na Compreensão:** Resolver problemas de forma lúdica pode ajudar na assimilação de conceitos complexos.
- **Desenvolvimento de Habilidades Sociais:** Trabalhar em equipe desenvolve habilidades de colaboração e comunicação.

Espero que essas ideias ajudem a tornar suas aulas de análise combinatória mais divertidas e eficazes! Se precisar de mais alguma coisa, estou aqui para ajudar. 😊 🎮 📚

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Agora que temos uma ideia de como funciona a metodologia e do que é necessário para a utilizar, vamos seguir a sugestão dada pela IA e fornecer algumas informações para gerar nosso planejamento:

Prompt utilizado 1: Crie um planejamento de 1 bimestre sobre o conteúdo de análise combinatória para uma turma de 2º ano do ensino médio utilizando a metodologia de

gamificação. inclua as habilidades a serem desenvolvidas segundo a bncc, os objetivos de cada aula e os materiais utilizados.

Prompt utilizado 2: seguindo o que você sugeriu, quero trabalhar princípio fundamental da contagem, arranjo, permutação simples, permutação com repetição e combinação. Utilizarei a plataforma Kahoot. quero que haja desafios semanais, um por aula, os alunos serão recompensados com pontos por problemas resolvidos.

Prompt utilizado 3: crie os desafios para serem utilizados em cada semana.

Prompt utilizado 4: faça com que a dificuldade dos desafios seja crescente.

Copilot:

*Figura 105: Planejamento utilizando gamificação com Copilot*

**Planejamento Bimestral - Análise Combinatória**

**Habilidades a serem desenvolvidas (segundo a BNCC)**

- (EM13MAT203) Resolver e elaborar problemas de contagem e de probabilidade, envolvendo análise combinatória (princípio multiplicativo, arranjo, permutação e combinação).
- (EM13MAT301) Interpretar e representar informações estatísticas e probabilísticas, utilizando recursos gráficos, tabelas e diagramas.
- (EM13MAT302) Desenvolver o raciocínio lógico e a capacidade de argumentação, explorando e validando ideias matemáticas.

**Objetivos Gerais**

- Compreender e aplicar os conceitos de análise combinatória, incluindo princípio fundamental da contagem, arranjos, permutações e combinações.
- Desenvolver habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico e trabalho em equipe.
- Utilizar a plataforma Kahoot para promover a gamificação no aprendizado.

*Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024*



Figura 106: Planejamento utilizando gamificação com Copilot

**Desafios Semanais com Dificuldade Crescente**

**Semana 1: Princípio Fundamental da Contagem**

1. **Desafio 1 (Fácil):** Quantas combinações diferentes de duas bolas de cores diferentes podem ser feitas usando as cores azul, vermelho e verde?
2. **Desafio 2 (Médio):** Uma senha é composta por 3 letras seguidas de 2 dígitos. Quantas senhas diferentes podem ser criadas se todas as letras e dígitos são permitidos?
3. **Desafio 3 (Difícil):** Em uma pizzeria, há 5 tipos de queijo e 8 tipos de cobertura. Quantas combinações diferentes de uma pizza com 2 tipos de queijo e 3 coberturas podem ser feitas?

**Semana 2: Arranjos**

1. **Desafio 1 (Fácil):** De quantas maneiras diferentes podemos organizar 3 livros em uma estante?
2. **Desafio 2 (Médio):** Em uma corrida com 7 participantes, de quantas maneiras diferentes podemos premiar os 2 primeiros lugares?
3. **Desafio 3 (Difícil):** Como podemos formar arranjos de 4 letras distintas escolhidas de um alfabeto de 7 letras?

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 107: Planejamento utilizando gamificação com Copilot

**Semana 3: Permutações Simples**

1. **Desafio 1 (Fácil):** Quantas permutações diferentes podem ser feitas com as letras da palavra "AMOR"?
2. **Desafio 2 (Médio):** De quantas maneiras podemos permutar os números 1, 2, 3, 4 e 5?
3. **Desafio 3 (Difícil):** Uma fila de 8 alunos pode ser organizada de quantas maneiras diferentes?

**Semana 4: Permutações com Repetição**

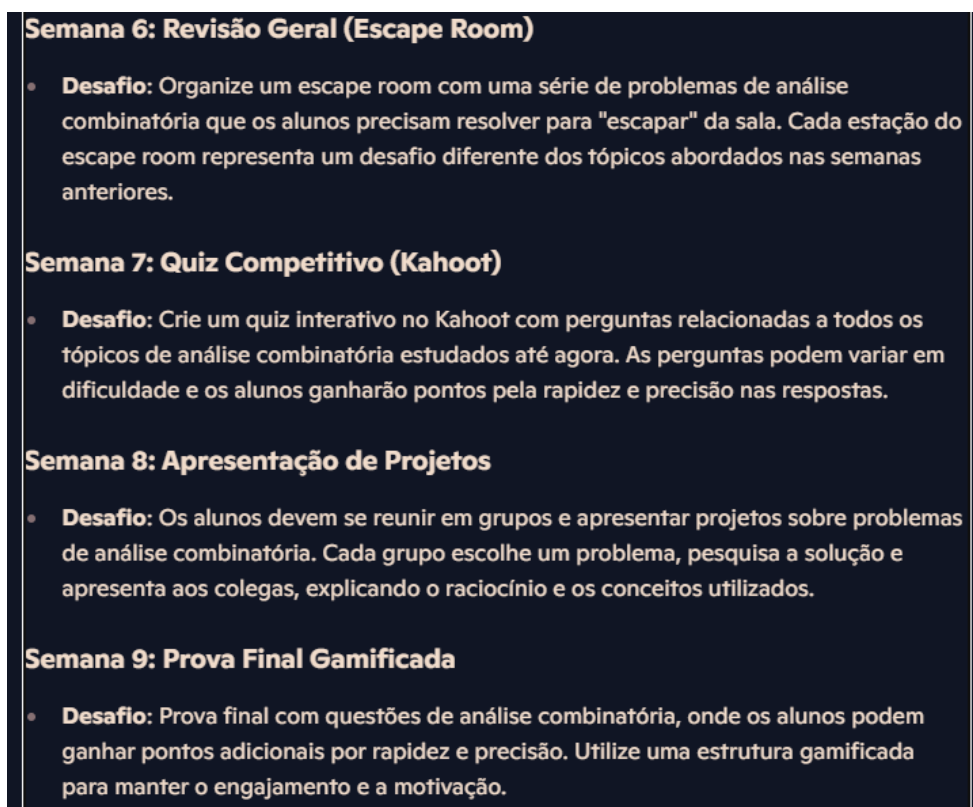
1. **Desafio 1 (Fácil):** Quantas permutações diferentes podem ser feitas com as letras da palavra "COCO"?
2. **Desafio 2 (Médio):** Em quantas maneiras podemos organizar as letras da palavra "BANANA"?
3. **Desafio 3 (Difícil):** De quantas maneiras podemos permutar os dígitos do número 112233?

**Semana 5: Combinações**

1. **Desafio 1 (Fácil):** Quantas combinações de 3 frutas podem ser escolhidas de um cesto com 5 frutas diferentes?
2. **Desafio 2 (Médio):** Em um grupo de 10 pessoas, quantas equipes de 4 pessoas podem ser formadas?
3. **Desafio 3 (Difícil):** De quantas maneiras diferentes podemos escolher 5 cartas de um baralho de 52 cartas?

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 108: Planejamento utilizando gamificação com Copilot



The image shows a screenshot of a lesson plan titled 'Planejamento utilizando gamificação com Copilot'. It is organized into four weekly sections, each with a challenge (Desafio) related to combinatorics. The sections are: Semana 6: Revisão Geral (Escape Room), Semana 7: Quiz Competitivo (Kahoot), Semana 8: Apresentação de Projetos, and Semana 9: Prova Final Gamificada. Each section includes a bullet point describing the challenge.

**Semana 6: Revisão Geral (Escape Room)**

- **Desafio:** Organize um escape room com uma série de problemas de análise combinatória que os alunos precisam resolver para "escapar" da sala. Cada estação do escape room representa um desafio diferente dos tópicos abordados nas semanas anteriores.

**Semana 7: Quiz Competitivo (Kahoot)**

- **Desafio:** Crie um quiz interativo no Kahoot com perguntas relacionadas a todos os tópicos de análise combinatória estudados até agora. As perguntas podem variar em dificuldade e os alunos ganharão pontos pela rapidez e precisão nas respostas.

**Semana 8: Apresentação de Projetos**

- **Desafio:** Os alunos devem se reunir em grupos e apresentar projetos sobre problemas de análise combinatória. Cada grupo escolhe um problema, pesquisa a solução e apresenta aos colegas, explicando o raciocínio e os conceitos utilizados.

**Semana 9: Prova Final Gamificada**

- **Desafio:** Prova final com questões de análise combinatória, onde os alunos podem ganhar pontos adicionais por rapidez e precisão. Utilize uma estrutura gamificada para manter o engajamento e a motivação.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Observe que as aulas estão bem organizadas em ordem coerente com os conteúdos, e que como podemos personalizar as respostas geradas, podemos também modificar a dificuldade das questões que serão trabalhadas, evitando assim que os desafios se tornem muitos simples ou muito difíceis para os estudantes.

Em seguida, iremos trabalhar outra metodologia, a de sala de aula invertida. Essa é uma metodologia mais conhecida pelos professores de todos os níveis, mas alguns ainda possuem dificuldades em implementá-la. Observando isso, começaremos solicitando ao Gemini uma explicação de como podemos fazer uso dessa metodologia com o conteúdo de funções quadráticas.

Prompt 1: Crie um planejamento do como abordar o conteúdo de funções quadráticas para uma turma de 1º ano do ensino médio utilizando a metodologia de sala de aula invertida.

Prompt 2: Explique como utilizar essa metodologia no planejamento.

Figura 109: Uso da Sala de Aula Invertida com o Gemini – Parte 1



## Como Utilizar a Metodologia da Sala de Aula Invertida no Planejamento das Aulas de Funções Quadráticas

A metodologia da sala de aula invertida propõe uma inversão do processo tradicional de ensino. Em vez de o professor apresentar o conteúdo em sala de aula e os alunos realizarem atividades em casa, a dinâmica é invertida: os alunos estudam o conteúdo teoricamente em casa e utilizam o tempo em sala de aula para aprofundar o conhecimento, resolver problemas e realizar atividades práticas.

### Passo a passo para implementar a metodologia:

#### 1. Planejamento Detalhado:

- **Definição dos objetivos:** Determine quais habilidades e conhecimentos os alunos deverão adquirir ao final do bimestre.
- **Seleção dos conteúdos:** Escolha os tópicos mais relevantes sobre funções quadráticas e organize-os de forma lógica e progressiva.
- **Criação de materiais:** Produza ou selecione materiais didáticos de qualidade, como vídeos, textos, exercícios e simulações, para que os alunos estudem em casa. Utilize plataformas digitais para facilitar o acesso e a interação.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 110: Uso da Sala de Aula Invertida com o Gemini – Parte 2

#### 2. Organização do Conteúdo para Estudo em Casa:

- **Sequencie o conteúdo:** Divida o conteúdo em pequenas partes e organize-o em uma ordem lógica, facilitando a compreensão dos alunos.
- **Varie os recursos:** Utilize diferentes tipos de materiais (vídeos, textos, animações) para atender a diferentes estilos de aprendizagem.
- **Inclua atividades avaliativas:** Crie atividades simples para que os alunos verifiquem sua compreensão do conteúdo antes de ir para a aula.

#### 3. Planejamento das Atividades em Sala de Aula:

- **Resolução de problemas:** Prepare atividades que exijam a aplicação dos conceitos aprendidos em casa, como resolução de exercícios, projetos em grupo e discussões em sala de aula.
- **Dúvidas e aprofundamento:** Reserve um tempo para que os alunos tirem suas dúvidas e o professor possa aprofundar os temas mais complexos.
- **Atividades práticas:** Utilize recursos como softwares de geometria dinâmica, calculadoras gráficas e materiais manipuláveis para tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes.
- **Trabalhos em grupo:** Promova a colaboração entre os alunos através de atividades em grupo, estimulando a troca de ideias e a resolução de problemas em conjunto.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Nas figuras acima temos a estrutura básica para utilizar essa metodologia e indo de encontro com o que já discutimos neste trabalho, vemos que o Gemini sugere a utilização de recursos tecnológicos para tornar as aulas mais dinâmicas. Além de sugerir que sejam utilizados outros recursos como materiais manipuláveis, vídeos e animações.

