



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SERGIPE**

CAMPUS LAGARTO

CURSO BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

REINAN SANTOS DE OLIVEIRA

**ENSINO DE LÓGICA MATEMÁTICA A MODELOS DE IA:
DESENVOLVIMENTO DE UM AGENTE INTELIGENTE INTERATIVO**

LAGARTO

2025

REINAN SANTOS DE OLIVEIRA

ENSINO DE LÓGICA MATEMÁTICA A MODELOS DE IA:
DESENVOLVIMENTO DE UM AGENTE INTELIGENTE INTERATIVO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação
Bacharelado em Sistemas de
Informação do Campus Lagarto do
Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia de Sergipe, como
requisito parcial à obtenção do grau de
bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador: Prof. MSc. Flaygner Matos
Rebouças

LAGARTO

2025

Oliveira, Reinan Santos de.

**O51e Ensino de lógica matemática a modelos de IA: desenvolvimento de um agente inteligente interativo / Reinan Santos de Oliveira. – Lagarto, 2025.
54 f. : il.**

**Monografia (Graduação) – Bacharelado em Sistemas de Informação. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS, 2025.
Orientador: Prof. MSc. Flaygner Matos Rebouças.**

**1. Lógica matemática. 2. Inteligência artificial. 3. Ciência da computação.
4. Linguagem de programação. I. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS. II. Título.**

CDU: 51:004.8

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom da vida e de poder conseguir chegar aos meus objetivos.

Agradeço também a toda a minha família, especialmente aos meus pais que sempre investiram na minha educação, a minha esposa Amanda, por todo amor, companheirismo e por sempre acreditar e me incentivar a conseguir tudo que almejo.

Agradeço ao meu orientador, o professor Flaygner, pela disponibilidade, assistência e todo apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Não esquecendo de todos os professores que passaram conhecimento durante toda essa minha jornada acadêmica no Campus Lagarto, todos foram fundamentais.

E por fim, agradeço também a todos os colegas e amigos com quem troquei conhecimentos, ideias e compartilhei momentos únicos nessa caminhada.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer”.

(Mahatma Gandhi).

RESUMO

A inteligência artificial tem se consolidado como uma ferramenta promissora no apoio à educação, possibilitando o desenvolvimento de soluções inovadoras para o ensino de lógica matemática. Este trabalho propõe a criação de um agente inteligente interativo baseado no modelo GPT, capaz de auxiliar estudantes do ensino fundamental na resolução de problemas de raciocínio lógico. A solução foi desenvolvida utilizando uma integração entre a API do GPT e o WhatsApp, permitindo que os alunos enviem questões de lógica matemática e recebam respostas detalhadas e comentadas. O agente foi treinado com um conjunto de questões padronizadas, seguindo diretrizes pedagógicas alinhadas à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Foram realizados testes para validar a precisão das respostas do modelo, garantindo que o agente se mantivesse dentro do escopo definido e proporcionasse explicações adequadas ao nível de aprendizado dos estudantes. Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade da abordagem proposta, sugerindo que agentes inteligentes podem ser uma alternativa para reforçar o ensino de lógica matemática de forma interativa e acessível.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Lógica Matemática, Ensino de Matemática, GPT, Agente Inteligente, Educação.

ABSTRACT

Artificial intelligence has established itself as a promising tool to support education, enabling the development of innovative solutions for teaching mathematical logic. This work proposes the creation of an interactive intelligent agent based on the GPT model, capable of assisting elementary school students in solving logical reasoning problems. The solution was developed using an integration between the GPT API and WhatsApp, allowing students to send mathematical logic questions and receive detailed and commented answers. The agent was trained with a set of standardized questions, following pedagogical guidelines aligned with the National Common Curricular Base (BNCC). Tests were carried out to validate the accuracy of the model's responses, ensuring that the agent remained within the defined scope and provided explanations appropriate to the students' learning level. The results obtained demonstrated the viability of the proposed approach, suggesting that intelligent agents can be an effective alternative to reinforce the teaching of mathematical logic in an interactive and accessible way.

Keywords: Artificial Intelligence, Mathematical Logic, Mathematics Teaching, GPT, Intelligent Agent, Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Arquitetura da solução	20
Figura 2 - Interface do GPT para receber as instruções	26
Figura 3 - Interface do GPT para upload de arquivos	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Questões de teste para validação do agente inteligente	28
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	Interface de Programação de Aplicação
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EAD	Educação a Distância
GPT	Transformador pré-treinado generativo
IA	Inteligência Artificial
MVP	Produto Mínimo Viável
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PLN	Processamento de Linguagem Natural
RF	Requisitos funcionais
RNF	Requisitos não funcionais
STIs	Sistemas Tutores Inteligentes
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. JUSTIFICATIVA.....	12
3. OBJETIVOS.....	14
3.1. Objetivo Geral.....	14
3.2. Objetivos específicos.....	14
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
4.1 Lógica matemática.....	15
4.2 Inteligência artificial.....	16
4.3 GPT (Generative Pre-trained Transformer).....	17
4.4 Treinamento de modelos de IA.....	18
4.5 Whatsapp.....	19
5. TRABALHOS RELACIONADOS.....	19
6. METODOLOGIA.....	20
7. DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA.....	21
7.1 Sobre o sistema proposto.....	21
7.2. Arquitetura da solução.....	22
7.3. Requisitos do sistema.....	23
7.3.1 Requisitos funcionais (RF).....	24
7.3.2 Requisitos não funcionais (RNF).....	25
7.4. Treinamento do modelo.....	25
8. CONCLUSÃO.....	50
8.1 Trabalhos futuros.....	51
REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) tem se consolidado como uma tecnologia transformadora em diversos setores, incluindo economia, saúde e educação. Como no caso da Georgia State University, nos Estados Unidos, onde foi implementada a plataforma Pounce, baseada em algoritmos de aprendizado de máquina. Essa tecnologia analisa o desempenho acadêmico, frequência e participação dos estudantes, permitindo que os professores recebam alertas sobre aqueles com maior risco de dificuldades acadêmicas. A adoção da plataforma resultou em um aumento de 8% na taxa de graduação e uma redução de 22% na taxa de evasão escolar, demonstrando o impacto positivo da IA no suporte à aprendizagem e na retenção estudantil (PICÃO et al., 2023).

Seu avanço possibilitou o desenvolvimento de ferramentas capazes de automatizar tarefas, personalizar experiências e otimizar processos. No contexto educacional, a IA tem potencial para auxiliar professores na mediação do ensino e no acompanhamento do aprendizado dos estudantes, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade do ensino.

Dentre as aplicações da IA na educação, destaca-se a personalização do ensino, que permite a adaptação dos conteúdos ao nível de conhecimento e às dificuldades individuais de cada aluno. Plataformas como o IBM Watson Education utilizam algoritmos para oferecer trilhas de aprendizado personalizadas, fornecendo materiais específicos com base no desempenho do estudante. Essa abordagem favorece um ensino mais eficiente e adequado às necessidades individuais (PICÃO et al., 2023).

Um outro impacto relevante da IA na educação está no apoio a estudantes com deficiência. Ferramentas que utilizam processamento de linguagem natural e reconhecimento de voz permitem a criação de legendas automáticas para vídeos educacionais, facilitando o acesso ao conteúdo por alunos com deficiência auditiva. Da mesma forma, tecnologias de síntese de voz ajudam estudantes com deficiência visual a converterem textos em áudio, garantindo mais inclusão no ambiente acadêmico (UNESCO, 2023).

