



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE
E GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS – FACE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO

ISAQUE DAVI DE OLIVEIRA DA SILVA

**Aplicação de Inteligência Artificial Generativa em Chatbots
para Plataformas Educacionais Online**

BRASÍLIA – DF

2024

**Aplicação de Inteligência Artificial Generativa em Chatbots
para Plataformas Educacionais Online**

Monografia apresentada ao Departamento de
Administração como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Administração.

Professor Orientador: Professor Dr., Victor
Rafael Rezende Celestino.

BRASÍLIA – DF

2024

ISAQUE DAVI DE OLIVEIRA DA SILVA

**Aplicação de Inteligência Artificial Generativa em Chatbots
para Plataformas Educacionais Online**

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão do Curso de
Administração da Universidade de Brasília do aluno

Isaque Davi de Oliveira da Silva

Professor Dr. Victor Rafael Rezende Celestino

Professor – Orientador

Professor Dr. João Gabriel de

Moraes Souza,

Professor - Examinador

Professor M. Fausto Barros de

Sá Teles

Professor – Examinador

Brasília, 05 de fevereiro de 2025

RESUMO

O presente estudo explora a aplicação de Inteligência Artificial Generativa no desenvolvimento de chatbots voltados para plataformas educacionais online, com ênfase na personalização do aprendizado e na ampliação da interatividade. Utilizando a metodologia Design Science Research (DSR), foi concebido um chatbot funcional e adaptado às necessidades pedagógicas da AEB, que até o momento apresentou alta precisão, respondendo corretamente a 100% das perguntas testadas e demonstrando capacidade de complementar o conteúdo educacional com informações pertinentes, evidenciando seu potencial de enriquecer a experiência de aprendizado. No entanto, o trabalho segue em andamento, com melhorias e novas implementações em desenvolvimento para otimizar ainda mais sua eficácia e aplicabilidade. O estudo destaca contribuições teóricas e práticas, reforçando no campo teórico a discussão sobre o impacto da IA generativa na educação, especialmente suas capacidades de personalização e interatividade, enquanto no campo prático apresenta um modelo replicável e escalável, apto a ser adaptado a diferentes contextos educacionais. Apesar de algumas limitações, como a ausência de uma interface gráfica e a restrição no escopo de testes, os resultados alcançados até o momento reforçam a relevância da IA como ferramenta para democratizar e aprimorar o ensino online, e o trabalho continua em desenvolvimento com propostas futuras que incluem maior diversidade de conteúdos, desenvolvimento de uma interface intuitiva e a exploração de aspectos éticos e de privacidade, visando aprimorar a experiência do usuário e a confiabilidade do sistema.

Palavras-chave: Inteligência Artificial Generativa, Chatbots, Educação Online, Personalização do Aprendizado, Tecnologia Educacional.

ABSTRACT

This study explores the application of Generative Artificial Intelligence in the development of chatbots for online educational platforms, emphasizing learning personalization and enhanced interactivity. Using the Design Science Research (DSR) methodology, a functional chatbot was designed and adapted to the pedagogical needs of AEB. So far, the chatbot has demonstrated high accuracy, correctly answering 100% of the tested questions and showing the ability to complement educational content with relevant information, highlighting its potential to enrich the learning experience. However, the work is still in progress, with improvements and new implementations underway to further optimize its effectiveness and applicability. The study highlights both theoretical and practical contributions, reinforcing in the theoretical field the discussion on the impact of generative AI in education, particularly its capabilities in personalization and interactivity, while in the practical field, it presents a replicable and scalable model that can be adapted to different educational contexts. Despite some limitations, such as the absence of a graphical interface and a restricted testing scope, the results achieved so far underscore the relevance of AI as a tool to democratize and enhance online education. The work remains in development, with future proposals including a greater diversity of content, the development of an intuitive interface, and the exploration of ethical and privacy aspects, aiming to improve user experience and system reliability.

Keywords: Generative Artificial Intelligence, Chatbots, Online Education, Learning Personalization, Educational Technology.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEB - Agência Espacial Brasileira

AI - Artificial Intelligence (Inteligência Artificial)

API - Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicações)

AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem

DSR - Design Science Research

GDPR - General Data Protection Regulation (Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados)

GPT - Generative Pre-trained Transformer

IA - Inteligência Artificial

LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

ML - Machine Learning (Aprendizado de Máquina)

NLP - Natural Language Processing (Processamento de Linguagem Natural)

STEM - Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática)

UI - User Interface (Interface do Usuário)

UX - User Experience (Experiência do Usuário)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Instalação e Configuração de Dependências	36
Figura 2 - Importação das Bibliotecas Necessárias	36
Figura 3 - Configuração da API da OpenAI	36
Figura 4 - Montagem do Google Drive	37
Figura 5 - Definição do Caminho do Arquivo PDF.....	37
Figura 6 - Função para Extração de Texto do PDF	38
Figura 7 - Estruturação do Conteúdo Extraído.....	38
Figura 8 - Definição do Contexto do Chatbot	38
Figura 9 - Função para Geração de Respostas.....	39
Figura 10 - Interface do Usuário no Google Colab	39
Figura 11 - Tempo de Resposta do Chatbot por Pergunta	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de Artefatos.....	23
Quadro 2 – As 5 Etapas da Design Science Research com Iteração e Refinamento.....	24