*Figura 111: Uso da Sala de Aula Invertida com o Gemini – Parte 3*

**Exemplo de Atividade em Sala de Aula:**

Após os alunos estudarem em casa sobre a forma fatorada da função quadrática, o professor pode propor a seguinte atividade em sala de aula:

- **Dividir a turma em grupos.**
- **Distribuir diferentes funções quadráticas na forma geral para cada grupo.**
- **\*\*Pedir aos grupos que:**
  - Convertam as funções para a forma fatorada.
  - Identifiquem os zeros da função.
  - Construam o gráfico da função utilizando um software de geometria dinâmica.
  - Apresentem seus resultados para a turma, explicando o processo e as características do gráfico.\*\*

*Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024*

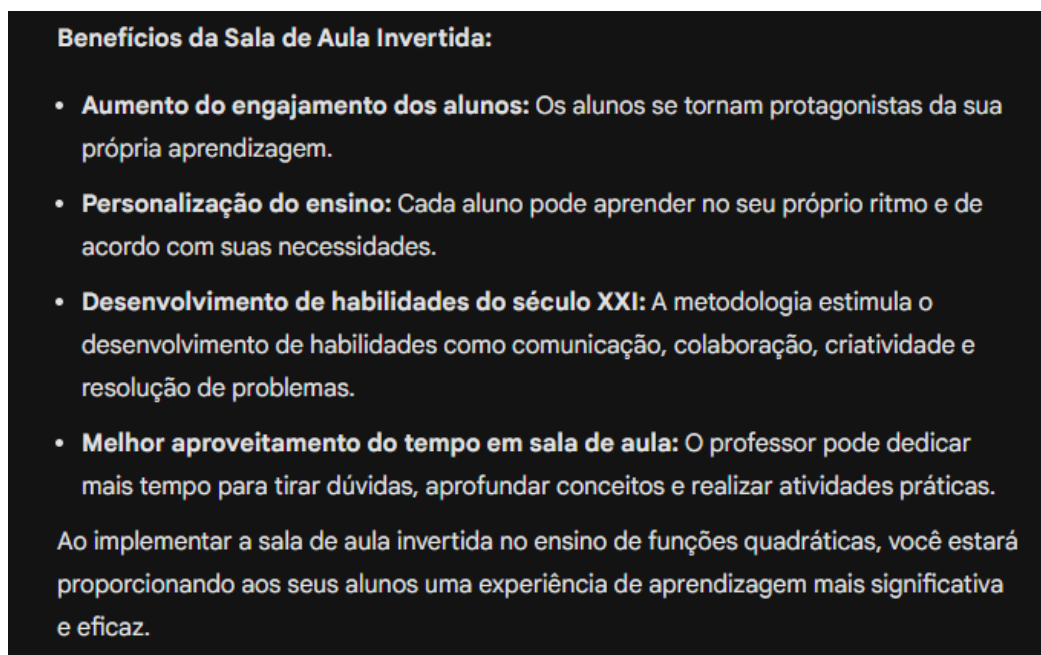
*Figura 112: Uso da Sala de Aula Invertida com o Gemini – Parte 4*

**Dicas Adicionais:**

- **Utilize plataformas digitais:** Plataformas como Google Classroom, Moodle e Khan Academy podem ser utilizadas para disponibilizar o material, acompanhar o progresso dos alunos e facilitar a comunicação.
- **Incentive a autonomia:** Estimule os alunos a buscar informações adicionais e a resolver problemas de forma autônoma.
- **Promova a colaboração:** Crie atividades que estimulem a troca de ideias e a aprendizagem colaborativa.
- **Adapte a metodologia:** A sala de aula invertida pode ser adaptada para diferentes níveis de ensino e conteúdos.

*Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024*

Figura 113: Uso da Sala de Aula Invertida com o Gemini – Parte 5



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Com o resultado apresentado acima, já é possível obter uma visão clara de como aplicar a metodologia. É possível desenvolver todas as aulas e atividades com o auxílio das IAs, e para aqueles que desejarem aprofundar-se mais no tema, há uma vasta quantidade de artigos e publicações que discutem experiências com essa abordagem. Ademais, é importante ressaltar que todas as sugestões de atividades geradas pela IA podem ser ajustadas durante a interação com a ferramenta, permitindo que o resultado seja adaptado às necessidades e à realidade de cada profissional, visto que em alguns casos elas podem acabar sugerindo atividades ou projetos que podem ser inviáveis de serem realizados.

### 5.3. Ferramentas auxiliares

Neste trabalho focamos apenas em explorar três das IAs mais conhecidas e mais utilizadas pelo público. Contudo, existem muitas outras com diferentes funções que poderiam ser úteis para os docentes. Vamos comentar brevemente sobre algumas delas a seguir.

## Gamma

Figura 114: Logo do Gamma



Fonte: Gamma, 2024

O Gamma é uma IA capaz de gerar apresentações de slides em poucos minutos, para isso basta dar um comando do que se deseja fazer, semelhante ao ChatGPT e as outras IAs trabalhadas, mas escolhendo o que deve estar contido em cada slide da apresentação. Inicialmente ela irá fazer um esboço do que será feito em forma de cartões como na Figura 109, mas o conteúdo de cada um pode ser modificado da maneira que o usuário quiser.

Figura 115: Apresentação sobre funções trigonométricas gerada com o auxílio do Gamma



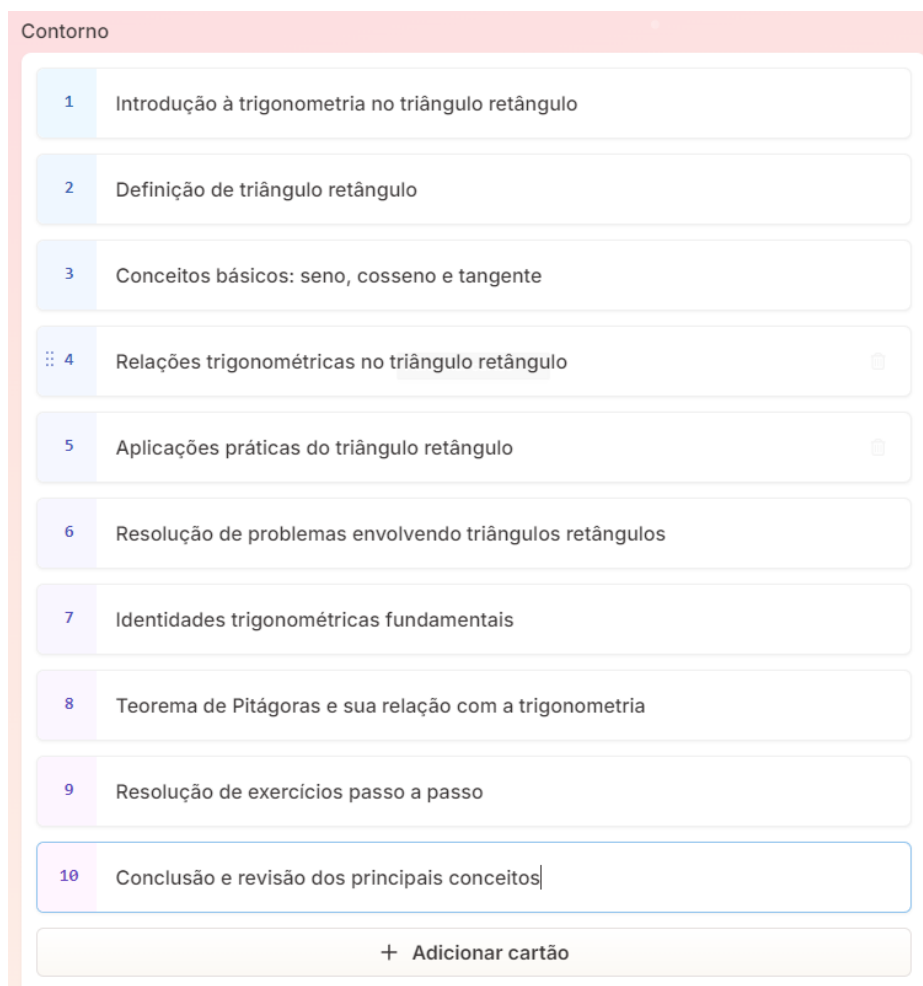
Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 116: Interface inicial do Gamma



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 117: Esboço da estrutura da apresentação

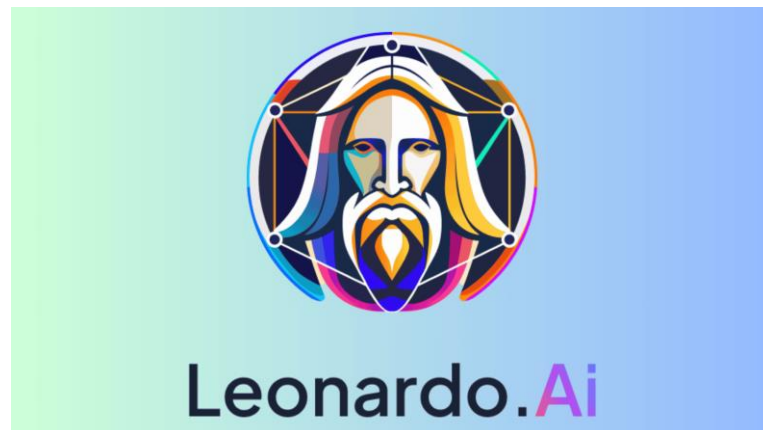


Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024



Leonardo.ai

*Figura 118: Logo do Leonardo.AI*



*Fonte: Leonardo.AI, 2024*

Leonardo é uma IA capaz de gerar imagens e pequenos vídeos em diferentes estilos e pode ser altamente personalizada.

*Figura 119: Representação da Proporção Áurea gerada pelo Leonardo.AI*



*Fonte: Leonardo.AI, 2024*

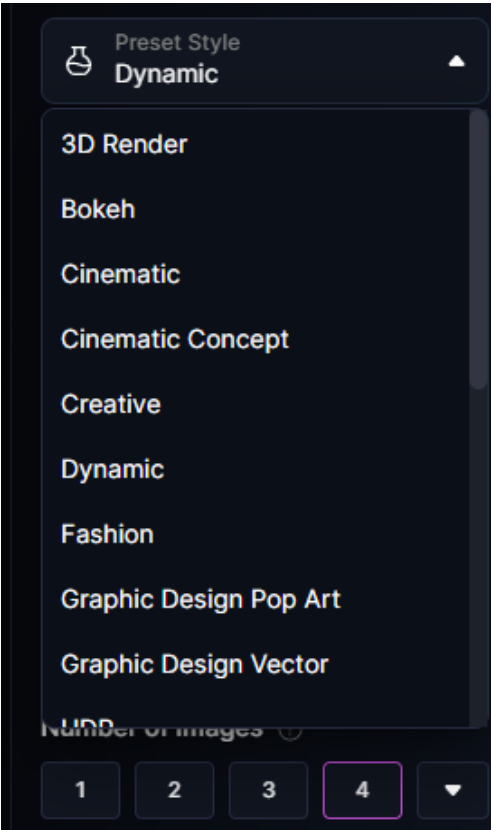
Pode ser utilizada para visualizar alguns conceitos matemáticos e pode ser usada em outras metodologias como história da Matemática e Gamificação, além de poder ser utilizada para criar imagens em materiais que os próprios professores podem estar desenvolvendo. Sua utilização é semelhante as outras, basta escrever o



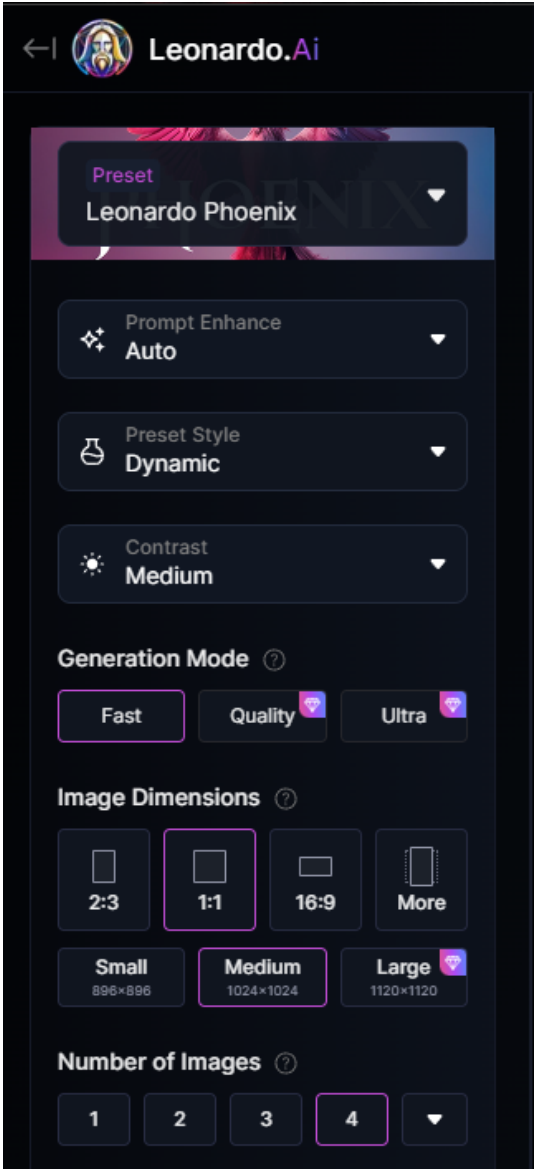
prompt com o que quer que seja gerado e escolher entre algumas das configurações disponíveis, como o estilo de imagem (animação, foto realista, dinâmica, etc.), o modo de geração, o tamanho e o formato da imagem, entre outras possibilidades.