A pandemia de Covid-19 acelerou a adoção de tecnologias digitais, intensificando o uso da IA para facilitar processos de ensino e aprendizagem. Projeções indicam que o mercado global de IA ultrapassará 290 bilhões de dólares até 2030, impulsionado pela crescente demanda por soluções tecnológicas inovadoras. No Brasil, o uso de IA na educação tem sido explorado para melhorar o desempenho dos alunos e oferecer novas metodologias de ensino adaptativas. (POLARIS MARKET RESEARCH, 2022)

O desenvolvimento da lógica matemática na educação básica é um fator crucial para a formação de alunos com pensamento crítico e habilidades para resolução de problemas. No entanto, dados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) indicam que apenas 33% dos estudantes brasileiros de 15 anos conseguem resolver questões básicas de raciocínio lógico, e menos de 2% são capazes de solucionar problemas mais complexos. Essa realidade coloca o Brasil entre os últimos colocados no ranking mundial de raciocínio lógico. (O GLOBO, 2024)

Nesse contexto, este trabalho propõe o desenvolvimento de um agente inteligente interativo baseado no modelo GPT, projetado para auxiliar alunos do ensino fundamental na resolução de problemas de lógica matemática. A solução utiliza o WhatsApp como meio de comunicação, permitindo que os estudantes enviem questões e recebam explicações detalhadas e comentadas. O modelo de IA foi treinado com um conjunto de instruções específicas para atuar exclusivamente no ensino da lógica matemática, garantindo que as respostas sejam coerentes e alinhadas às diretrizes pedagógicas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

2. JUSTIFICATIVA

A avaliação da capacidade de aprendizado de máquina em contextos restritivos apresenta-se como uma questão de grande relevância tanto no campo acadêmico quanto no social. No cenário contemporâneo, a crescente aplicação de inteligência artificial (IA) em diversos setores demanda uma análise criteriosa sobre como esses sistemas operam diante de limitações

impostas por dados incompletos, normas regulatórias ou contextos adversos. No campo educacional, os modelos de IA podem ser utilizados, por exemplo, para personalizar o ensino, automatizar tarefas e até mesmo auxiliar no desenvolvimento do raciocínio lógico e matemático entre os estudantes.

Um estudo realizado em nove escolas públicas da Paraíba revelou que os estudantes tiveram uma média de apenas 58% de acertos em testes de lógica matemática e 65% em lógica computacional, demonstrando a necessidade de reforço no ensino dessa habilidade (MATTOS, Giorgia O. et al, 2023).

A integração de modelos de Inteligência Artificial (IA) no processo educacional pode ser uma abordagem promissora para o desenvolvimento do raciocínio lógico entre estudantes. A IA, juntamente com a internet, auxilia professores na mediação, elaboração de planos de aula e correção de provas, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e raciocínio lógico-matemático nos alunos.

Os agentes inteligentes são capazes de obter conhecimento e atuar sobre ambientes de acordo com decisões autônomas, sem a necessidade de intervenção humana constante (Gomes, 2020).

A BNCC (Base Nacional Comum Curricular), relaciona oito competências específicas de Matemática para o ensino fundamental, observando essas competências, esse trabalho busca auxiliar o desenvolvimento do raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo (BNCC).

Diante disso, este estudo prático se justifica pela necessidade de investigar como ensinar lógica matemática a modelos de IA, contribuindo para o avanço acadêmico na área de IA educacional e promovendo soluções que tornem o aprendizado mais acessível e dinâmico.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Desenvolver um agente inteligente interativo baseado em GPT, integrado ao WhatsApp, com o objetivo de auxiliar alunos do ensino fundamental na resolução de problemas de lógica matemática, fornecendo respostas comentadas e alinhadas às diretrizes pedagógicas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), mais especificamente, o desenvolvimento de raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, no âmbito do ensino da matemática para estudantes do ensino fundamental.

3.2. Objetivos específicos

- Investigar a aplicabilidade de modelos de Inteligência Artificial (IA) no ensino de lógica matemática, com foco no desenvolvimento do raciocínio lógico dos estudantes;
- Integrar o agente inteligente ao WhatsApp, tornando a solução acessível e prática para os alunos do ensino fundamental;
- Definir e aplicar critérios de treinamento do modelo GPT, garantindo que suas respostas sejam coerentes e alinhadas ao nível de conhecimento dos estudantes;
- Testar o agente, analisando seu desempenho na resolução de questões de lógica matemática e sua capacidade de oferecer explicações claras e didáticas.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são apresentadas as principais tecnologias e ferramentas fundamentais para o desenvolvimento do tema abordado neste trabalho.

4.1 Lógica matemática

A lógica matemática desempenha um papel crucial no desenvolvimento do raciocínio lógico e na compreensão de conceitos matemáticos pelos alunos do Ensino Fundamental. Segundo Pilate (2021), a introdução de tarefas que abordam conceitos de lógica nas aulas de matemática do nono ano pode estimular o pensamento lógico dos estudantes, facilitando a aprendizagem de conteúdos mais complexos.

Com o avanço tecnológico, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma ferramenta promissora no ensino da lógica matemática. De acordo com Guimarães (2021), o uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), incluindo aplicativos como o WhatsApp, pode auxiliar no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático, proporcionando aos alunos experiências de aprendizagem mais interativas e personalizadas.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece a importância do raciocínio lógico e matemático e define o letramento matemático como a capacidade de formular, empregar e interpretar a matemática em diferentes contextos. Entre as diretrizes estabelecidas, destaca-se o desenvolvimento do pensamento lógico e da capacidade de argumentação matemática, além do estímulo à formulação de conjecturas e resolução de problemas. Além disso, a BNCC enfatiza o uso de tecnologias digitais, promovendo a interatividade no ensino da matemática e incentivando metodologias que favoreçam a autonomia do aluno nesse processo.

Portanto, é fundamental que o ensino da lógica matemática no Ensino Fundamental seja estruturado de maneira gradual e interativa. Como afirma Santos (2018), a resolução de problemas de raciocínio lógico-matemático contribui significativamente para o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos, preparando-os para enfrentar desafios acadêmicos e cotidianos com maior autonomia e competência. Além disso, a BNCC reforça a necessidade de um ensino baseado na argumentação, no uso da tecnologia e na autonomia do estudante, garantindo que o aprendizado da lógica matemática esteja alinhado às diretrizes nacionais para a educação.

4.2 Inteligência artificial

O surgimento da inteligência artificial (IA) remonta aos esforços iniciais no campo da computação, onde matemáticos e cientistas buscaram criar máquinas capazes de simular o pensamento humano. Conforme discutido por Kaufman (2022), o conceito ganhou força nos anos 1950, quando John McCarthy cunhou o termo "inteligência artificial", almejando desenvolver sistemas que pudessem raciocinar, aprender e resolver problemas. Essas iniciativas geraram as bases para a evolução contínua da IA, que hoje se expande para diversos setores, como educação, saúde, indústria e entretenimento.

No campo educacional, De Souza et al. (2024) destacam a aplicação da IA para promover a personalização da aprendizagem. Tecnologias como tutores inteligentes e plataformas de ensino adaptativo permitem que estudantes avancem no seu ritmo e recebam *feedback* direcionado às suas necessidades específicas. Essa abordagem potencializa o engajamento e os resultados de aprendizagem, ao mesmo tempo em que desafia educadores a integrarem essas tecnologias de forma ética e inclusiva.

Cunha dos Santos (2018) destaca os Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) como uma das aplicações mais eficazes da IA na educação. Esses sistemas utilizam modelos computacionais para simular a interação entre aluno e tutor, proporcionando um ambiente de aprendizado mais dinâmico e personalizado. Os STIs desempenham um papel essencial na Educação a Distância (EaD), auxiliando na mediação entre estudantes e professores, oferecendo suporte automatizado e ampliando as possibilidades de contato entre aluno e instrutor.

Além disso, pesquisas como a de Badin et al. (2017) mostraram que sistemas baseados em IA, como o PAT2Math, conseguem adaptar o ensino às necessidades individuais dos alunos, garantindo uma abordagem mais eficiente no aprendizado de conceitos algébricos.

Dessa forma, a IA surge como uma poderosa ferramenta na educação, possibilitando a criação de novos métodos pedagógicos e potencializando o aprendizado, especialmente em áreas como a lógica matemática. No entanto, é essencial que seu uso seja orientado por princípios pedagógicos sólidos, garantindo que essas tecnologias sejam utilizadas para complementar o ensino e não substituir o papel essencial dos educadores.

4.3 GPT (*Generative Pre-trained Transformer*)

O modelo *Generative Pre-trained Transformer* (GPT) representa um avanço significativo no campo do Processamento de Linguagem Natural (PLN). Ele se baseia na arquitetura de redes neurais transformadoras, permitindo que modelos como o GPT-4 compreendam e gerem textos com alta coerência e fluidez. O diferencial do GPT está em seu treinamento prévio em grandes volumes de dados, o que possibilita a geração de respostas contextualmente relevantes.

No contexto educacional, modelos baseados em GPT têm sido explorados para auxiliar na personalização do ensino, permitindo que alunos recebam explicações adaptadas ao seu nível de conhecimento. Além disso, essas tecnologias podem ser aplicadas na automação de tarefas acadêmicas, como a correção de redações e a geração de exercícios, otimizando o tempo dos docentes e aprimorando a experiência de aprendizado. Segundo Oliveira et al. (2023), o uso da inteligência artificial no ensino tem se mostrado promissor, principalmente por sua capacidade de analisar o desempenho dos estudantes e oferecer suporte pedagógico dinâmico e adaptável às necessidades individuais.