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	5
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	6
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE QUADROS	8
SUMÁRIO	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. Contextualização.....	10
1.2. Formulação do problema	11
1.3. Objetivo Geral	11
1.4. Objetivos Específicos	11
1.5. Justificativa	12
1.6. Estrutura do Trabalho	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1. Fundamentos da Inteligência Artificial Generativa	14
2.2. Teorias de Personalização do Aprendizado	14
2.3. Interação Humano-Computador em Plataformas Educacionais	15
2.4. IA na Educação Online	16
2.4.1. Desafios da IA na Educação Online	16
2.4.2. Oportunidades da IA na Educação Online	18
2.5. Inteligência Artificial e o Ensino a Distância	19
2.6. Modelos de Engajamento no Aprendizado	20
2.7. Ética no Uso de IA na Educação.....	21
3. METODOLOGIA	22
3.1. Tipologia e descrição geral dos métodos de pesquisa	22
3.1.1. Design Science Research (DSR).....	22
3.2. Caracterização e descrição dos instrumentos de Pesquisa.....	23
I. Conscientização.....	25
II. Sugestão	25
III. Desenvolvimento	26
IV. Avaliação	26
V. Conclusão	27

3.3. Caracterização da Organização.....	28
3.4. População e Amostra	29
3.5. Procedimento de Coleta de Dados	30
3.6. Análise de Dados	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Desenvolvimento do Chatbot Educacional.....	33
4.1.1. Conscientização do Problema	33
4.1.2. Sugestão	34
4.1.3. Desenvolvimento Técnico	35
4.1.4. Avaliação	40
4.1.5. Conclusão e Próximos Passos	41
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS	42
5.1. Resultados.....	42
5.2. Impacto da IA Generativa no Ensino Online.....	44
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6.1. Considerações Finais	46
6.2. Objetivos Atendidos.....	47
6.2.1. Objetivos Específicos	47
6.3. Desafios e Limitações.....	47
6.4. Direcionamentos para Trabalhos Futuros	48
6.5. Conclusão	49
7. REFERÊNCIAS.....	51
8. APÊNDICE.....	58
8.1. APÊNDICE A - Transcrição Completa da Interação com o Chatbot:	58
8.2. APÊNDICE B - Notebook do <i>Google Colaboratory</i> : Chatbot AEB Escola.....	74

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

A ascensão da Inteligência Artificial (IA) está marcando uma era de transformação substancial, com implicações profundas que atravessam diferentes setores, em particular a Administração e a Educação. Como tecnologia capaz de mimetizar e executar processos cognitivos humanos, a IA não apenas amplia a eficiência operacional, mas redefine os paradigmas de como interagimos com o conhecimento e gerimos atividades complexas. A IA Generativa, um campo específico da IA focado na criação de conteúdos novos e originais, surge como uma das áreas mais promissoras, com aplicações que transcendem os limites tradicionais de automação. Essa tecnologia se destaca por sua capacidade de gerar respostas, diálogos e soluções adaptativas, indo além da simples resposta programada. Sua implementação é especialmente relevante para o contexto educacional online, que muitas vezes sofre com a falta de interatividade e personalização, fundamentais para atender a diversidade de estilos e necessidades dos estudantes.

No âmbito da Administração, a IA já tem sido aplicada para otimizar fluxos de trabalho, automatizar processos e permitir a análise avançada de dados para tomada de decisão. No entanto, seu potencial transformador é ainda mais evidente na Educação, onde a personalização do ensino, impulsionada pela IA, oferece oportunidades para uma aprendizagem que verdadeiramente valorize a individualidade de cada estudante. As plataformas de ensino online, especialmente, têm se beneficiado dessas inovações, criando um ambiente fértil para o uso de IA Generativa. Essa aplicação permite que plataformas antes rígidas e limitadas em interação humana possam se reinventar, promovendo uma experiência educacional que pode ser adaptada, contextualizada e ampliada conforme as necessidades de cada aluno.

A integração de chatbots movidos por IA Generativa em plataformas educacionais online oferece um caminho promissor para aumentar a acessibilidade, a interação e a personalização no aprendizado. Ao contrário dos métodos convencionais de atendimento, que tendem a ser estáticos e impessoais, os chatbots generativos são projetados para interagir de maneira mais próxima e intuitiva, facilitando a compreensão e retenção de conteúdos. O uso da IA Generativa, que permite que o chatbot crie respostas originais em tempo real, pode transformar a educação digital, aumentando a motivação e o engajamento dos alunos.