Figura 121: Algumas das configurações para a imagem

Figura 120: Estilos de imagem que a IA pode gerar



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

## GPTZero

Figura 122: Logo do GPTZero



Fonte: GPTZero, 2024

Em contra partida com o que vimos até agora, essa IA possui a função de detectar se algum texto ou documento foi gerado por alguma IA, além disso ela também pode verificar se o texto contém plágio e ajudar com a escrita de documentos na sua versão paga.

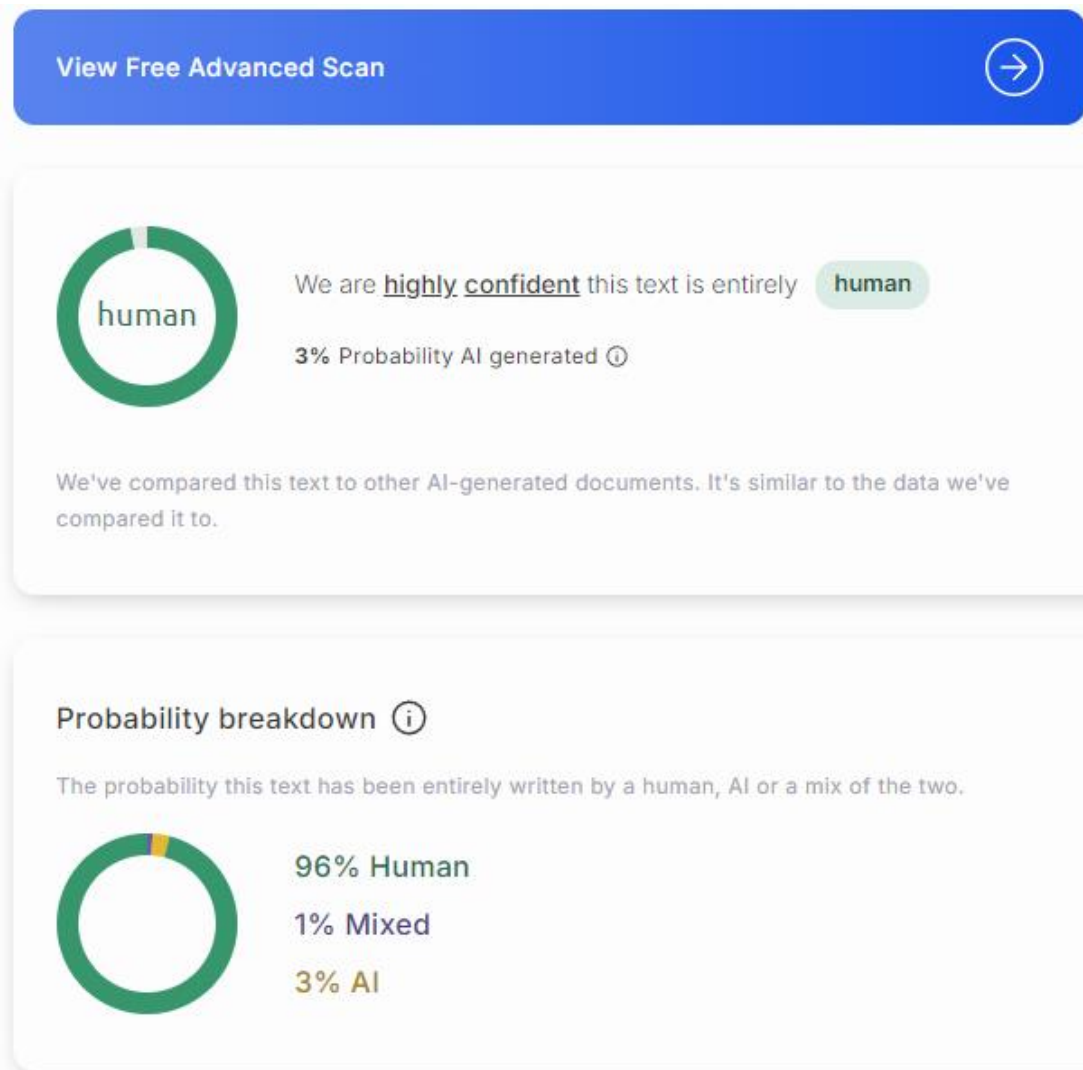
Figura 123: Interface do GPTZero

A interface do GPTZero apresenta um design limpo e moderno. No topo, há um botão redondo com o ícone de upload e o texto "Upload file", seguido por um ícone de ajuda. Abaixo, uma grande área de texto com o placeholder "Enter the text you want to scan". No canto inferior esquerdo, uma barra de progresso indica "0/250 character minimum".

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Seu uso é bastante intuitivo, basta copiar o texto ou anexar o arquivo que se deseja verificar. Depois de analisado ele irá indicar em forma de percentual se o texto analisado foi feito por uma pessoa ou uma IA.

Figura 124: Resultado gerado pelo GPTZero



Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Contudo, vale lembrar que uma IA pode cometer erros devido a sua margem de erro, e esta não é uma exceção, mesmo utilizando textos que foram escritos por pessoas, em alguns casos ela pode apontar que havia uso de IA no documento, mesmo sem de fato haver. Mas ainda pode ser utilizada para verificar se algum trabalho feito por alunos, foi na verdade criado por uma IA.

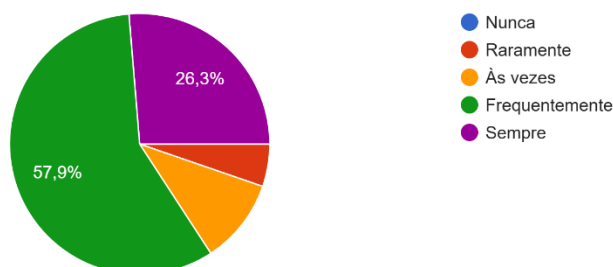
## 6. ESTUDO DE CASO E EVIDÊNCIAS PRÁTICAS

Inicialmente, foi aplicada uma pesquisa junto a professores da rede estadual de ensino de Alagoas. Para tanto, elaborou-se um questionário dividido em três partes, voltado a investigar, primeiramente, questões do cotidiano escolar, incluindo a frequência de problemas relacionados à falta de materiais didáticos e os desafios enfrentados em sala de aula. O questionário também abordou o Novo Ensino Médio (NEM) e o uso de inteligência artificial na educação. Ao analisar a primeira parte do questionário, onde houve 19 respostas, constatou-se elevada frequência de problemas como escassez de recursos didáticos, ausência de infraestrutura adequada e carência de materiais tecnológicos. Alguns desses resultados são apresentados a seguir:

*Gráfico 1: Frequência em que os professores enfrentam a falta de material didático nas aulas*

Com que frequência você enfrenta problemas de falta de material didático em suas aulas?

19 respostas

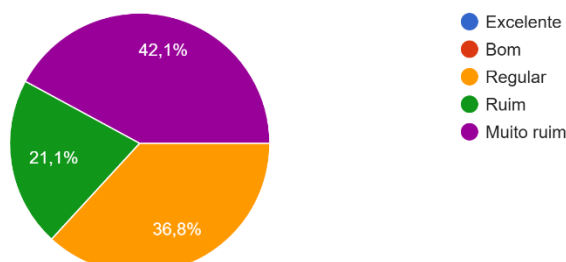


*Fonte: Elaborado pelo autor, 2024*

*Gráfico 2: Avaliação do suporte tecnológico disponibilizado pela escola*

Como você classificaria o suporte tecnológico (notebook, internet, projetor, etc) disponibilizado pela instituição para uso em sala de aula?

19 respostas



*Fonte: Elaborado pelo autor, 2024*

Figura 125: Principais desafios enfrentados pelos professores em sala de aula

Quais são os principais desafios que você enfrenta ao lecionar suas aulas?

19 respostas

Falta de internet para o professor e para os alunos é a maior delas.

A disponibilidade de recurso e espaço.

Estrutura física precária (salas de aula, laboratórios, sala dos professores...); ausência de professores, assim sobrecarregado os demais.

Ensinar em uma escola integral que não tem o mínimo suporte para comportar o ensino integral, falta desde coisas "básicas" como um sistema de ventilação (bons ventiladores/ ar-condicionados), até coisas que auxiliem nas práticas educacionais, como outros recursos (incluindo todo tipo de recursos tecnológicos).

Desinteresse dos alunos, falta de respeito, falta de material e o alunos não tem base na matéria que leciono.

Falta de material tecnológico.

Falta de motivação dos alunos

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 126 Principais dificuldades dos professores ao utilizar ferramentas tecnológicas em sala de aula

Você percebe alguma dificuldade específica ao utilizar ferramentas tecnológicas em sala de aula?  
Se sim, quais?

19 respostas

Sim, Internet péssima e só tem tv na sala.

Como não temos fácil acesso a computadores, normalmente utilizamos aplicativos que comportam em Android e iOS, porém a rede de Internet da escola é péssima. Então tento usar aplicativos que funcionem sem necessidade de Internet.

Falta recursos na escola, temos apenas uma sala de vídeo e dois projetores antigos e péssimas internet. Então quando uso o kahoot, por exemplo, tenho que disponibilizar meus dados móveis para os alunos poderem acessar. Além disso, até a sala de vídeo é limitada e vigiada.

O tempo para preparo da ferramenta, por exemplo, no uso do projetor, existe a necessidade de uma pessoa da coordenação entregar o mesmo, depois o transporte e montagem e, por fim a devolução. Cada uma dessas etapas diminui o tempo da dinâmica da aula.

A falta de material na instituição.

A quantidade limitada de aparelhos nem sempre permite que sejam utilizados, às vezes quando procura-se um aparelho para utilizar não tem nenhum disponível.

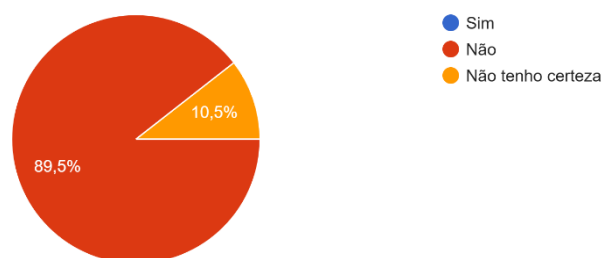
Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Na segunda parte da pesquisa, investigou-se a percepção dos docentes acerca das mudanças introduzidas pelo NEM. Buscou-se verificar se havia maior engajamento discente e redução nos índices de evasão escolar, bem como compreender a opinião dos professores sobre essas alterações e os principais desafios enfrentados. Nesse sentido, o questionário incluiu perguntas sobre a capacitação docente para a implementação do NEM, a adequação dos recursos institucionais e outras questões pertinentes ao processo de mudança.

*Gráfico 3: Visão dos professores sobre o alinhamento do NEM as necessidades e expectativas dos alunos*

Você acredita que os novos currículos do ensino médio estão alinhados com as necessidades e expectativas dos alunos?

19 respostas

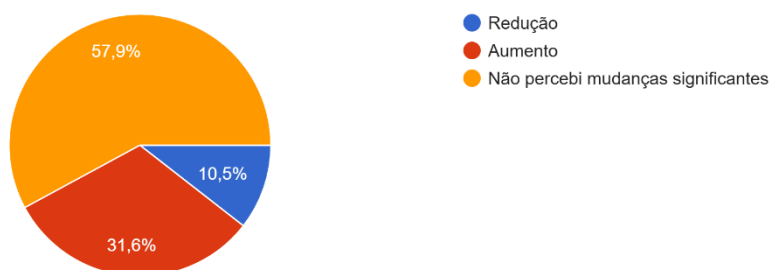


*Fonte: Elaborado pelo autor, 2024*

*Gráfico 4: Visão dos professores sobre impacto do NEM na evasão escolar*

Você observou uma redução ou aumento da evasão escolar desde a implementação das mudanças no ensino médio?

19 respostas



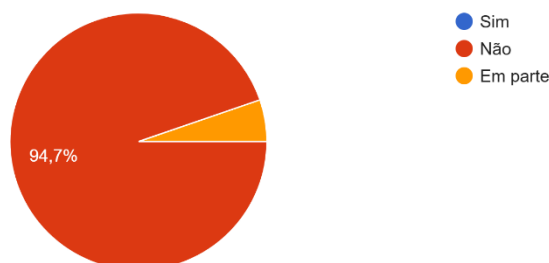
*Fonte: Elaborado pelo autor, 2024*

De acordo com as respostas obtidas, 94,7% dos professores indicou não ter recebido a devida capacitação para as mudanças propostas. Além disso, consideram que as alterações não correspondem às reais necessidades e expectativas dos alunos, e que os recursos disponíveis nas escolas são insuficientes para viabilizar

essa implementação. A seguir, serão analisadas em detalhe as respostas para essas e outras questões levantadas.