Apesar de seu potencial, o uso do GPT na educação também levanta desafios. Conforme Neto (2024), é essencial garantir que esses modelos operem de maneira ética, evitando viés algorítmico e promovendo uma interação confiável entre máquina e estudante. Assim, a implementação do GPT na educação deve ser acompanhada de estratégias para monitoramento e regulação.

Da Silva et al. (2023) alertam para a necessidade de supervisão humana constante, especialmente no que tange à exatidão das respostas geradas por sistemas baseados em IA e à prevenção do plágio acadêmico. Ferramentas como o ChatGPT, ao gerarem conteúdos textuais de maneira automatizada, levantam preocupações sobre autenticidade, originalidade e responsabilidade na produção do conhecimento, exigindo que instituições educacionais desenvolvam diretrizes claras sobre o uso adequado dessas tecnologias.

Um estudo publicado pela Semrush, mostra que em janeiro de 2024, o Chat GPT registrou 2,4 bilhões de acessos globalmente, com o Brasil ocupando a 4ª posição em número de acessos, totalizando 128,7 milhões. (BARROS MELO, 2024). Esses dados evidenciam a ampla aceitação e confiança dos brasileiros no uso do GPT, reforçando sua escolha como ferramenta central neste estudo para promover o ensino de lógica matemática de maneira interativa.

4.4 Treinamento de modelos de IA

Alguns modelos de IA, como o GPT, permitem a construção de agentes para operar em situações restritivas, onde é possível dar instruções por meio de um diálogo, e essas instruções irão mostrar ao agente o caminho que ele deve seguir para aprender determinado assunto. Esse processo de aprendizado ocorre de forma iterativa, com o agente ajustando suas respostas conforme recebe novos dados e feedbacks do usuário.

De acordo com a documentação oficial do GPT, uma funcionalidade importante para aprimorar essa especialização é a possibilidade de fazer upload de arquivos contendo informações relevantes para o treinamento do modelo. Com essa abordagem, o agente pode processar documentos em .pdf, planilhas, bases de dados e outros formatos estruturados, permitindo que o aprendizado seja baseado em um conjunto de conhecimento mais amplo e específico. Isso possibilita que o modelo utilize materiais didáticos selecionados, como livros e exercícios de lógica para o ensino fundamental, assegurando que suas respostas estejam alinhadas ao currículo desejado.

Dessa forma, é possível limitar o modelo para atuar exclusivamente dentro de um determinado escopo, como responder apenas questões

relacionadas à lógica matemática para o ensino fundamental. Além disso, pode-se definir o tipo de linguagem que ele utilizará para se comunicar com o usuário, garantindo um nível adequado de compreensão e interação.

Com essas definições bem estruturadas, o próximo passo é combinar a base de conhecimento pré-existente do GPT com restrições bem definidas e um treinamento direcionado. Isso permite a criação de um agente especializado, capaz de oferecer explicações e resolver problemas de lógica matemática com foco no ensino fundamental.

4.5 Whatsapp

O WhatsApp é a principal plataforma de comunicação no Brasil, desempenhando um papel central tanto em interações pessoais quanto profissionais. De acordo com dados da Statista, em 2024, o aplicativo contava com aproximadamente 147 milhões de usuários no país, representando 93% da população online brasileira.

Além disso, uma pesquisa da Opinion Box revelou que 96% dos usuários acessam o WhatsApp diariamente, destacando sua presença constante na rotina dos brasileiros.

Neste projeto, o WhatsApp é o principal meio de comunicação entre a IA e o usuário, neste caso, um aluno do ensino fundamental.

5. TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, são apresentados estudos e pesquisas relacionadas ao tema deste trabalho, com o objetivo de fundamentar sua relevância. Para isso, foi realizada uma pesquisa exploratória em bases acadêmicas, utilizando palavras-chave como: inteligência artificial e estudo da matemática, inteligência artificial e ensino da matemática, inteligência artificial na educação.

De Carvalho et al. (2019) analisam o uso de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) como recurso didático no ensino da matemática. O estudo destaca que os STI possibilitam a personalização do aprendizado, permitindo que alunos avancem conforme seu ritmo e recebam feedback imediato. Esses

sistemas têm sido implementados com sucesso no ensino fundamental, auxiliando na compreensão de conceitos matemáticos.

Ferrão et al. (2021) investigam a aplicação de agentes inteligentes no ensino online, demonstrando como a IA pode fornecer suporte automatizado a estudantes. O estudo propõe o Modelo *Wizard User*, que utiliza IA para sugerir conteúdos personalizados e melhorar a interação entre alunos e professores. Esse modelo se alinha ao propósito deste trabalho ao explorar formas de otimizar o ensino com tecnologias baseadas em IA.

Guerreiro et al. (2019) discutem a implementação de agentes inteligentes em plataformas educacionais, destacando sua capacidade de adaptação ao perfil dos alunos e a automação do suporte pedagógico. A pesquisa aponta que esses agentes podem ser integrados a ambientes virtuais de aprendizagem, tornando a experiência educacional mais dinâmica e eficaz.

Os estudos analisados demonstram que a IA tem um papel crescente na educação matemática, seja por meio de tutores inteligentes, robótica educativa ou agentes interativos. No entanto, esses estudos não trazem a aplicabilidade do uso do GPT como forma de apoio ao ensino de lógica matemática, o que torna essa pesquisa um diferencial ao propor um agente inteligente interativo integrado ao WhatsApp, visando tornar o ensino mais acessível e alinhado às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

6. METODOLOGIA

Visando a ampliação do conhecimento a respeito de soluções de inteligência artificial para apoio ao ensino da matemática a alunos do ensino fundamental, foi realizada uma pesquisa exploratória utilizando como fonte o Google Scholar e SciELO, pesquisa feita por artigos e trabalhos acadêmicos que abordam o tema mencionado.

No segundo momento, foi desenvolvido um estudo de caso com o objetivo de desenvolver um software como Produto Mínimo Viável (MVP) de

apoio na resolução de questões de lógica para alunos do ensino fundamental, que possibilitou a análise e produziu conhecimento sobre o mesmo.

Dessa maneira, foi possível obter informações suficientes proporcionando uma base sólida para a definição das técnicas, estratégias e arquitetura de software para o desenvolvimento do projeto de software proposto.

Realizada a análise das informações obtidas e a definição da arquitetura da solução, foi construída a lista de requisitos funcionais e não funcionais, a diagramação da arquitetura da solução, a prototipação do MVP proposto, bem como sua implementação, chegando, dessa forma a uma proposta de solução viável, alcançando os objetivos específicos.

7. DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA

Neste capítulo serão apresentadas as etapas do ciclo de vida de construção da solução proposta, bem como o processo de treinamento do modelo de IA e os resultados obtidos com a solução.

7.1 Sobre o sistema proposto

A solução proposta neste trabalho é um agente inteligente interativo, baseado em Inteligência Artificial, que auxilia alunos do ensino fundamental na resolução de questões de lógica matemática.

O funcionamento é simples: o aluno envia uma pergunta de lógica matemática pelo WhatsApp, e a Inteligência Artificial (IA) responde com a solução da questão explicada passo a passo. Dessa forma, o aluno não recebe apenas a resposta final, mas uma explicação detalhada, que mostra como chegar à solução.

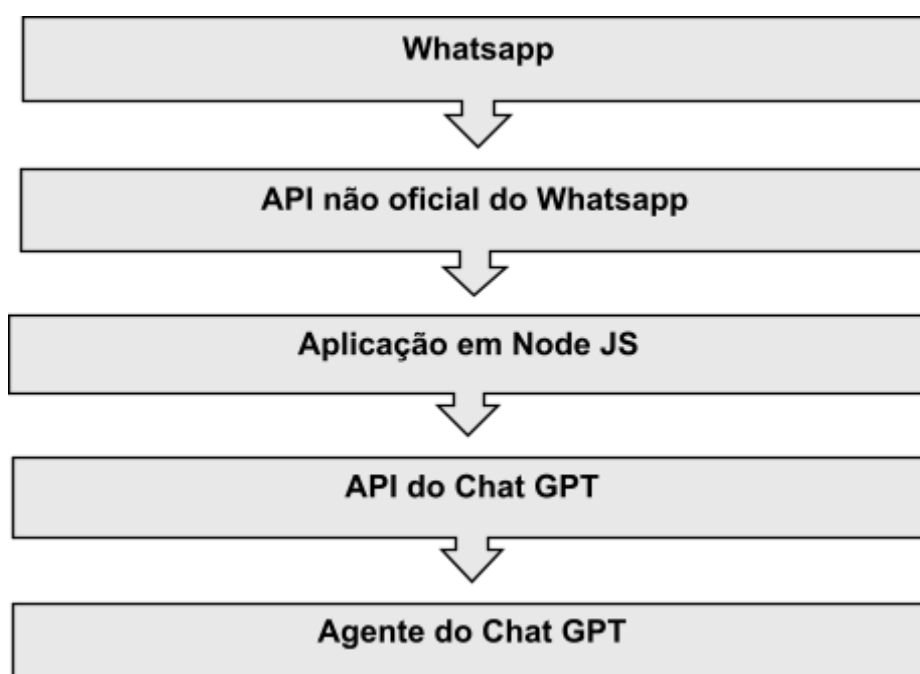
O objetivo é que os alunos consigam aprender raciocínio lógico de forma prática e interativa, utilizando uma plataforma acessível e amplamente utilizada no Brasil. Além disso, o agente responde apenas questões dentro do tema de

lógica matemática, garantindo que as explicações sejam direcionadas para o aprendizado correto.

7.2. Arquitetura da solução

A arquitetura proposta foi desenvolvida para integrar o modelo GPT ao WhatsApp, permitindo a interação entre usuários e um agente de IA especializado em lógica matemática para alunos do ensino fundamental. O fluxo de comunicação entre os componentes do sistema é essencial para garantir a eficiência e a usabilidade da aplicação, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Arquitetura da solução



Fonte: Autoria própria, 2025

A solução é composta por diferentes camadas que trabalham em conjunto para processar as mensagens enviadas pelos usuários via WhatsApp e gerar respostas coerentes por meio do modelo GPT.

Devido às restrições impostas pela API oficial do WhatsApp, optou-se pelo uso de uma API não oficial que permite interagir com o aplicativo de

mensagens. Essa API possibilita a leitura das mensagens recebidas e o envio de respostas automatizadas.

A aplicação principal foi desenvolvida utilizando Node.js, uma plataforma baseada em JavaScript amplamente utilizada para aplicações em tempo real. Essa camada intermedeia a comunicação entre o WhatsApp e a API do Chat GPT, processando as requisições e formatando as respostas.

A API do Chat GPT é responsável por processar as mensagens enviadas pelos usuários, aplicando técnicas de processamento de linguagem natural para gerar respostas coerentes. A comunicação entre a aplicação em Node.js e essa API ocorre via requisições HTTP, garantindo um fluxo de dados eficiente.

O agente do Chat GPT é um modelo treinado para fornecer respostas personalizadas com foco em raciocínio lógico. Ele processa as mensagens recebidas e gera respostas didáticas e interativas, alinhadas ao objetivo da solução. Essas respostas são devolvidas ao usuário pelo whatsapp, gerando uma comunicação direta entre a IA e o usuário.

7.3. Requisitos do sistema

A definição dos requisitos de um sistema é um passo fundamental no processo de desenvolvimento de software, pois estabelece com clareza suas funcionalidades e limitações. De acordo com Sommerville (2011), os requisitos descrevem as ações que o sistema deve executar, os serviços que ele oferece e as restrições que orientam seu funcionamento. Além disso, Pressman e Maxim (2020) destacam que requisitos bem definidos garantem que o software atenda às expectativas dos usuários e funcione conforme o planejado.

7.3.1 Requisitos funcionais (RF)

[RF01]	Enviar questões
Descrição	O sistema deve permitir que o usuário envie questões de lógica matemática pelo WhatsApp.
Prioridade	Alta

[RF02]	Fornecer respostas explicativas
Descrição	O agente deve fornecer respostas comentadas e detalhadas, explicando o raciocínio por trás da solução.
Prioridade	Alta

[RF03]	Restringir o escopo
Descrição	O sistema deve restringir as respostas apenas a temas de lógica matemática do ensino fundamental.
Prioridade	Alta

[RF04]	Integrar com API do WhatsApp
Descrição	O sistema deve garantir a comunicação fluida entre o chatbot e os usuários por meio da API do WhatsApp.
Prioridade	Alta

7.3.2 Requisitos não funcionais (RNF)

[RNF01]	Compatibilidade
Descrição	O sistema deve ser acessível via dispositivos móveis de diferentes plataformas.
Prioridade	Alta

[RNF02]	Tempo de resposta
Descrição	O agente deve fornecer respostas com tempo médio inferior a 30 segundos.
Prioridade	Alta

[RNF03]	Segurança
Descrição	A comunicação deve ser criptografada para garantir a privacidade dos dados dos alunos.
Prioridade	Alta

7.4. Treinamento do modelo

O agente inteligente baseado no modelo GPT integrado ao Whatsapp foi treinado para atuar exclusivamente como um assistente especializado em lógica matemática para crianças e adolescentes do ensino fundamental. O objetivo desse agente é fornecer respostas comentadas e adequadas dentro de um conjunto de tópicos pré definidos, garantindo um ambiente de aprendizado direcionado e eficiente.

A primeira etapa do desenvolvimento consistiu na definição do escopo de atuação do agente. Para isso, foi estabelecida uma instrução restritiva que delimita sua função e comportamento. A diretriz programada para o modelo foi a seguinte:

"Você é um assistente especializado em lógica matemática para crianças e adolescentes. Utilize uma linguagem que seja de fácil entendimento para esse público-alvo. Sua função é responder apenas perguntas sobre lógica matemática dos seguintes tópicos:

1. Raciocínio Lógico Matemático

Foca na estruturação do pensamento e na solução de problemas matemáticos.

- *Sequências e padrões → Identificação de padrões numéricos e geométricos.*
- *Operações lógicas → Uso de somas, subtrações e outras operações para resolver desafios.*
- *Quebra-cabeças matemáticos → Problemas que exigem cálculos e estratégias.*
- *Desafios algébricos simples → Uso de incógnitas e relações para encontrar respostas.*
- *Problemas de lógica matemática → Questões que envolvem dedução e raciocínio.*

2. Raciocínio Lógico Verbal

Trabalha a organização de ideias e a interpretação de textos.

- *Ordenação de frases → Montar histórias ou sentenças de forma lógica.*
- *Relações entre palavras → Jogos de sinônimos, antônimos e associação de ideias.*
- *Enigmas e charadas → Desafios que exigem interpretação e pensamento dedutivo.*
- *Histórias com lacunas → Preenchimento de espaços vazios de maneira lógica.*
- *Criação de sequências narrativas → Atividades que exigem a organização coerente de eventos.*

3. Raciocínio Lógico Computacional

Prepara os alunos para o pensamento algorítmico e programação.

- Sequências e comandos → Organização de instruções passo a passo.
- Fluxogramas e diagramas de decisão → Representação de processos lógicos.
- Soluções baseadas em regras → Identificação de padrões lógicos para resolver problemas.
- Criação de algoritmos simples → Instruções para resolver desafios do dia a dia.

4. Raciocínio Lógico Dedutivo e Indutivo

Foca na capacidade de inferência e tomada de decisões com base em informações.

- Desafios de verdadeiro ou falso → Análise de premissas e conclusões.
- Problemas de lógica clássicos → Como os desafios de "Quem mora na casa azul?".
- Soluções baseadas em evidências → Análise de pistas para encontrar respostas.
- Brincadeiras de "Quem sou eu?" → Dedução de características com base em perguntas.

5. Raciocínio Criativo e Estratégico

Estimula o pensamento fora da caixa e a tomada de decisões estratégicas.