*Gráfico 5: visão dos professores sobre a capacitação para lidar com as mudanças do NEM*

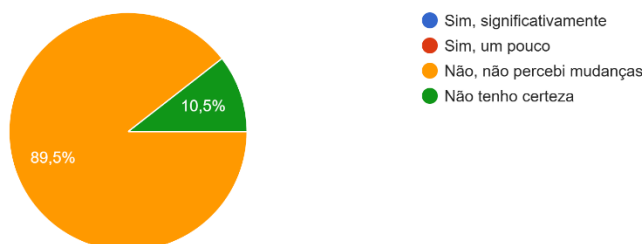
no ensino médio?  
19 respostas



*Fonte: Elaborado pelo autor, 2024*

*Gráfico 6: Visão dos professores sobre a melhoria na motivação dos estudantes*

Você percebeu uma melhoria na motivação dos alunos desde a implementação das novas diretrizes do ensino médio?  
19 respostas



*Fonte: Elaborado pelo autor, 2024*

Conforme indicado nos Gráficos 4 e 6, não foram observadas mudanças significativas na motivação dos alunos ou na redução da evasão escolar. Em relação ao engajamento, muitos docentes alegaram que os estudantes demonstram ainda menos interesse do que antes. Ademais, os professores questionam a relevância das novas disciplinas para os objetivos futuros dos alunos, sobretudo no que diz respeito ao ingresso em vestibulares.

Figura 127: Ponto de vista dos professores sobre o impacto do NEM no engajamento e aprendizagem dos alunos

Como as novas abordagens curriculares do ensino médio têm impactado os alunos em termos de aprendizagem e engajamento?

19 respostas

Como muitos professores não tiveram uma formação adequada, isso tem dificultado ainda mais a aprendizagem e desmotivado não só os alunos, mas também os professores.

Eles não demonstram interesse e parecem menos engajados, pois não entendem o motivo da existência de novas disciplinas.

Os alunos têm se questionado onde e quando irão utilizar o que está sendo trabalhado por alguns componentes curriculares, enquanto sentem a falta de outros componentes quando estão visando vestibulares e Enem.

Os alunos sentem quem estão perdendo tempo com algo inútil, o que faz com que eles não tenham interesse em aprender, muito menos engajar as aulas.

Impacto insignificante, os alunos rejeitam.

Não sei dizer, ainda não peguei disciplinas não tradicionais, esse ano foi me colocado aprofundamento de matemática que resumidamente é uma revisão de matemática para o ENEM

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

A seguir, são destacados alguns dos problemas elencados pelos professores quanto aos desafios enfrentados com a mudança curricular. Destaca-se o consenso de que a formação dos educadores tem sido insuficiente para acompanhar as novas demandas, bem como a carência de recursos tecnológicos e de espaços adequados para a implementação das disciplinas propostas.



Figura 129: Principais desafios enfrentados pelos professores na adaptação aos novos currículos

do ensino médio?

19 respostas

Formação e estrutura da escola (laboratórios, internet e outros)

Entender os novos currículos.

Formação, e falta de coerência do que é proposto pela grade curricular e o que exigido em concursos e vestibulares.

Falta de suporte ao professor, que precisa se virar em 300 para dar conta de ministrar aulas toda semana sobre algo que ele não domina.

Formação acadêmica específica, disponibilidade de recursos e espaço.

Os novas "disciplinas", pelo menos a maioria delas são utópicas comparados com a realidade da educação pública. Falta do estado e secretaria apoio no desenvolvimento do professor para esses novos desafios.

Encontrar o meio termo entre atender o novo currículo e ainda garantir que nossos alunos tenham as mesmas oportunidades que os alunos de escola particular que pagam cursinhos por fora, já que o método de acesso às universidades públicas continua o mesmo.

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Figura 128: Principais desafios enfrentados pelos professores na adaptação aos novos currículos

Quais são os principais desafios enfrentados pelos professores na adaptação aos novos currículos do ensino médio?

19 respostas

A falta de preparo, pois precisam dar aula sobre algo que não estudaram

A exigência de saberes que fogem da formação do professor e metodologias que são inviáveis devido a falta de espaços, materiais e até móveis adequados.

Falta de formação.

Falta de formação, pois estamos sendo inseridos em disciplinas nas quais não temos domínio.

ENSINAR MATÉRIA PARA A QUAL NÃO FOI HABILITADO.

Disciplinas que são totalmente fora da área de Formação do professor, como projeto de vida e eletivas impostas pelas secretarias de ensino

São vários desafios, mas o esvaziamento do conhecimento científico é o desafio mais preocupante!

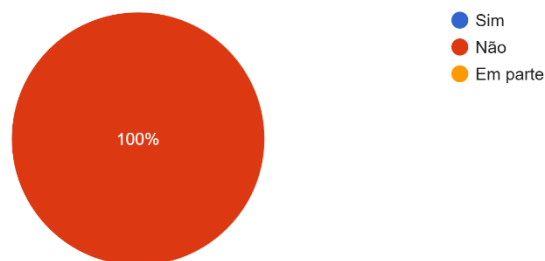
Sem preparação

Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Gráfico 7: Visão dos professores sobre a adequação dos recursos disponíveis nas escolas ao NEM

Você acredita que os recursos disponíveis são adequados para apoiar a implementação das mudanças no ensino médio?

19 respostas



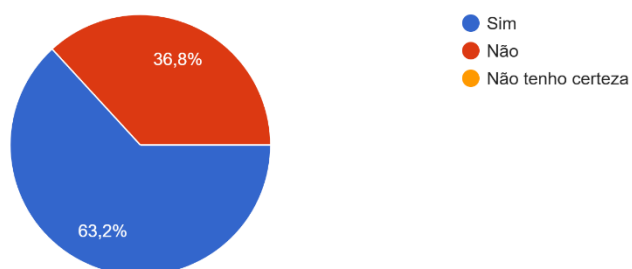
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Na última parte do questionário, os professores responderam a questões relacionadas ao uso e ao nível de conhecimento acerca de inteligência artificial. Buscou-se verificar se os participantes já haviam utilizado alguma ferramenta desse tipo, as finalidades de seu uso e os benefícios percebidos pelos docentes. Para aqueles que nunca utilizaram IA, investigaram-se as principais preocupações, dúvidas ou desafios que os levam a não adotar tais ferramentas.

Gráfico 8: Percentual de professores que já utilizaram IA

Você já utilizou alguma ferramenta de IA para auxiliar no trabalho?

19 respostas

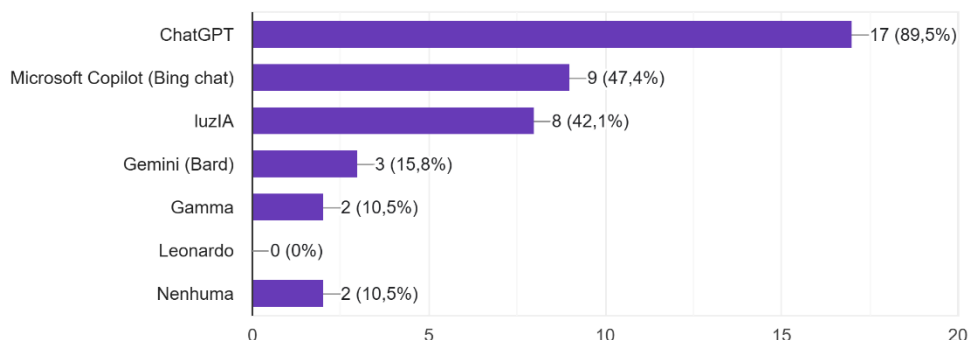


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Gráfico 9: IAs que os professores mais ouviram falar

Quais IA's você conhece ou já ouviu falar?

19 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Conforme os resultados apresentados, a maioria dos participantes já fez uso de alguma ferramenta de inteligência artificial ao menos uma vez. Entre as IAs mencionadas, o ChatGPT foi a mais conhecida ou mencionada pelos docentes. Alguns professores relataram tê-la utilizado somente para testes, enquanto outros a empregaram em projetos pessoais ou em atividades profissionais, tais como elaboração de ideias para aulas ou para a preparação e apresentação de conteúdos.

Em relação às principais dúvidas e preocupações acerca do uso de IAs na educação, muitos professores destacaram a incerteza quanto à veracidade e à confiabilidade das informações fornecidas por essas ferramentas. Alguns não demonstraram qualquer preocupação, ao passo que outros enfatizaram o receio de que a dependência em IAs possa afetar tanto docentes quanto estudantes. Houve ainda quem admitisse não conhecer formas de utilização dessas tecnologias na prática educacional, o que os leva a não as adotar.

Figura 130: Dúvidas e preocupações dos professores sobre o uso de IA na educação

Quais são suas principais preocupações ou dúvidas em relação ao uso de IA na educação?

19 respostas

Me preocupo se os resultados conseguidos estão sempre corretos, e me preocupo de me acomodar no uso de IA.

A má utilização por meio dos alunos na busca de burlar o desenvolvimento das próprias competências e habilidades. Quando as utilizam apenas para colar e não como meio de pesquisa.

A qualidade e veracidade da informação fornecida.

O uso da IA pode promover ilusões e despreparo, enfraquecendo intelectualmente professores, pois o professor deixa de pensar e também de articular suas ideias.

Tem que ter maturidade pra usar, saber que ela deve ser usada apenas como uma ferramenta e não deixar ela fazer por si só

Desconheço as formas de utilizar na educação

Tenho dúvidas quanto aos diferentes tipos, talvez as IAs que eu use como suporte no dia a dia não sejam tão eficientes quanto uma que seja focada na temática da educação.

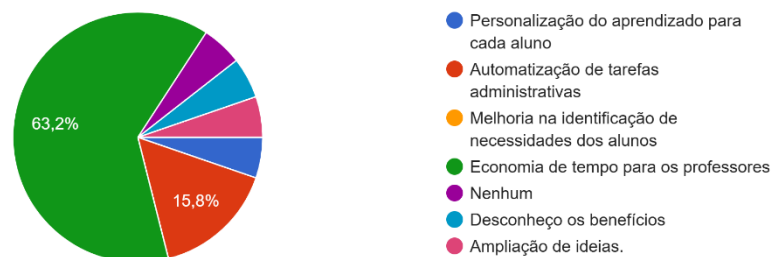
Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Posteriormente, questionou-se aos docentes sobre os benefícios percebidos no uso de IAs na educação, bem como os desafios e preocupações que enfrentam ao considerar tais ferramentas. Entre as vantagens mais citadas, destacam-se a economia de tempo e a automação de tarefas administrativas. No que se refere aos desafios, grande parte dos professores mencionou a falta de acesso a recursos tecnológicos adequados e as dificuldades para compreender e operar as ferramentas baseadas em IA.

Gráfico 10: Benefício da utilização das IAs na visão dos professores

Em sua opinião, quais são os maiores benefícios da utilização de IA na educação?

19 respostas

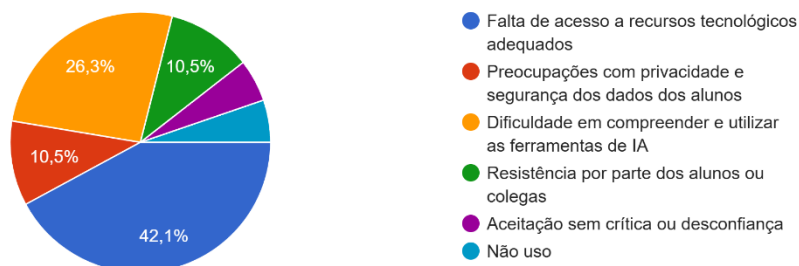


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Gráfico 11: Desafios e preocupações enfrentados pelos professores ao adotar o uso de IAs

Quais são os principais desafios ou preocupações que você enfrenta ao considerar a adoção de IA em sua prática educacional?

19 respostas



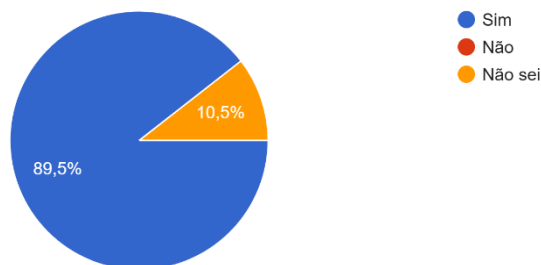
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Por fim, investigou-se se os professores acreditavam na necessidade de maior oferta de conteúdos sobre IA em sua formação profissional e se estariam dispostos a participar de capacitações ou treinamentos específicos sobre o tema. Os resultados obtidos estão apresentados nos Gráficos a seguir:

Gráfico 12: Opinião dos professores sobre a abordagem de IA durante a formação profissional

Você acredita que a formação profissional dos professores deveria incluir mais conteúdo sobre o uso de IA na educação?

19 respostas

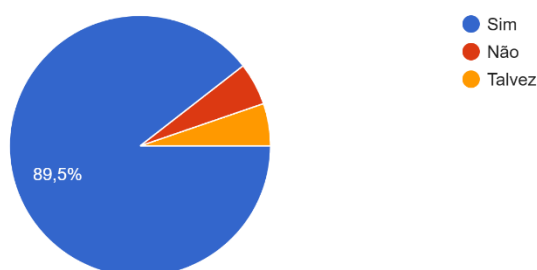


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Gráfico 13: Interesse dos professores em participar de capacitações ou treinamentos sobre o uso de IA na educação

Você tem interesse em participar de capacitações ou treinamentos sobre o uso de IA na educação?

19 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

A análise dos resultados demonstra que os professores reconhecem a necessidade de aprofundar o uso da inteligência artificial na educação, pois acreditam que essa prática pode oferecer inúmeros benefícios. Ademais, mostram-se propensos a participar de formações continuadas que os capacitem a empregar tais recursos de maneira efetiva em sala de aula.