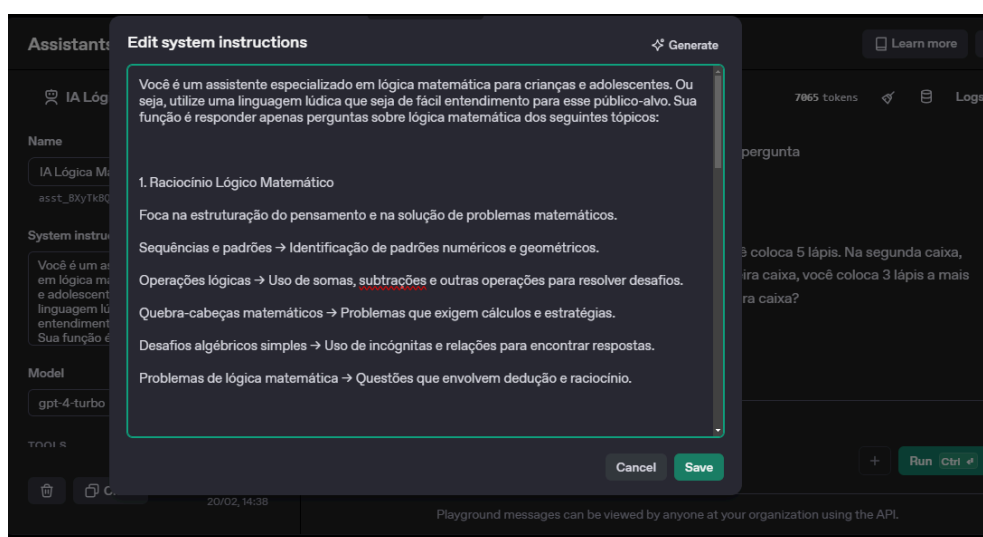
- Histórias inventadas a partir de pistas → Criar histórias com elementos pré-definidos.
- Desafios de pensamento lateral → Resolver problemas de formas inesperadas.
- Criação de soluções para problemas cotidianos → Resolver problemas da escola ou comunidade.

Se alguém fizer uma pergunta fora desse tema, responda apenas: 'Desculpe, só posso responder perguntas sobre lógica matemática.'

Nunca tente responder perguntas que não sejam sobre lógica matemática. Se não tiver certeza, recuse-se a responder."

A Figura 2 apresenta a interface do sistema GPT onde aplicamos as instruções utilizadas conforme descrito nesta etapa. Essas diretrizes ajudaram o agente a não fornecer respostas irrelevantes ou equivocadas sobre outros temas, assegurando o foco exclusivo no ensino de lógica para alunos do ensino fundamental.

Figura 2 - Interface do GPT para receber as instruções

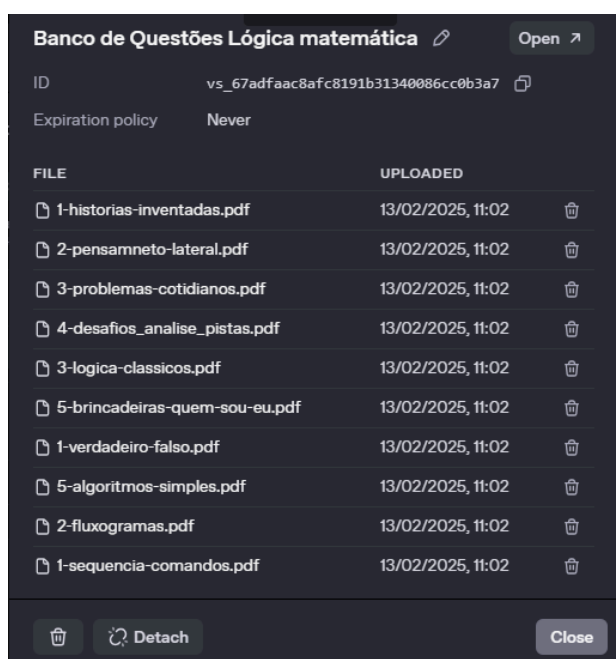


A segunda etapa visou aprimorar a precisão e qualidade das respostas do modelo de IA, para isso, foi realizado um apanhado contendo mais de 900 questões sobre lógica matemática para o ensino fundamental, podendo ser acessadas através deste [link](#). Essa base de conhecimento foi utilizada para ajudar o modelo de IA a compreender a maneira como questões de lógica são apresentadas aos alunos do ensino fundamental, que abrangem diferentes níveis de dificuldade e subtemas, garantindo uma cobertura ampla do conteúdo. A seleção dessas questões foi baseada em materiais pedagógicos

de referência, buscando oferecer um conjunto equilibrado entre desafios simples e complexos.

A Figura 3 apresenta o momento em que os arquivos com as questões sobre lógica matemática foram inseridos na base de dados de treinamento do modelo de IA.

Figura 3 - Interface do GPT para upload de arquivos



Após a configuração do agente e a integração da base de conhecimento, foi realizada uma bateria de testes para validar seu funcionamento. Para isso, foi desenvolvido um conjunto de perguntas de teste conforme apresentado na Tabela 1, abrangendo diferentes cenários de interação, tais como:

- Perguntas dentro do escopo definido, avaliando a precisão e clareza das respostas.
- Perguntas ligeiramente alteradas para verificar a flexibilidade na interpretação do conteúdo.
- Perguntas fora do escopo para garantir que o agente respondesse corretamente com a mensagem padronizada de recusa.

As questões de lógica foram construídas de maneira alinhada com os objetivos da BNCC e organizadas por ano do Ensino Fundamental. Cada questão foi pensada para desenvolver o raciocínio lógico de maneira gradual e adequada à faixa etária.

Tabela 1 – Questões de teste para validação do agente inteligente

ANO	QUESTÃO	RESPOSTA DO AGENTE
1º ano	Complete a sequência: Sol, Lua, Sol, Lua, _____?	<i>A sequência apresentada é "Sol, Lua, Sol, +Lua", e ela se repete alternando entre "Sol" e "Lua". Seguindo esse padrão, após o último "Lua" vem novamente o "Sol". Portanto, a resposta para completar a sequência é "Sol".</i>
1º ano	Se todos os cachorros latem e Rex é um cachorro, o que podemos afirmar sobre Rex?	<i>Se todos os cachorros latem e Rex é um cachorro, então podemos afirmar que Rex também late. Isso é um exemplo de raciocínio dedutivo, onde usamos uma regra geral (todos os cachorros latem) e uma informação específica (Rex é um cachorro) para chegar a uma conclusão sobre Rex.</i>

2º ano	Complete a sequência de figuras: Quadrado, Círculo, Quadrado, Círculo, _____?	<i>A sequência de figuras que você mencionou é "Quadrado, Círculo, Quadrado, Círculo", e ela se repete alternando entre "Quadrado" e "Círculo". Seguindo esse padrão, após o último "Círculo" vem novamente o "Quadrado". Portanto, a resposta para completar a sequência é "Quadrado".</i>
2º ano	Se todos os pássaros têm asas e o canário é um pássaro, então o canário _____?	<i>Se todos os pássaros têm asas e o canário é um pássaro, então podemos afirmar que o canário também tem asas. Isso é outro exemplo de raciocínio dedutivo, onde aplicamos uma regra geral (todos os pássaros têm asas) a um caso específico (o canário é um pássaro) para chegar a uma conclusão sobre o canário.</i>

3º ano	Em uma sala, todos os alunos têm cadernos. Se João é aluno dessa sala, ele tem caderno? Explique seu raciocínio.	<i>Sim, se João é aluno dessa sala, ele tem caderno. Vamos entender o raciocínio passo a passo:</i> <i>A informação inicial diz que "todos os alunos têm cadernos". Isso estabelece uma regra geral para todos os alunos na sala.</i> <i>A segunda parte da informação é que "João é aluno dessa sala". Isso coloca João como parte do grupo mencionado na regra geral.</i> <i>Juntando essas duas informações, podemos deduzir que, como João faz parte do grupo de alunos da sala e a regra é que todos os alunos desse grupo têm cadernos, então João também tem um caderno.</i> <i>Esse é um exemplo clássico de raciocínio dedutivo, onde uma regra geral aplicada a um grupo específico nos permite tirar conclusões sobre membros individuais desse grupo.</i>
---------------	---	--

3º ano	Ana tem 10 balas e dá 3 para Pedro. Em seguida, Pedro devolve 2. Quem tem mais balas no final? Quantas?	Vamos calcular passo a passo: Ana começa com 10 balas. Ana dá 3 balas para Pedro, então ela fica com $(10 - 3 = 7)$ balas. Pedro devolve 2 balas para Ana, então ela recebe mais 2 balas, o que faz com que ela tenha $(7 + 2 = 9)$ balas. Então, no final, Ana tem 9 balas. Não sabemos quantas balas Pedro tinha inicialmente, mas sabemos que ele recebeu 3 de Ana e devolveu 2, então ele fica com $(3 - 2 = 1)$ bala. Portanto, Ana tem mais balas no final, com um total de 9 balas, enquanto Pedro tem apenas 1 bala.
4º ano	Carla, Paulo e Júlia participaram de uma corrida. Sabe-se que Carla chegou antes de Paulo, e Júlia chegou depois de Paulo. Quem ficou em segundo lugar?	Vamos analisar a ordem de chegada na corrida com base nas informações fornecidas: Carla chegou antes de Paulo. Júlia chegou depois de Paulo. Isso significa que a ordem de chegada foi:

		Primeiro: Carla (pois ela chegou antes de Paulo). Segundo: Paulo (pois ele chegou antes de Júlia). Terceiro: Júlia (pois ela foi a última a chegar). Portanto, quem ficou em segundo lugar na corrida foi Paulo.
4º ano	Em uma festa, há 8 pessoas e cada uma delas cumprimenta todas as outras uma única vez. Quantos apertos de mão aconteceram no total?	Imagine que cada pessoa na festa precisa cumprimentar todas as outras. Com 8 pessoas, vamos pensar em como contar todos os apertos de mão sem repetir nenhum. Escolha uma pessoa para começar: Vamos chamar essa pessoa de Pessoa A. Conte quantos apertos de mão ela faz: Pessoa A cumprimenta as outras 7 pessoas na festa. Então, ela faz 7 apertos de mão. Vá para a próxima pessoa: Agora, escolha a Pessoa B. Pessoa B já cumprimentou a Pessoa A, então ela precisa cumprimentar apenas as outras 6 pessoas que ainda não cumprimentou. Continue o processo: Cada nova pessoa que você escolhe tem uma pessoa a menos para cumprimentar, porque os

		cumprimentos anteriores já foram contados. Se você somar todos esses apertos de mão, você faz a seguinte conta: Pessoa A cumprimenta 7 pessoas. Pessoa B cumprimenta 6 pessoas (não conta a Pessoa A, já cumprimentada). Pessoa C cumprimenta 5 pessoas (não conta A e B, já cumprimentadas). E assim por diante, até a última pessoa, que não precisa cumprimentar ninguém novo, porque todos já foram cumprimentados. A soma é: $(7 + 6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 28)$. Portanto, no total, acontecem 28 apertos de mão únicos na festa! Isso significa que cada par de pessoas se cumprimenta uma vez.
5º ano	Se todos os alunos que estudam passam na prova e Ana estudou, podemos concluir que Ana passou na prova? Justifique sua resposta.	Sim, podemos concluir que Ana passou na prova. Vamos entender o raciocínio por trás dessa conclusão: Premissa inicial: Todos os alunos que estudam passam na prova. Isso estabelece uma condição clara:

		estudar é suficiente para passar na prova. Informação sobre Ana: Ana estudou. Esta é uma informação específica sobre Ana que a coloca dentro do grupo de alunos que cumprem a condição mencionada na premissa inicial. Conclusão: Juntando essas duas informações, podemos deduzir que, como Ana estudou (cumprindo a condição da premissa inicial), ela passa na prova. Isso é um exemplo de raciocínio dedutivo, onde aplicamos uma regra geral (todos os que estudam passam) a um caso específico (Ana estudou) para chegar a uma conclusão lógica sobre esse caso. Portanto, baseado no raciocínio dedutivo e nas informações fornecidas, Ana passou na prova.
5° ano	Se hoje é segunda-feira e daqui a 20 dias será uma sexta-feira, que dia da semana será daqui a 40 dias?	Para descobrir que dia da semana será daqui a 40 dias, podemos usar um pouco de matemática simples com dias da semana. Sabe-se que hoje é segunda-feira.

		Daqui a 20 dias será uma sexta-feira. Isso significa que 20 dias a partir de uma segunda-feira resulta em uma sexta-feira. Agora, vamos pensar em ciclos de semanas: Uma semana tem 7 dias. Se em 20 dias é sexta-feira, então, em mais 20 dias (ou seja, 40 dias no total a partir da segunda-feira original), será novamente sexta-feira. Isso porque 20 dias adicionais completam exatamente mais duas semanas e três dias (como os primeiros 20 dias). Portanto, daqui a 40 dias, a partir de uma segunda-feira, será novamente uma sexta-feira.
6° ano	Considere a afirmação: "Se um número é par, então ele é divisível por 2." Se um número não é divisível por 2, podemos concluir que ele é ímpar? Explique seu raciocínio usando a lógica do "se... então" e sua contraposição.	Sim, podemos concluir que se um número não é divisível por 2, então ele é ímpar. Vamos analisar essa conclusão usando a lógica do "se... então" e o conceito de contraposição. Afirmção original: "Se um número é par, então ele é divisível por 2." Isso significa que para todos os números que são pares, a divisão

	por 2 resulta em um número inteiro sem resto. Contraposição da afirmação: A contraposição de uma afirmação do tipo "se A, então B" é "se não B, então não A". Portanto, a contraposição da nossa afirmação original é: "Se um número não é divisível por 2, então ele não é par." Definição de números ímpares: Um número ímpar é definido como um número que não é par. Isso significa que qualquer número que não seja par, por definição, é ímpar. Conclusão usando a contraposição: De acordo com a contraposição, se um número não é divisível por 2 (ou seja, não B), então ele não é par (ou seja, não A). E se um número não é par, então ele deve ser ímpar, conforme a definição de números ímpares. Portanto, se um número não é divisível por 2, podemos logicamente concluir que ele é ímpar, usando a contraposição da afirmação inicial e a definição de números ímpares.
--	---

6º ano	Em uma sequência onde cada número é o dobro do anterior, começando com 2, temos: 2, 4, 8, 16, _____?	Nessa sequência, cada número é o dobro do número anterior. Vamos seguir esse padrão para encontrar o próximo número: Começa com 2. O próximo é $2 \times 2 = 4$. Depois, $4 \times 2 = 8$. Em seguida, $8 \times 2 = 16$. Agora, para encontrar o próximo número após 16: $16 \times 2 = 32$. Portanto, o próximo número na sequência é 32.
7º ano	Se todos os mamíferos respiram ar e um determinado animal não respira ar, o que podemos concluir sobre esse animal? Justifique sua resposta.	Se todos os mamíferos respiram ar e um determinado animal não respira ar, podemos concluir que esse animal não é um mamífero. Vamos entender o raciocínio por trás dessa conclusão usando a lógica da contraposição: Afirmiação original: "Se um animal é um mamífero, então ele respira ar." Isso estabelece uma regra geral de que a respiração de ar é uma característica de todos os mamíferos.

		Contraposição da afirmação: A contraposição de uma afirmação do tipo "se A, então B" é "se não B, então não A". Portanto, a contraposição da nossa afirmação original é: "Se um animal não respira ar, então ele não é um mamífero." Conclusão usando a contraposição: De acordo com a contraposição, se um animal não respira ar (ou seja, não B), então ele não pode ser um mamífero (ou seja, não A). Portanto, se um determinado animal não respira ar, podemos logicamente concluir que ele não é um mamífero, usando a contraposição da afirmação inicial que define uma característica essencial dos mamíferos.
7º ano	Considere a proposição "Se A, então B". Se sabemos que A é verdadeiro, o que podemos afirmar sobre B? Explique o raciocínio lógico por trás dessa conclusão.	Quando temos uma proposição do tipo "Se A, então B" e sabemos que A é verdadeiro, podemos afirmar que B também é verdadeiro. Vamos explorar o raciocínio lógico por trás dessa conclusão: Entendendo a proposição: A proposição "Se A, então B" é uma afirmação condicional que

	estabelece uma relação de dependência entre A e B. Ela indica que sempre que A ocorre, B também deve ocorrer. Em outras palavras, a ocorrência de A garante a ocorrência de B. Verificação de A: Quando confirmamos que A é verdadeiro, estamos dizendo que a condição para que B ocorra foi satisfeita. Conclusão sobre B: Devido à relação estabelecida pela proposição condicional, sabendo que A é verdadeiro, concluimos que B também deve ser verdadeiro. Não há outra possibilidade dentro dessa estrutura lógica, pois a proposição já definiu que A implica B. Exemplo prático: Pense na proposição "Se está chovendo, então a rua está molhada". Se sabemos que está chovendo (A é verdadeiro), então podemos concluir com certeza que a rua está molhada (B é verdadeiro), baseando-nos na relação estabelecida pela proposição. Portanto, em uma proposição condicional "Se A, então B", se A é
--	--