Com base nesses resultados, realizou-se uma formação prática, em formato remoto, com 26 professores de uma escola da rede estadual de Alagoas que aceitaram participar da atividade. Alguns meses antes, esses docentes haviam participado de uma capacitação teórica sobre o uso de IAs, na qual se abordaram suas principais funções e conceitos. Contudo, não houve oportunidade para que os participantes testassem efetivamente as ferramentas. Dessa forma, o objetivo desta nova formação foi não apenas apresentar as tecnologias e seus benefícios, mas também proporcionar um momento para que os professores pudessem experimentar, refletir e sanar dúvidas acerca de sua aplicação.

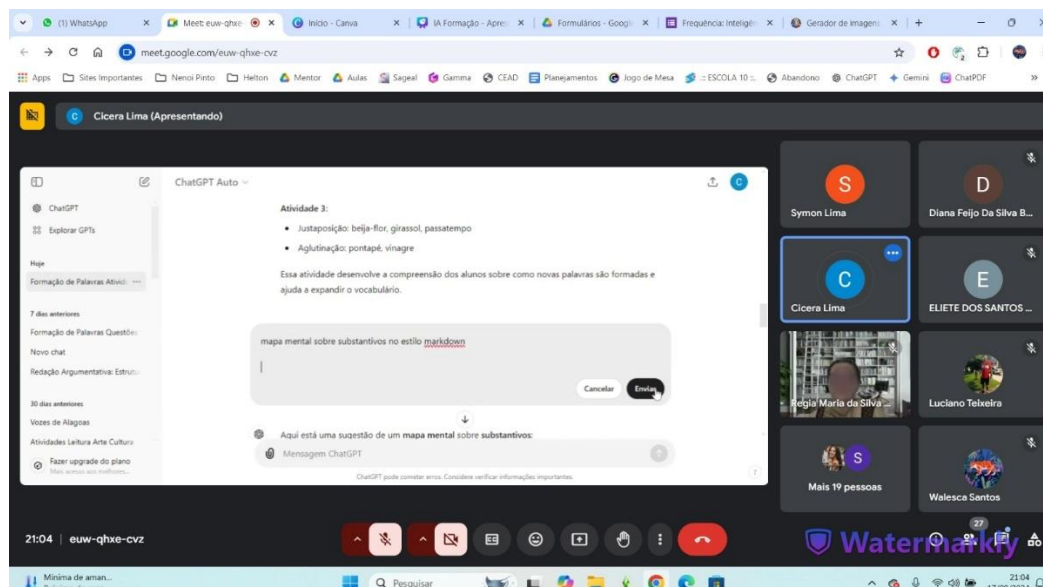
Durante a formação, abordaram-se, inicialmente, os objetivos previstos pela UNESCO, a fim de contextualizar e motivar os participantes para o conteúdo subsequente. Discutiu-se, também, a importância da alfabetização em IA e do uso crítico dessas ferramentas. Nesse momento, solicitou-se aos professores que expusessem suas principais dúvidas e receios a respeito do emprego de inteligências artificiais em seu cotidiano. Entre os comentários mais recorrentes, destacaram-se:

“já tentei usar, mas não consegui”, “vejo alguns de vocês falando sobre isso, mas não sei como funciona” e “já usei, mas acho não serve para a minha matéria”.

Assim, a formação foi organizada em quatro etapas, cada uma destinada ao uso de uma das IAs selecionadas. Solicitou-se aos professores a realização de atividades práticas com o apoio dessas ferramentas. Inicialmente, apresentou-se o ChatGPT, seguido das demais IAs propostas para comparação neste estudo e, por último, o Gamma, focado na criação de apresentações (conforme descrito na seção 5.3). Em cada introdução, forneceu-se um guia passo a passo de acesso e utilização, considerando que alguns participantes ainda apresentavam dificuldades tanto em acessar as IAs quanto em compreender seu funcionamento.

Durante a apresentação do ChatGPT, alguns professores comentaram que já utilizavam a ferramenta, enquanto outros relataram experiências insatisfatórias ou resultados aquém do esperado. Entre os principais problemas mencionados destacaram-se a impossibilidade de gerar imagens, a produção de questões ou conteúdos incorretos, a superficialidade nas respostas e a ausência de referências. Nesse momento, esclareceu-se aos participantes as limitações do ChatGPT, já debatidas no Capítulo 4, evidenciando que, para determinadas funções, pode-se recorrer a outras ferramentas mais adequadas. Quanto às respostas incompletas, enfatizou-se a relevância de formular comandos precisos, visto que, conforme Bowen e Watson (2024, p. 43), “uma IA não pode ler sua mente”.

Figura 131: Participante expondo os resultados obtidos na atividade



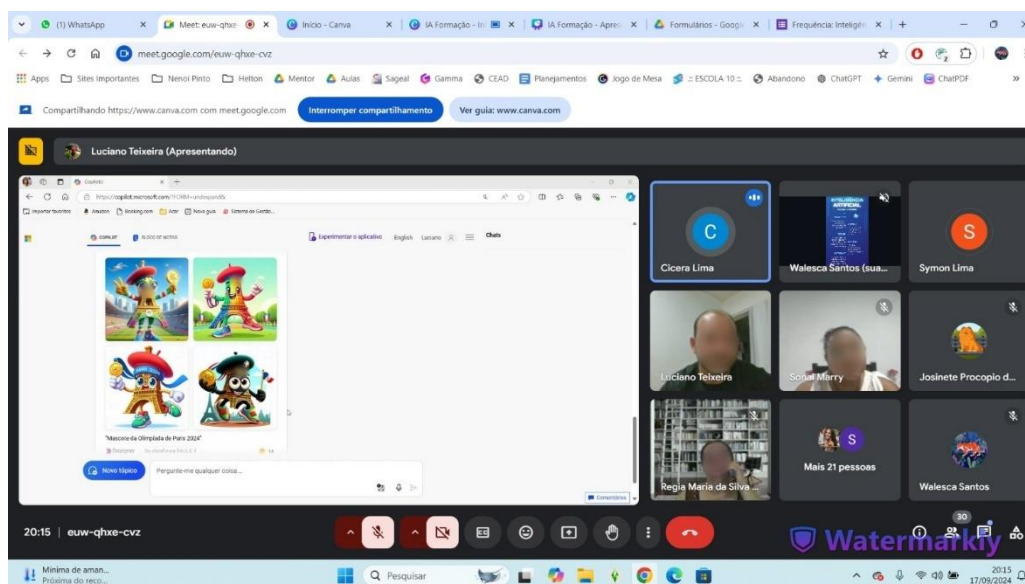
Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Nesse sentido, ressaltou-se que não é necessário restringir-se ao primeiro resultado gerado pela IA, sendo possível modificar, acrescentar ou remover informações de modo a refinar o conteúdo, sem afetar aspectos já considerados satisfatórios.

Em seguida, foram apresentadas as IAs Copilot e Gemini, de modo semelhante ao procedimento adotado com o ChatGPT. Discutiram-se as limitações específicas de cada ferramenta e as situações em que essas plataformas podem ser mais indicadas do que o ChatGPT.



Figura 132: Participante explorando o Copilot para criação de imagens

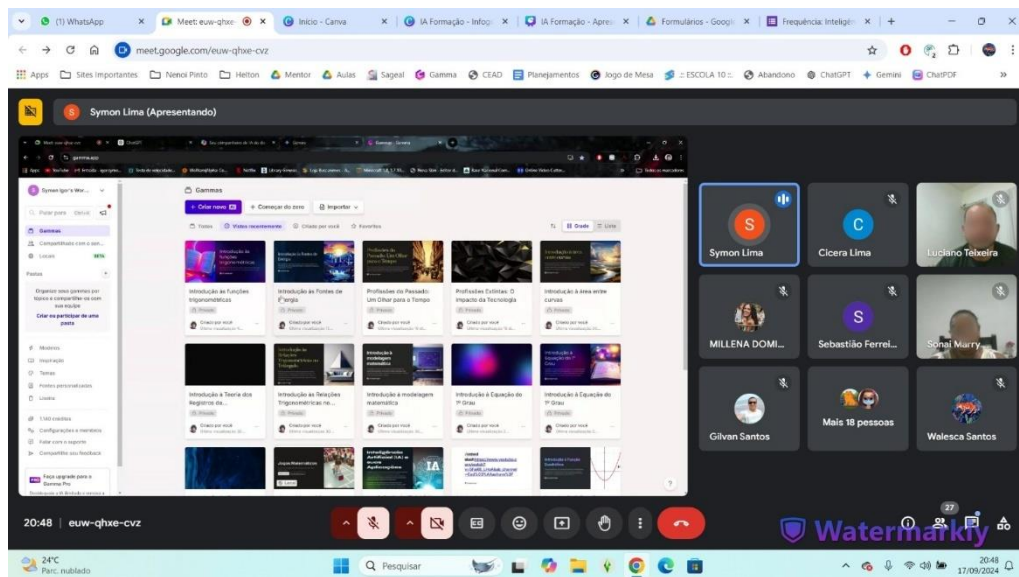


Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Por fim, questionou-se quantos docentes costumavam utilizar apresentações de slides em suas aulas, obtendo-se aproximadamente 50% de respostas afirmativas. Posteriormente, investigou-se o tempo médio despendido na elaboração desses slides, variando de cerca de uma hora a um final de semana inteiro, evidenciando o extenso período dedicado pelos participantes somente à preparação de apresentações.

Com base nessa demanda, apresentou-se a última IA da formação, o Gamma, que, conforme mencionado, tem a capacidade de gerar apresentações completas em poucos minutos. Explicou-se o passo a passo para acessar o site e utilizar a ferramenta, ressaltando-se que, diferentemente das demais plataformas discutidas, o Gamma envolve etapas adicionais de configuração.

Figura 133: Algumas apresentações criadas com o Gamma

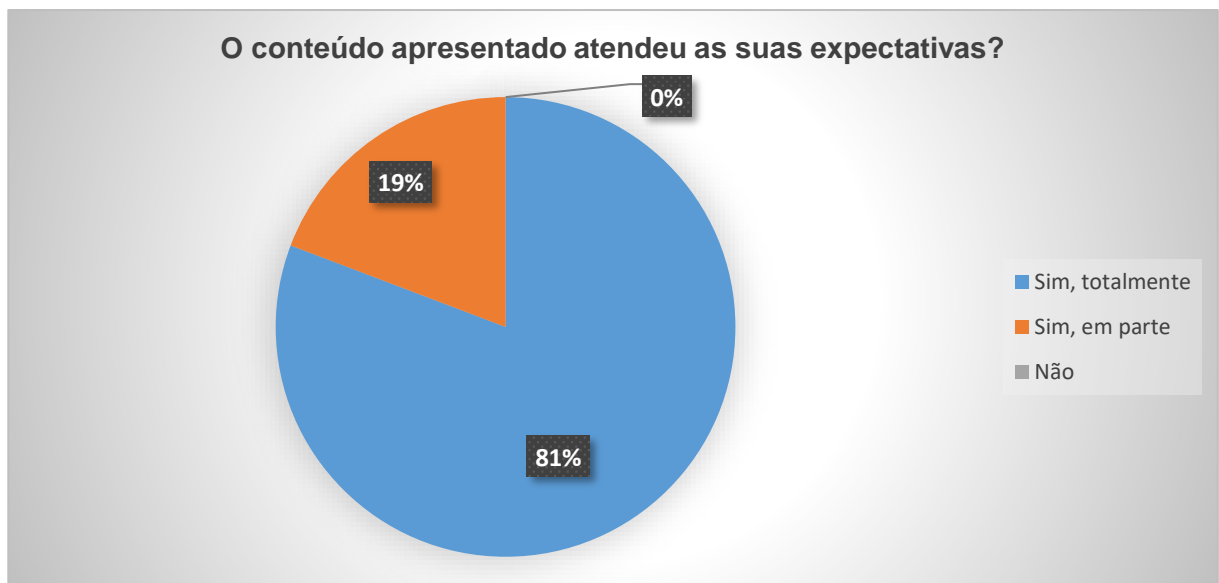


Fonte: Captura de tela feita pelo autor, 2024

Nessa etapa, surgiram questionamentos sobre a possibilidade de editar e compartilhar as apresentações geradas. Esclareceu-se que o Gamma possibilita tanto a alteração de informações no próprio site quanto a exportação para programas externos, como o PowerPoint, permitindo uma flexibilidade no uso e na colaboração. Entre todas as ferramentas apresentadas, essa foi a que mais entusiasmou os professores, surpreendendo-os pela rapidez e qualidade dos resultados obtidos.