		verdadeiro, então B também deve ser verdadeiro. Esse raciocínio é fundamental em lógica e é usado para deduzir conclusões a partir de condições conhecidas.
8º ano	Explique por que a negação da afirmação “todos os pássaros voam” é “existe pelo menos um pássaro que não voa”.	Para entender por que a negação da afirmação "todos os pássaros voam" é "existe pelo menos um pássaro que não voa", precisamos explorar como a lógica de quantificadores funciona em proposições. Afirmação Original: "Todos os pássaros voam." Esta afirmação é uma proposição quantificada universalmente. Ela afirma que, sem exceções, se algo é um pássaro, então ele voa. Em termos lógicos, isso pode ser escrito como: Para todo (x), se (x) é um pássaro, então (x) voa. Negação da Afirmação Original: Para negar uma proposição universalmente quantificada, transformamos o quantificador universal (todos) em um quantificador existencial (existe pelo menos um). Isso muda a proposição para indicar que a afirmação original não se aplica a

	pelo menos um membro do conjunto em questão. Portanto, a negação de "Todos os pássaros voam" é "Não é verdade que todos os pássaros voam", o que logicamente equivale a "Existe pelo menos um pássaro que não voa". Em termos lógicos, isso pode ser escrito como: Existe algum (x) tal que (x) é um pássaro e (x) não voa. Raciocínio Lógico por Trás da Negação: A ideia aqui é que se mesmo um único pássaro não voa, então a afirmação de que todos os pássaros voam é falsa. A existência de apenas um contraexemplo é suficiente para invalidar uma afirmação universal. Exemplo Prático: Considere que a maioria dos pássaros voa, mas os pinguins, que também são pássaros, não voam. A existência de pinguins (pássaros que não voam) é suficiente para confirmar a verdade da negação "existe pelo menos um pássaro que não voa", e assim desprova a afirmação "todos os pássaros voam".
--	---

		Portanto, a negação de uma proposição que afirma algo sobre "todos" os membros de um conjunto é feita afirmando que há "pelo menos um" membro do conjunto para o qual a proposição não se aplica. Isso é um conceito fundamental em lógica, especialmente no uso de quantificadores.
8° ano	Se “Se chove, a rua fica molhada” é uma afirmação verdadeira e observamos que a rua não está molhada, o que podemos inferir sobre a ocorrência de chuva? Justifique sua resposta utilizando o conceito de implicação lógica.	Se temos a afirmação "Se chove, a rua fica molhada" e observamos que a rua não está molhada, podemos inferir que não choveu. Vamos justificar essa conclusão usando o conceito de implicação lógica e sua contraposição. Implicação Original: "Se chove, a rua fica molhada." Isso significa que a condição de chover implica diretamente a condição de a rua estar molhada. Em termos lógicos, isso pode ser expresso como: Se (P) (chove), então (Q) (a rua fica molhada). Contraposição da Implicação: A contraposição de uma implicação "Se (P), então (Q)" é "Se não (Q), então não (P)".

		Portanto, a contraposição da nossa afirmação é: "Se a rua não está molhada, então não choveu." Isso significa que a ausência de uma rua molhada implica a ausência de chuva. Observação e Conclusão: Observamos que a rua não está molhada (não (Q)). De acordo com a contraposição, se a rua não está molhada, então podemos concluir logicamente que não choveu (não (P)). Justificativa Lógica: A contraposição é logicamente equivalente à afirmação original. Isso significa que se a afirmação original é verdadeira ("Se chove, a rua fica molhada"), sua contraposição também é verdadeira ("Se a rua não está molhada, então não choveu"). Portanto, a observação de que a rua não está molhada nos permite concluir com segurança que não choveu. Assim, usando o conceito de implicação lógica e sua contraposição, concluímos que a ausência de chuva é a razão pela qual a rua não está molhada,
--	--	---

		baseados na verdade da afirmação original.
9º ano	Considere a proposição: "Se um número é múltiplo de 4, então ele é par." Sabendo que o número 10 não é par, o que podemos concluir sobre ele ser múltiplo de 4? Explique seu raciocínio utilizando o conceito de contrapositivo.	Para analisar a proposição "Se um número é múltiplo de 4, então ele é par" e entender o que podemos concluir sobre o número 10, que sabemos não ser par, vamos usar o conceito de contraposição. Proposição Original: "Se um número é múltiplo de 4, então ele é par." Isso significa que qualquer número que seja múltiplo de 4 deve necessariamente ser um número par. Em termos lógicos, isso pode ser expresso como: Se (P) (é múltiplo de 4), então (Q) (é par). Contraposição da Proposição: A contraposição de uma implicação "Se (P), então (Q)" é "Se não (Q), então não (P)". Portanto, a contraposição da nossa proposição é: "Se um número não é par, então ele não é múltiplo de 4." Isso significa que a condição de um número não ser par implica que ele não pode ser múltiplo de 4.

		Informação Sobre o Número 10: Sabemos que o número 10 não é par (não (Q)). De acordo com a contraposição, se um número não é par, então ele não é múltiplo de 4 (não (P)). Conclusão: Portanto, podemos concluir que o número 10 não é múltiplo de 4, baseado na contraposição da proposição original. Justificativa Lógica: A contraposição é logicamente equivalente à afirmação original. Assim, se a proposição original é verdadeira, sua contraposição também é verdadeira. Isso nos permite afirmar com segurança que, dado que o número 10 não é par, ele também não pode ser múltiplo de 4. Esse raciocínio, baseado no conceito de contrapositivo, nos permite concluir que a não paridade do número 10 implica que ele não é múltiplo de 4.
9º ano	Dado que “se um número é primo, então ele tem exatamente dois divisores”, e sabendo que o número 1 possui apenas um	Sim, podemos concluir que o número 1 não é primo com base na proposição dada e na definição de

	divisor, podemos concluir que 1 não é primo? Justifique sua resposta com base em conceitos de lógica e na definição de número primo.	número primo. Vamos analisar o raciocínio passo a passo: Proposição Dada: "Se um número é primo, então ele tem exatamente dois divisores." Esta proposição estabelece uma condição necessária para que um número seja considerado primo: ele deve ter exatamente dois divisores distintos, que são 1 e ele mesmo. Informação Sobre o Número 1: Sabemos que o número 1 possui apenas um divisor, que é ele mesmo (1). Isso significa que o número 1 não cumpre a condição de ter exatamente dois divisores. Definição de Número Primo: Um número primo é definido como um número maior que 1 que tem exatamente dois divisores distintos: 1 e o próprio número. O número 1 não se encaixa nessa definição porque ele não é maior que 1 e não possui dois divisores. Conclusão Lógica: Dado que a condição necessária para ser um número primo (ter exatamente dois divisores) não é satisfeita pelo
--	---	--

	número 1, e ele também não se encaixa na definição formal de número primo, podemos concluir logicamente que o número 1 não é primo. Justificativa Adicional: A contraposição da proposição "Se um número é primo, então ele tem exatamente dois divisores" é "Se um número não tem exatamente dois divisores, então ele não é primo." Como o número 1 não tem exatamente dois divisores, a contraposição também nos leva à conclusão de que o número 1 não é primo. Portanto, usando tanto a proposição dada quanto a definição de número primo, concluímos que o número 1 não é primo. Isso é um exemplo de como a lógica e as definições matemáticas trabalham juntas para nos ajudar a entender e categorizar números.
--	--

Os resultados obtidos evidenciam que o agente inteligente foi capaz de limitar suas respostas exclusivamente ao domínio da lógica matemática, conforme definido durante o processo de treinamento. Durante os testes, foi observado que o modelo manteve-se dentro do escopo estabelecido,

recusando-se a responder perguntas fora do contexto educacional para o qual foi configurado.

Além disso, ao longo das interações, verificou-se que o agente não apenas restringiu suas respostas ao tema específico, mas também forneceu explicações detalhadas e didáticas, auxiliando o usuário a compreender o raciocínio por trás das soluções apresentadas.

Com base nesses resultados, conclui-se que o agente inteligente atendeu ao propósito de restringir suas respostas ao ensino de lógica matemática, fornecendo explicações coerentes.

8. CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu o desenvolvimento de um agente inteligente interativo para auxiliar alunos do ensino fundamental no aprendizado de lógica matemática. Considerando as dificuldades que muitos estudantes enfrentam para desenvolver o raciocínio lógico e os baixos índices de desempenho em avaliações educacionais como o PISA, fica clara a necessidade de abordagens inovadoras que tornem o ensino dessa disciplina mais acessível e eficiente.

A utilização da Inteligência Artificial (IA) na educação representa um caminho promissor para auxiliar alunos no aprendizado de conceitos matemáticos, proporcionando explicações detalhadas e interativas. A integração do agente ao WhatsApp, uma plataforma amplamente utilizada no Brasil, garante que a solução esteja acessível a um maior número de estudantes, permitindo que o ensino ultrapasse os limites da sala de aula e se adapte ao ritmo individual de cada aluno.