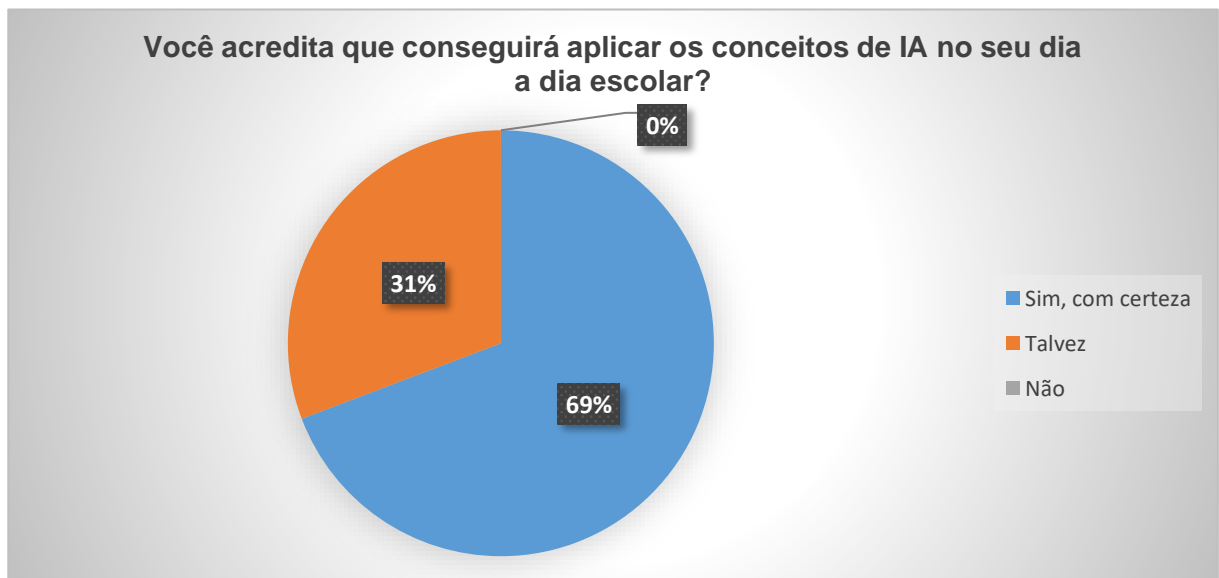
Ao término da formação, solicitou-se aos participantes o preenchimento de um formulário de avaliação, no qual deveriam atribuir o grau de relevância do conteúdo para sua prática pedagógica e indicar a viabilidade de aplicação dos conceitos abordados em seu cotidiano escolar. Os resultados obtidos estão apresentados a seguir:

Gráfico 14: Pergunta 1 sobre a formação ministrada



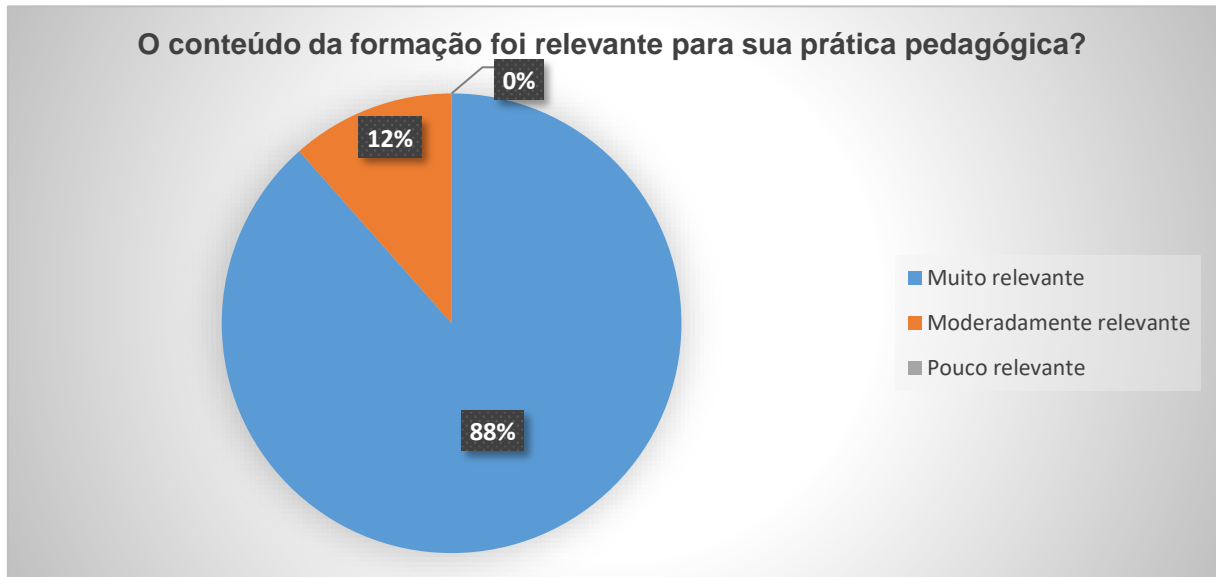
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Gráfico 15: Pergunta 2 sobre a formação ministrada



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Gráfico 16: Pergunta 3 sobre a formação ministrada



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Conforme ilustram os Gráficos 2 e 3, a maioria dos participantes avaliou positivamente a relevância do tema da formação, bem como a possibilidade de aplicar os conceitos discutidos em sala de aula. Alguns também sugeriram a realização de novos encontros, visando a apresentação de outras funcionalidades das IAs ou de ferramentas adicionais que pudessem ser úteis ao contexto escolar.

Algumas semanas após a formação, convidou-se os professores participantes a relatar se passaram a utilizar inteligências artificiais em suas rotinas pedagógicas. Em caso afirmativo, solicitou-se que descrevessem os benefícios percebidos a partir desse uso. A seguir, apresentam-se alguns desses depoimentos:

Professor 1: “Me ajudou muito na preparação de provas, eu precisava criar uma prova para 4 séries diferentes com 10 questões cada, então eu teria que procurar em livros os conteúdos e criar 40 questões diferentes. Com o ChatGPT eu só precisei pedir as questões da forma como eu queria e depois formatar o texto.”

Professor 2: “O Gamma me ajudou muito a criar slides, antes eu só utilizava o Canva, mas a praticidade do Gamma já me fez criar 3 e-mails para continuar a criar as apresentações.”

Professor 3: “No decorrer desse ano me ajudou muito com os planejamentos, principalmente com os planejamentos das trilhas do novo Ensino Médio. Eu costumava passar umas quatro horas pra poder fazer o planejamento semanal, e depois que comecei a usar as IAs, eu agora consigo fazer em uns 40 minutos.”

Professor 4: “Tem me ajudado muito com a economia do tempo. Fazer os planejamentos, criar atividades, criar slides, ficou tudo mais fácil e mais rápido. Nesse simulado mesmo, eu tinha criado 5 questões, mas depois me falaram que eram 10, eu só precisei pedir mais 5 a IA sobre aquele mesmo tema pra conseguir terminar”.

Professor 5: “Me ajudou muito com a organização das ideias para os projetos que eu queria fazer na escola. Eu muitas vezes tinha a ideia inicial, mas não conseguia organizar direitinho como fazer, então eu jogava no ChatGPT e pedia pra ele organizar”.

Conforme se pôde observar, propiciar um momento prático para que os professores experimentassem as ferramentas, em vez de apenas apresentá-las teoricamente, mostrou-se extremamente benéfico. A partir desses testes, foi possível detalhar as limitações específicas de cada IA e sugerir tarefas que podem ser executadas com cada uma, orientando os docentes na escolha daquela que melhor se adapta às suas necessidades cotidianas.

Nas semanas subsequentes, constatou-se que os professores continuaram compartilhando suas descobertas e resultados obtidos, discutindo entre si qual IA melhor atendia às demandas específicas de suas disciplinas e atividades. Essa troca de experiências reforçou a incorporação das ferramentas ao cotidiano escolar.

Assim, o objetivo proposto para a formação foi efetivamente alcançado. Demonstrou-se aos professores as vantagens da utilização de IAs e esclareceu-se as principais dúvidas referentes ao tema. Como resultado, observou-se que os participantes incorporaram gradativamente essas ferramentas ao seu cotidiano, propiciando economia de tempo, ampliação de materiais didáticos e maior interatividade nas aulas.

## 7. DESAFIOS E LIMITAÇÕES

Assim como qualquer ferramenta, a utilização de inteligências artificiais possui pontos positivos e negativos, e isso vale tanto para a ferramenta em si, quanto para o usuário. Já vimos que as IAs geram resultados com base nos seus respectivos treinamentos e na sua base de dados, e isso faz com que elas possam gerar resultados tendenciosos ou que não condizem com a realidade. Contudo, os desafios da sua utilização podem ir muito mais além, ferindo questões éticas e gerando até dependência da ferramenta.

Embora o conceito de plágio não seja algo novo no mundo acadêmico, ele se tornou mais comum e mais fácil com o uso de IAs, visto que como os resultados são “gerados” e não copiados de algum artigo ou fonte similar, pesquisadores ou escritores, podem fazer uso de alguma IA para gerar conteúdos e posteriormente afirmar que é de sua autoria. E mesmo havendo outras ferramentas que podem analisar se uma obra foi feita por uma IA ou não, elas não são 100% precisas, podendo se tornar difícil a identificação.

### 7.1. As IAs e a criação de fake news

Segundo Allcott e Gentzkow (2017, apud Delmazo e Valente, 2018, p. 4) podemos definir uma *fake news* como “artigos noticiosos que são intencionalmente falsos e aptos a serem verificados como tal, e que podem enganar os leitores”. E embora não se trate de um problema novo, sua disseminação vem aumentando com o passar do tempo e sua criação pode ser facilitada através do uso de IAs.

Um dos grandes benefícios – e também um dos grandes desafios – da era digital é a facilidade com que informações podem ser compartilhadas, sejam elas verdadeiras ou não. Atualmente, tecnologias como as inteligências artificiais permitem criar vídeos e áudios altamente realistas, capazes de imitar vozes e rostos de forma tão convincente que, em alguns casos, é extremamente difícil distinguir o conteúdo falso do original. Embora essas ferramentas tenham inúmeras aplicações positivas, elas também podem ser usadas para espalhar desinformação ou até mesmo criar evidências falsas.

Um exemplo que podemos destacar é a foto do Papa Francisco vestindo um casaco de grife, que viralizou nas redes sociais em 2023. Apesar de ter sido criada pelo programa *Midjourney*<sup>13</sup>, a imagem parecia tão autêntica que chegou a se tornar capa do site Globo.com (PUC-SP, 2023). Outro caso relevante foi apresentado em um estudo publicado na revista *Science*, onde um experimento envolveu 700 participantes para avaliar se eles conseguiam identificar se uma notícia havia sido criada por uma IA ou por um ser humano (Fast Company, 2023).

Os resultados do experimento mostraram que 92% dos participantes reconheceram a desinformação em conteúdos criados por humanos. No entanto, 11% acreditaram que o conteúdo falso gerado por IA era verdadeiro. Os pesquisadores não conseguiram determinar exatamente por que a desinformação gerada por IA parecia mais convincente, mas suspeitam que isso esteja relacionado à maneira como as inteligências artificiais estruturam as frases, tornando-as mais coesas e persuasivas (Fast Company, 2023).

Além disso, estudos como os de Valle et al. (2024) e Silva e Américo (2024) destacam a preocupação com o impacto que essas notícias podem ter sobre a população. As ferramentas baseadas em inteligência artificial tornaram a criação de fake news muito mais rápida, e, devido à velocidade com que as informações são disseminadas nas redes sociais, sua propagação pode atingir proporções alarmantes. Esse problema é especialmente crítico em períodos eleitorais, como apontam grandes veículos de comunicação, incluindo a BBC (2024) e a CNN (2024).

Embora ainda seja possível encontrar erros em conteúdos gerados por IA – como imagens com seis dedos, membros em posições estranhas ou rostos desconexos com os corpos –, essas falhas estão se tornando cada vez menos perceptíveis. Segundo a BBC (2024), os resultados gerados por IA estão evoluindo rapidamente, tornando essencial a qualificação de profissionais e o aprimoramento de mecanismos para identificar o uso de IA em áudios e imagens, garantindo maior segurança contra a desinformação.

---

<sup>13</sup> Outra IA capaz de gerar imagens realistas.

## 7.2. Dependência no uso de IAs

Ao longo da história, o desenvolvimento de ferramentas que facilitam o trabalho humano foi essencial para nosso progresso. E cada vez mais vem sendo criadas tecnologias e ferramentas que podem nos auxiliar tanto no trabalho, quanto em tarefas domésticas. De acordo com Polke (1983, p.3)

A tecnologia resulta da aplicação da ciência à produção industrial. Compreende um conjunto de conhecimentos necessários para a transformação de fatores de produção em produtos, bem como a utilização de conhecimentos para modificar processos ou para prestar serviços.

E como ferramenta tecnológica podemos destacar desde as mais simples, como uma calculadora, até as mais complexas como uma IA generativa. Estas por sua vez tem ganhado cada vez mais usuários com o passar do tempo. Só o ChatGPT alcançou a marca de 100 milhões de usuários em apenas dois meses após seu lançamento (UFRGS, 2023) e segundo a CNN (2024) em uma entrevista com a OpenAI, a empresa afirmou que em 2024 o ChatGPT já possui mais de 200 milhões de usuários ativos semanalmente.

Com tantas pessoas utilizando essas ferramentas se torna fácil fazer pesquisas para saber os riscos e efeitos que essas ferramentas trazem para os usuários. E os principais riscos encontrados vão desde a diminuição de criatividade até a dependência da ferramenta para se executar quaisquer tarefas. Podemos tomar como exemplo uma matéria escrita pela revista Forbes (2024) que entrevistou 2.000 profissionais nos Estados Unidos buscando entender como eles utilizavam o ChatGPT no trabalho. Segundo a Forbes (2024), 36% dos entrevistados sentem culpa por utilizar uma IA no trabalho, 18% afirmaram que esse uso diminuía a sua criatividade e 33% mostraram preocupação por acabar dependendo demais da IA.

Outro resultado que podemos destacar é o do estudo conduzido pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) que utilizou dois grupos de estudantes para a criação de quatro documentos administrativos, dois ofícios, uma ata e um memorando. O primeiro grupo (Grupo A) deveria executar as tarefas apenas utilizando



o Google Docs, sem a utilização do ChatGPT, enquanto que o segundo grupo (Grupo B) iria utilizar o ChatGPT para algumas das tarefas (Sousa, Reis e Moura, 2024). E posteriormente os documentos seriam avaliados e seria atribuída uma nota de 0 a 10 segundo os critérios estabelecidos.

O grupo B teve auxílio do ChatGPT para fazer o Ofício 1, a ata e o memorando, e segundo Sousa, Reis e Moura (2024), o Grupo B obteve uma nota superior aos alunos do Grupo A, que não tiveram auxílio do ChatGPT para executar as tarefas, em três das quatro tarefas propostas. Onde a única tarefa em que os alunos do Grupo B obtiveram a nota mais baixa foi naquela em que eles não podiam utilizar a IA, e esta foi solicitada aos estudantes depois da elaboração dos documentos anteriores.

*Tabela 1: Resultado dos dois grupos participantes da pesquisa*

**Tabela 9: média de cada documento redigido de cada grupo**

<b>Média dos Documentos Redigidos</b>				
<b>Grupo</b>	<b>Ofício 1</b>	<b>Ofício 2</b>	<b>Ata</b>	<b>Memorando</b>
Grupo A	4,17	2,94	2,67	2,33
Grupo B	6,58	2	4,5	5,33

*Fonte: Repositório UFPE, 2024*

Essa situação evidencia a complexidade do aprendizado dos alunos, principalmente no que diz respeito à aplicação prática do conhecimento adquirido. A diferença nas médias do Ofício 1 e do Ofício 2 do Grupo B mostra que, apesar de começarem com uma nota alta, a dependência da ferramenta resultou em dificuldades para os alunos gerenciarem suas redações de forma autônoma (Sousa, Reis e Moura, 2024, p. 20).

São resultados como esses que tornam importante haver uma formação e preparo para as pessoas que irão utilizar essas ferramentas, pois muitos ainda são resistentes as mudanças tecnológicas e outros acabam querendo que as IAs façam todo o trabalho. Além disso, em algumas áreas de atuação acompanhar e saber utilizar as novas tecnologias pode ser um fator importante para continuar atuando na área.

### 7.3. Problemas éticos

A questão ética no uso de inteligências artificiais é uma preocupação que vem crescendo conforme aumentam os números de usuários e as ferramentas vão sendo integradas em diversas áreas da sociedade. Segundo Modesto (2023) as principais preocupações com a ética do uso de IAs são: privacidade, confidencialidade e anonimato, limitações dos dados e viés algorítmico, informações sobre o funcionamento dos sistemas, as implicações das IAs no processo de ensino e aprendizagem, entre outras.

Embora as IAs não coletem dados pessoais, sobre as interações e histórico de uso dos usuários (OpenAI, 2024) e (Microsoft, 2024). Pelo fato das IAs trabalharem com acesso a um grande volume de dados, é essencial que as informações sensíveis dos usuários sejam protegidas contra vazamentos ou usos indevidos. Além disso, se faz necessário o uso crítico das ferramentas visto que em trabalhos como o de Prates et al. (2018) foram encontrados uma tendência de resposta de padrões masculinos para as respostas de uma ferramenta simples, o Google Tradutor.

No artigo, os autores escolheram linguagens neutras para serem traduzidas para o inglês, ou seja, as frases estavam escritas originalmente em idiomas que não possuem distinção de gênero. Foram testadas profissões e adjetivos para comparar as traduções da ferramenta, e quando eram postas profissões relacionadas a áreas da saúde e alimentação o tradutor entregava resultados como “she’s a nurse” ou “she’s a baker”, enquanto que para profissões relacionadas a Matemática ou a gestão de empresas, os resultados eram “he is a engineer” ou “he’s a CEO” (Prates et al. 2020). E quando foram testados os adjetivos, para palavras como *shy* (tímido) e *happy* (feliz), a maior parte das traduções associava a pronomes femininos, enquanto que palavras como *brave* (bravo) e *guilty* (culpado) as traduções apontavam em sua maioria para pronomes masculinos (Prates et al, 2018)

Outro problema que surge com a utilização das inteligências artificiais é o de direitos autorais. Se uma IA escreve um livro, por exemplo, quem pode ser considerado o autor, o modelo ou o usuário que deu o prompt? Antes de abordar pesquisas sobre esse tema, vamos fazer a pergunta as IA’s apresentadas neste trabalho e vamos ver o resultado.

**Prompt:** Se uma IA cria uma música e esta música é publicada, quem é o autor a IA ou a pessoa que deu o comando?

**ChatGPT:** A questão da autoria de uma música criada por uma Inteligência Artificial (IA) é complexa e envolve tanto aspectos legais quanto filosóficos. O autor de uma obra é geralmente definido como a pessoa ou entidade que cria a obra, e a legislação de direitos autorais pode variar de acordo com o país. A seguir, apresento algumas perspectivas sobre o assunto:

1. Pessoa que deu o comando (o usuário): Em muitos casos, quem dá o comando à IA para criar a música pode ser considerado o autor da obra, pois foi essa pessoa que orientou a IA sobre o que deveria ser criado, determinando a ideia, estilo ou parâmetros de composição. Se a IA está apenas executando a tarefa conforme instruções, o usuário que fornece esses comandos pode ser considerado o responsável pela autoria. Isso é mais relevante quando a IA é usada como uma ferramenta criativa, ou seja, o indivíduo está dirigindo o processo criativo.
2. A IA como criadora: A outra possibilidade é que a IA sendo o agente criativo, seja considerada a "criadora" da música. No entanto, atualmente, as legislações de direitos autorais não reconhecem máquinas ou softwares como autores, já que a autoria é tradicionalmente atribuída a seres humanos. A IA, por mais avançada que seja, não possui personalidade jurídica para ser tratada como autora no sentido legal, e sua capacidade de "criação" é vista mais como uma execução de algoritmos do que uma expressão de criatividade independente.

**Copilot:** A questão da autoria de obras criadas por inteligência artificial (IA) é um tópico complexo e em constante evolução. Em muitos países, as leis de direitos autorais ainda estão se adaptando para lidar com essa nova realidade. Atualmente, a resposta depende de várias considerações legais e jurisdicionais:

#### Perspectiva Geral

1. Autor Humano: Em muitos sistemas legais, os direitos autorais são concedidos a seres humanos. Se uma pessoa utiliza uma IA para gerar uma música, essa pessoa pode ser considerada a autora da obra, pois ela teve a intenção criativa

e tomou as ações necessárias para criar a música, mesmo que a IA tenha executado a parte técnica do trabalho.

2. IA como Ferramenta: Em muitos casos, a IA é vista como uma ferramenta que facilita o processo criativo, semelhante a um instrumento musical ou um software de edição. Portanto, quem opera a IA e define os parâmetros para a criação é considerado o autor.

#### Exemplos de Jurisdições

- Estados Unidos: O Escritório de Direitos Autorais dos EUA tem se mostrado relutante em conceder direitos autorais a obras criadas inteiramente por máquinas. Eles normalmente requerem um elemento de criação humana.
- União Europeia: Similarmente, a legislação europeia tende a favorecer a atribuição de direitos autorais a humanos, mas continua a discutir e evoluir sobre essa questão.

**Gemini:** “A questão da autoria de obras criadas por inteligência artificial (IA) é um dos grandes desafios jurídicos da era digital, e a música não é exceção.

A legislação de direitos autorais, em geral, está desenhada para proteger a criação humana. A IA, por não ser uma pessoa, não se encaixa diretamente no conceito tradicional de autor. No entanto, a complexidade aumenta quando consideramos o papel do ser humano no processo criativo.

Quem seria o autor em uma música gerada por IA?

- A IA: A IA é a ferramenta que gera a música, mas ela não possui a capacidade de tomar decisões criativas de forma autônoma.
- A pessoa que deu o comando: É quem define os parâmetros e as diretrizes para a criação da música. Mas, até que ponto essa pessoa pode ser considerada o autor?

A legislação ainda busca respostas

A maioria das legislações de direitos autorais não está preparada para lidar com essa nova realidade. Atualmente, a tendência é considerar que:

- A IA não é autora: A criação da IA é vista como um resultado, e não uma obra original no sentido jurídico.
- O ser humano tem um papel fundamental: A pessoa que programa a IA, define os parâmetros e toma as decisões criativas é quem detém os direitos autorais.

No entanto, existem nuances e debates em torno do tema:

- Nível de intervenção humana: Quanto mais personalizada e específica for a intervenção humana, maior será o reconhecimento da autoria.
- Originalidade da obra: Se a IA gerar uma obra verdadeiramente original e inovadora, a questão da autoria se torna ainda mais complexa.
- Coautoria: Em alguns casos, pode-se considerar a existência de coautoria entre o ser humano e a IA, embora essa seja uma figura jurídica ainda pouco explorada.”

Como pode ser visto pelos resultados apresentados pelos modelos e em concordância com Rocha et al. (2022) e Ramos et al. (2018), o Brasil ainda não possui uma legislação de direitos autorais que engloba obras desenvolvidas por sistemas de inteligência artificial, e os autores defendem que deve existir uma mudança na legislação. Pois segundo o artigo 11 da Lei n. 9610/1998: “Autor é a pessoa física criadora de obra literária, artística ou científica. Parágrafo único. A proteção concedida ao autor poderá aplicar-se às pessoas jurídicas nos casos previstos nesta Lei” (BRASIL, 1998b, art. 11), ou seja, se faz necessário incluir a autoria de não humanos.

Nesse sentido, Ramos et al. (2018) separa em dois grupos os trabalhos produzidos por uma inteligência artificial:

Quadro 2: Grupos de trabalhos produzidos por uma IA

Grupo 1: A IA como uma ferramenta	Grupo 2: A IA como criador autônomo
O usuário estabelece parâmetros e requisitos para a criação da obra	O trabalho é aleatório e não sofre interferência humana
São oferecidos os materiais necessários para o desenvolvimento do projeto	
O sistema atua apenas na criação do trabalho pré-estabelecido	
Conclusão: o autor é o ser humano	Conclusão: a obra é de domínio público

*Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ramos et al, 2024.*

Note que como uma IA não pode ser considerada uma pessoa física e nem jurídica, a obra criada de forma autônoma por uma IA não estaria protegida pela legislação autoral, caindo assim em domínio público (Ramos et al, 2018).

Dessa forma, em um projeto ou atividade criado como sugerido neste trabalho, com parâmetros estabelecidos pelos professores, com a revisão do conteúdo e das respostas geradas sendo feitas normalmente pelos docentes, podemos então inferir que não haveria prejuízo de autoria para os professores, sendo eles considerados os autores das obras.

Portanto, temos que a implementação da IA na educação também apresenta desafios e limitações que precisam ser cuidadosamente considerados. Questões éticas, como plágio, a privacidade, segurança dos dados dos alunos e o viés algorítmico das IAs demandam uma atenção maior. Além disso, é fundamental evitar a dependência tecnológica e garantir que a IA seja utilizada como uma ferramenta de apoio ao professor, e não como um substituto. A formação continuada de professores e a criação de políticas públicas claras para o uso responsável e ético da IA são essenciais para que essa tecnologia possa contribuir de forma efetiva para a melhoria da qualidade da educação.

## 8. CONCLUSÃO

Neste estudo, investigamos o uso de inteligências artificiais generativas no ensino de Matemática, com ênfase em sua aplicação por professores da Educação Básica. Ao longo da pesquisa, analisamos as funcionalidades das ferramentas

ChatGPT, Microsoft Copilot e Gemini, identificando suas potencialidades, limitações e impacto na prática docente. Os resultados indicam que tais tecnologias têm um papel promissor na otimização de estratégias pedagógicas, facilitando a elaboração de materiais didáticos, a personalização do ensino e o suporte às necessidades individuais dos estudantes.

Observamos, ainda, que a familiarização dos professores com as IAs reduz o receio inicial em relação ao seu uso, promovendo um ambiente mais favorável à experimentação e à integração dessas ferramentas ao cotidiano escolar. Além disso, a análise comparativa demonstrou que o ChatGPT se destacou em termos de versatilidade e clareza nas respostas, seguido pelo Copilot, que apresentou melhorias significativas ao longo do estudo. O Gemini, por sua vez, mostrou-se mais adequado para explicações estruturadas, apesar de algumas limitações na formatação de expressões matemáticas.

Entretanto, é fundamental reconhecer que as IAs ainda apresentam limitações técnicas e conceituais. Durante os testes, identificamos inconsistências em determinados cálculos e dificuldades na interpretação de problemas mais complexos, o que reforça a necessidade de um uso crítico dessas ferramentas. Além disso, questões éticas e regulatórias emergem como desafios relevantes, indicando a urgência de diretrizes claras para seu uso na educação, tanto do ponto de vista da segurança dos dados quanto da responsabilidade na geração de conteúdo.