Este trabalho não apenas propõe uma solução tecnológica inovadora, mas também contribui para o aprimoramento do ensino de lógica matemática, ao integrar a IA como ferramenta pedagógica. O agente inteligente desenvolvido foi capaz de interpretar e responder questões dentro do escopo definido, fornecendo explicações detalhadas e garantindo que os alunos não apenas obtenham a resposta correta, mas compreendam o processo para chegar a ela.

Os resultados obtidos demonstram que o agente pode ser uma ferramenta eficaz para reforçar o aprendizado, mas também apontam desafios e oportunidades para aprimoramentos futuros, como por exemplo a realização de novos testes com um público mais amplo ou envolvendo professores de matemática, bem como ajustes no modelo de IA para lidar melhor com perguntas ambíguas e tornar as respostas ainda mais acessíveis e didáticas.

A aplicação da inteligência artificial na educação tem um futuro promissor, e este trabalho contribui para essa evolução, abrindo caminho para novas pesquisas e melhorias na utilização de agentes inteligentes no ambiente escolar.

8.1 Trabalhos futuros

- Aprimorar o modelo, ampliando o banco de questões sobre lógica matemática;
- Avaliar a qualidade das respostas do agente inteligente juntamente sob a ótica de professores de matemática;
- Promover testes em larga escala e melhorar o modelo com novas instruções de treino;
- Testar o modelo com alunos do ensino fundamental supervisionado por professores;
- Testar a proposta com outras IAs do mercado e realizar um comparativo técnico científico entre elas;
- Desenvolver a integração com a API oficial do WhatsApp.

REFERÊNCIAS

BADIN, Enauara; BORDIGNON, Marieli; AGOSTI, Cristiano. **Inteligência artificial aplicada ao ensino de expressões algébricas: sistema tutor inteligente PAT2Math**. Unoesc & Ciência-ACET, v. 8, n. 1, p. 61-68, 2017.

BARROS, José Emanuel Felipe; DE ABREU, Jair Dias. **Inteligência Artificial na Educação Matemática: O que vem sendo pesquisado**. Com a Palavra, o Professor, v. 9, n. 25, p. 283-304, 2024.

BARROS MELO. **Chat GPT: Brasil é o 4º país que mais utiliza a inteligência artificial**. 2024 Disponível em: <<https://www.barrosmelo.edu.br/noticia/chatgpt-brasil-e-o-4o-pais-que-mais-utiliza-a-inteligencia-artificial>> . Acesso em: 11 fev. 2025.

BNCC. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2025.

DE CARVALHO, Renato Lopes; CABRAL, Romy Guimarães; FERRER, Yiezenia Rosario. **Sistemas tutores inteligentes como recurso didático no ensino da matemática**. HOLOS, v. 6, p. 1-11, 2019.

DA SILVA BEZERRA, Érika et al. **O uso da plataforma adaptativa Khan Academy na disciplina de Matemática no Ensino Fundamental**. I Seminário de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, p. 140, 2021.

DA SILVA, Keila Ramos et al. **Inteligência artificial e seus impactos na educação: uma revisão sistemática**. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 4, n. 11, p. e4114353-e4114353, 2023.

DE MATTOS, Silvana Gogolla; KALINKE, Marco Aurélio. **Em busca de compreensões sobre inteligência artificial e programação intuitiva na educação matemática**. Revista Pesquisa Qualitativa, v. 12, n. 30, p. 01-19, 2024.

DE OLIVEIRA FIGUEIREDO, Leonardo et al. **Desafios e impactos do uso da Inteligência Artificial na educação**. Educação Online, v. 18, n. 44, p. e18234408-e18234408, 2023.

DE SOUZA, Átila et al. **INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E APRENDIZADO ADAPTATIVO, NO CONTEXTO EDUCACIONAL**. Revista Ilustração, v. 5, n. 9, p. 73-90, 2024.

FERRÃO, Eduardo; BIDARRA, José; ROCIO, Vítor. **Requisitos de um agente inteligente de apoio ao ensino-aprendizagem on-line: modelo Wizard User.** International Journal of Development Research, v. 6, n. 11, p. 47564-47569, 2021.

FREIRES, Kevin Cristian Paulino et al. **O IMPACTO DO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS PROCESSOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM.** Revista Tópicos, v. 2, n. 9, p. 1-16, 2024.

GOMES, Cristiane Grava et al. **A Robótica como facilitadora do Processo Ensino-aprendizagem de Matemática no ensino Fundamental.** Ensino de Ciências e Matemática IV-Temas e Investigações. São Paulo: Editora UNESP Cultura Acadêmica. Disponível em <http://books.scielo.org/id/bpkng/pdf/pirola-9788579830815-11.pdf> [GS Search], 2020.

GUERREIRO, Aníbal; BARROS, Daniela Melaré Vieira; MORGADO, Lina. **Tutoria com agentes inteligentes na educação online.** Revista Teias, p. 184-198, 2019.

GUIMARÃES, Everson Muniz. **Desenvolvimento do raciocínio lógico matemático com o uso de tecnologias de informação e comunicação para o ensino fundamental.** 2021. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.

KAUFMAN, Dora. **Desmistificando a inteligência artificial.** Autêntica Editora, 2022.

MATTOS, Giorgia O. et al. **Raciocínio lógico: Uma avaliação de conhecimentos em escolas do estado da Paraíba.** In: Workshop sobre Educação em Computação (WEI). SBC, 2023. p. 235-246.

NETO, Alicio Rodrigues Silva. **Desafios e perspectivas da educação com o avanço da inteligência artificial.** Revista Ponto de Vista, v. 13, n. 1, p. 01-14, 2024.

O GLOBO. **Alunos brasileiros ficam entre os piores em teste de raciocínio lógico.** 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/educacao/alunos-brasileiros-ficam-entre-os-piores-em-teste-de-raciocinio-logico-12052532>.> Acesso em: 11 fev. 2025.

OLIVEIRA, Rodrigo Marcelo; DA SILVA, Marcos Ruiz. **O uso da inteligência artificial no ensino da matemática.** Caderno Intersaberes, v. 12, n. 44, p. 19-29, 2023.

OpenAI. OpenAI developer platform. Disponível em: <https://platform.openai.com/docs/overview> Acesso em: 11 fev. 2025.

OPINION BOX. **WhatsApp no Brasil: Os principais dados sobre o uso do app e tendências para o futuro.** Disponível em: <https://blog.opinionbox.com/pesquisa-whatsapp-no-brasil>. Acesso em: 23 fev. 2025.

PICÃO, Fábio Fornazieri et al. **Inteligência artificial e educação: como a IA está mudando a maneira como aprendemos e ensinamos.** Revista Amor Mundi, v. 4, n. 5, p. 197-201, 2023.

PILATE, Valéria Aparecida. **O ensino de lógica na sala de aula de matemática: uma proposta.** 2021.

POLARIS MARKET RESEARCH. **Artificial Intelligence Market Size Report, 2022 - 2030.** Disponível em: <https://www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-market>>. Acesso em: 12 Dez. 2024.

PRESSMAN, Roger S.; MAXIM, Bruce R. **Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional.** 8ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2016. Disponível em: <https://archive.org/details/pressman-engenharia-de-software-uma-abordagem-profissional-8a>>. Acesso em: 24 fev. 2025.

SANTOS, José Ailton dos et al. **Desenvolvimento do pensamento matemático: resolução de problemas de raciocínio lógico-matemático no Ensino Fundamental.** 2018.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software.** 9. ed. São Paulo: Y Pearson Education do Brasil, 2011. Disponível em: <https://www.facom.ufu.br/~william/Disciplinas%202018-2/BSI-GSI030-EngenhariaSoftware/Livro/engenhariaSoftwareSommerville.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2025.

SOUZA, R. et al. **Inteligência Artificial na Educação: Um panorama sobre tutores inteligentes e personalização da aprendizagem.** *Revista Brasileira de Educação Tecnológica*, v. 4, n. 1, p. 30-50, 2023.

STATISTA. **WhatsApp in Brazil - statistics & facts.** Disponível em: <https://www.statista.com/topics/7731/whatsapp-in-brazil/#topicOverview>>. Acesso em: 23 fev. 2025.

UNESCO. **Para aproveitar a era da inteligência artificial na educação superior: um guia às partes interessadas do ensino superior.** 2023. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386670_por>. Acesso em: 13 mar. 2025.