Nesse contexto, o papel do professor permanece insubstituível. As IAs podem atuar como facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem, mas sua efetividade depende da mediação docente, da compreensão crítica de seus resultados e de sua integração com abordagens pedagógicas bem fundamentadas. A capacitação docente, portanto, deve ser incentivada, garantindo que os professores estejam aptos a explorar tais tecnologias de maneira eficiente e reflexiva.

Por fim, este estudo contribui para o debate sobre a inserção da IA na educação ao oferecer uma análise detalhada de suas potencialidades e limitações. Espera-se que futuras pesquisas aprofundem as implicações do uso dessas ferramentas em sala de aula, considerando aspectos didáticos, psicológicos e sociais. O desenvolvimento contínuo das IAs e a adaptação das práticas pedagógicas poderão, a longo prazo, contribuir para uma educação mais inovadora e alinhada às demandas do século XXI.

## REFERÊNCIAS

- [1] Machine Learning. **SAS**, 2024. Disponível em: <[https://www.sas.com/pt\\_br/insights/analytics/machine-learning.html](https://www.sas.com/pt_br/insights/analytics/machine-learning.html)>. Acesso em 07 de julho de 2024.
- [2] PAULISE, I. Profissionais da Geração Z se sentem culpados por usar ChatGPT no trabalho. **Forbes**, 26 de março de 2024. Disponível em: <<https://forbes.com.br/carreira/2024/03/profissionais-da-geracao-z-se-sentem-culpados-por-usar-chatgpt-no-trabalho/>>. Acesso em 13 de out. de 2024.
- [3] BOWEN, A. J; WATSON, C. E. **Teaching with AI**: A practical guide to a new era of human learning. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2024.
- [4] TAVARES, L. A; MEIRA, M. C; AMARAL, S. F. Inteligência Artificial na Educação. **Braz. J. of Develop**. Curitiba, v. 6, n. 7, p. 48699-48714, jul. 2020.
- [5] PICÃO, F. F. et al. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO: COMO A IA ESTÁ MUDANDO A MANEIRA COMO APRENDEMOS E ENSINAMOS. **Revista Amor Mundi**, Santo Ângelo, v. 4, n. 5, p. 197-201, 2023.
- [6] SEMENSATO, M. R; FRANCELINO L. A; MALTA, L. S. O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA. **Revista Cesuca Virtual: conhecimento sem fronteiras**, Cachoeirinha, v.2, n.4, Ago/2015.
- [7] GAVIDIA, J. J. Z; ANDRADE, L. C. V. **Sistemas Tutores Inteligentes**, Rio de Janeiro, junho, 2003.
- [8] UNESCO. Currículos de IA para a educação básica: um mapeamento de currículos de IA aprovados pelos governos. Paris: **Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura**, 2022.
- [9] HOSAKI, G. Y; RIBEIRO, D. F. Deep Learning: Ensinando a aprender. **Revista de Gestão e Estratégia**, vol. 3, nº 1, 2021.
- [10] UNESCO. Recomendações sobre a Ética da Inteligência Artificial. Paris: **Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura**, 2022.
- [11] SANTOS, P. C. K. **IA generativa na educação Matemática: Explorando o ChatGPT em questões do nível 1 da Olimpíada de Matemática da UNEMAT**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Faculdade De Ciências Exatas E Tecnológicas, Universidade Do Estado De Mato Grosso. Sinop, 2023.
- [12] LIMA, R.V; SOUSA, E. F. P; SITKO, C. M. Metodologias ativas de ensino e aprendizagem: Sala de aula invertida, instrução por colegas e júri simulado no ensino de Matemática. **Research, Society and Development**, v. 10, n.5, 2021.



- [13] O que é aprendizado por reforço (Reinforcement Learnig). **Didática Tech**, 2024. Disponível em < <https://didatica.tech/introducao-a-aprendizado-por-reforco/>>. Acesso em 30 de out. de 2024.
- [14] ChatGPT Official Documentation. **OpenAI**, 2023. Disponível em: <<https://openai.com>>. Acesso em 19 de outubro de 2024.
- [15] Smith, A., & Johnson, B. (2021). Evaluating AI Tools in Education: Key Criteria for Success. **Educational Technology Journal**, 35(2), 123-135.
- [16] PREGOWSKA, A. OSIAL, M. O que é uma rede neural e para que serve?. **Para jovens UNESP**, 2022. Disponível em: <<https://parajovens.unesp.br/o-que-e-uma-rede-social-e-para-que-serve/>> Acesso em: 02 novembro de 2024.
- [17] Data Science Academy. **Deep Learning Book**, 2022. Disponível em: <<https://www.deeplearningbook.com.br/>>. Acesso em: 02 nov. de 2024.
- [18] Copilot. **Microsoft**, 2024. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-copilot/learn/?form=MA13FV#faq-group>>. Acesso em: 02 nov. de 2024.
- [19] ARIMATHEA, B. ChatGPT agora tem informações até outubro de 2023. **Terra**, 2024. Disponível em: <<https://www.terra.com.br/byte/chatgpt-agora-tem-informacoes-ate-outubro-de-2023-conheca-o-novo-cerebro-do-chatbot,3f9219a84c8a6f47de535c949ca1e5a9m0uxgnfi.html#:~:text=ChatGPT%20agora%20tem%20informa%C3%A7%C3%B5es%20at%C3%A9,o%20novo%20c%C3%A9rebro%20do%20chatbot>>. Acesso em: 10 nov. de 2024.
- [20] Reuters. ChatGPT agora pode navegar na internet e não está mais restrito a informações até 2021. **G1**, 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2023/09/27/chatgpt-agora-pode-navegar-na-internet-e-nao-esta-mais-restrito-a-informacoes-ate-2021.ghtml>> Acesso em: 10 nov. de 2024.
- [21] ChatGPT anuncia atualização e agora pode pesquisar dados recentes para suas respostas. **O Globo**, 2023. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/economia/tecnologia/noticia/2023/09/27/chatgpt-anuncia-atualizacao-e-agora-pode-pesquisar-dados-recentes-para-suas-respostas.ghtml>>. Acesso em: 10 nov. de 2024.
- [22] SILVEIRA, M. I. Stable Diffusion: como gerar imagens com inteligência artificial. **Alura**, 2024. Disponível em: <[https://www.alura.com.br/artigos/stable-diffusion?srsId=AfmBOoq\\_jDCmXIZUB4vYivdoNj4el9ah4LTBCSNEd8PnSFT83bPpy2li](https://www.alura.com.br/artigos/stable-diffusion?srsId=AfmBOoq_jDCmXIZUB4vYivdoNj4el9ah4LTBCSNEd8PnSFT83bPpy2li)> Acesso em: 10 nov. de 2024.>
- [23] Perguntas frequentes sobre os apps do Gemini. **Google**, 2024. Disponível em: <<https://gemini.google.com/faq?hl=pt-BR>>. Acesso em: 10 nov. de 2024.
- [24] ChatGPT se torna plataforma com crescimento mais rápido da história. **Infabico**, 2023. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/infabico/chatgpt-se>>

torna-plataforma-com-crescimento-mais-rapido-da-historia/> Acesso em 19 nov. de 2024.

- [25] REUTERS. Dona do ChatGPT atinge mais de 1 milhão de usuários corporativos pagos. **CNN**, 2024. Disponível em:<<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/negocios/dona-do-chatgpt-atinge-mais-de-1-milhao-de-usuarios-corporativos-pagos/>>. Acesso em 19 nov. de 2024.
- [26] SOUSA, Gabriel de Oliveira; REIS, Pedro Henrique Barbosa dos. **Ferramenta de Inteligência Artificial (IA) no Secretariado Executivo**: ChatGPT, habilidade ou dependência acadêmica? 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Secretariado Executivo) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024.
- [27] O que é Machine Learning? **Oracle**, 2024. Disponível em:<<https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-machine-learning/>>. Acesso em 19 nov. de 2024.
- [28] Microsoft and OpenAI extend partnership. **Microsoft**, 2023. Disponível em:<<https://blogs.microsoft.com/blog/2023/01/23/microsoftandopenaiextendpartnership/>>. Acesso em 19 nov. de 2024.
- [29] HOLMES, W. BIALIK, M. FADEL, C. **Artificial Intelligence In Education**: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign, Boston, 2019.
- [30] MODESTO, B. N. A. **Ética para uso de Inteligência Artificial na educação superior no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento, Sociedade e Cooperação Internacional do Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares) - Universidade de Brasília, Brasília, 2023.
- [31] BRASIL. **Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998**. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1998b. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9610.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9610.htm)>. Acesso em: 5 dez. 2024.
- [32] ROCHA, U. B; SALDANHA, C. B; PEREIRA, A. S. **Titularidade dos Direitos Autorais nas Criações com Aplicações da Inteligência Artificial**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Fortaleza, 2022.
- [33] RAMOS, J. D. A; SILVA, L. G; PRATA, D. N. Inteligência Artificial e a Lei de Direitos Autorais. **Revista Cereus**, v. 10, n.4, p.137-146, Gurupi, 2018.
- [34] PRATES, M. AVELAR, P. LAMB, L. **Assessing Gender Bias in Machine Translation** – A Case Study with Google Translate. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

- [35] O que é um chatbot? **Oracle**, 2024. Disponível em:  
<<https://www.oracle.com/br/chatbots/what-is-a-chatbot/>>. Acesso em 6 dez. de 2024.
- [36] CORTE, V. D. SANTOS, V. K. CASANOVA, D. **Chatbot baseado em rede neural Long Short-Term Memory (LSTM)**: um estudo de caso baseado no livro William Shakespeare. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.
- [37] KUYVEN, N. L. VANZIN, V. J. B. SILVA, J. L. T. KRASSMANN, A. L. TAROUÇO, L. M. R. Chatbots na educação: uma Revisão Sistemática da Literatura. **Renote**, v.19, nº1, Porto Alegre, 2018.
- [38] SILVA, M. G. MUNIZ, F. J. S. A. ARAÚJO, R. V. S. JÓFILI, Z. M. S. SOUZA, T. J. N. S. Concepções sobre metodologias ativas entre professores da Educação Básica. **Educat**, vol. 1, nº1, 2019.
- [39] Etapas do Machine Learning. **Didatica Tech**, 2024. Disponível em:  
<<https://didatica.tech/etapas-do-machine-learning/>>. Acesso em 07 de julho de 2024.
- [40] BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018.
- [41] BRASIL. Plano Nacional de Educação (PNE). **Lei Federal n.º 10.172, de 9/01/2001**. Brasília: MEC, 2001c.
- [42] DELMAZO, C. VALENTE, J. C. L. Fake News nas redes sociais online: propagação e reações à desinformação em busca de cliques. **Media & Jornalismo**, vol. 18, nº 32, 155-169, 2018.
- [43] POLKE, A. M. A. Subdesenvolvimento, dependência tecnológica e informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 12, nº 2, 3-19, 1983.
- [44] STOKEL, C. Fake news criadas por IA são mais convincentes do que as feitas por humanos. **Fast Company Brasil**, 2024. Disponível em:  
<<https://fastcompanybrasil.com/tech/inteligencia-artificial/fake-news-criadas-por-ia-sao-mais-convincentes-do-que-as-feitas-por-humanos/>>. Acesso em 27 de janeiro de 2025.
- [45] PAIVA, S. Fake News e Inteligência Artificial. **PUC-SP**. Disponível em:  
<<https://www.pucsp.br/puccheck/fake-news-e-inteligencia-artificial>>. Acesso em 27 de janeiro de 2025.
- [46] GOMES, L. As dificuldades para identificar imagens geradas por inteligência artificial nas eleições. **BBC**, 2024. Disponível em:

<<https://www.bbc.com/portuguese/articles/c9x zr4e758lo>>. Acesso em 27 de janeiro de 2025.

- [47] MARACCINI, G. IA pode aumentar a crença em fake news? Estudo responde. **CNN**, 2024. Disponível em: <[https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/ia-pode-aumentar-a-crenca-em-fake-news-estudo responde/#:~:text=Estudo%20responde,-Pesquisadores%20investigaram%20o&text=Um%20novo%20estudo%20liderado%20por,a%20cren%C3%A7a%20em%20manchetes%20falsas.](https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/ia-pode-aumentar-a-crenca-em-fake-news-estudo-responde/#:~:text=Estudo%20responde,-Pesquisadores%20investigaram%20o&text=Um%20novo%20estudo%20liderado%20por,a%20cren%C3%A7a%20em%20manchetes%20falsas.)>. Acesso em 27 de janeiro de 2025.
- [48] VALLE, V. C. L. L.; RUIZ, M. G. F; BUTTNER, M. Fake News, influência na formação da opinião pública e impactos sobre a legitimidade da decisão pública. **A&C - Revista de Direito Administrativo & Constitucional**, Belo Horizonte, v. 24, n. 95, p. 73–97, 2024.
- [49] SILVA, L. S. P; AMÉRICO, M. POLÍTICAS PÚBLICAS DE COMBATE ÀS FAKE NEWS APLICADAS NO BRASIL. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 19, n. 55, p. 81–105, 2024.