1.2. Formulação do problema

Apesar de todos os avanços proporcionados pela tecnologia educacional, as plataformas de ensino online ainda enfrentam desafios significativos. Muitas delas não conseguem proporcionar uma experiência de aprendizado verdadeiramente imersiva e interativa. A padronização no ensino a distância, que busca atender a grandes públicos, frequentemente ignora a diversidade de estilos de aprendizagem e as necessidades específicas dos alunos. Esse cenário leva a uma experiência de aprendizado que, embora acessível, pode ser superficial e desmotivadora, refletindo-se em elevadas taxas de evasão e em uma absorção de conhecimento inferior ao potencial. Esse problema destaca a necessidade de soluções que aumentem a capacidade dessas plataformas de responder de maneira mais eficaz às demandas dos estudantes.

Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA) Generativa surge como uma ferramenta promissora, com potencial para transformar a natureza do aprendizado digital. Seu uso em chatbots pode oferecer interações mais dinâmicas e personalizadas, ajustando-se às necessidades individuais dos estudantes e superando as limitações dos métodos tradicionais.

Diante disso, este estudo busca responder à seguinte pergunta de pesquisa:

Como a Inteligência Artificial Generativa, aplicada em chatbots, pode superar as limitações das plataformas de ensino online, elevando a qualidade, a interatividade e a eficácia do aprendizado?

Ao abordar essa questão, o estudo pretende demonstrar que chatbots movidos por IA Generativa não são apenas ferramentas automatizadas de resposta, mas também um novo paradigma para a criação de experiências educacionais mais envolventes, adaptáveis e eficazes.

1.3. Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo é desenvolver e avaliar um chatbot movido por IA Generativa para uso em plataformas de ensino online, visando oferecer uma experiência educacional adaptativa e interativa. O foco está no desenvolvimento e avaliação prática de uma ferramenta avançada para ambientes de ensino online.

1.4. Objetivos Específicos

Este trabalho é guiado por objetivos específicos que visam fornecer uma contribuição prática e teórica à área de tecnologia educacional:

- I. Identificar e analisar as principais limitações e desafios enfrentados por plataformas de ensino online, com ênfase na falta de personalização e interatividade.
- II. Desenvolver um chatbot baseado em IA Generativa, capaz de simular interações humanas autênticas, promovendo um ambiente de aprendizado que se adapta ao contexto e às necessidades do aluno.
- III. Avaliar a eficácia do chatbot em fornecer respostas pertinentes e personalizadas durante a experiência de aprendizado, utilizando um conjunto de métricas específicas para quantificar a precisão, o tempo de resposta e a estabilidade operacional.

1.5. Justificativa

A integração da Inteligência Artificial (IA) na educação tem impulsionado novas formas de ensino e aprendizado, ampliando o acesso a tecnologias que personalizam a experiência educacional. Este estudo se justifica a partir de três perspectivas: social, tecnológica e acadêmica. A dimensão social trata da democratização do ensino por meio da IA, possibilitando maior acessibilidade a conteúdos de qualidade. No aspecto tecnológico, o foco está no desenvolvimento e avaliação de um chatbot baseado em IA generativa, analisando sua precisão e tempo de resposta. Já a justificativa acadêmica concentra-se na documentação do desenvolvimento e testes do chatbot, fornecendo uma base empírica para futuras pesquisas sobre sua aplicabilidade em ambientes educacionais. Esses três pilares estruturam a pesquisa, fornecendo um panorama amplo sobre as possibilidades e desafios da aplicação da IA na educação online.

Do ponto de vista social, a pesquisa propõe o uso de IA generativa para democratizar o acesso à educação de qualidade, especialmente em um país como o Brasil, onde as desigualdades educacionais são marcantes. Regiões remotas, escolas com infraestrutura limitada e estudantes de baixa renda frequentemente enfrentam barreiras como a falta de materiais didáticos e suporte educacional personalizado. A introdução de um chatbot educacional busca minimizar essas dificuldades ao atuar como um tutor virtual adaptável, fornecendo suporte imediato e ajustado ao nível de conhecimento e estilo de aprendizado de cada aluno. Dessa forma, a tecnologia amplia o acesso a conteúdos qualificados, reduzindo a dependência de horários fixos e da presença constante de professores, um fator crítico em áreas com poucos recursos.

No aspecto tecnológico, este estudo investiga a aplicação da Inteligência Artificial em ambientes educacionais, com foco no desenvolvimento e avaliação de um chatbot baseado em IA generativa. A pesquisa busca explorar como essa tecnologia pode aprimorar a interação em plataformas educacionais, permitindo que os chatbots respondam a consultas de forma mais natural e contextualizada. A análise realizada avalia a precisão e o tempo de resposta do chatbot, fornecendo insights sobre sua viabilidade para complementar o suporte pedagógico digital. No contexto da AEB, os resultados podem servir como referência para futuras implementações em ambientes de ensino online, contribuindo para a otimização do acesso a conteúdos educacionais e o suporte automatizado aos alunos.

Por fim, sob a perspectiva acadêmica, o estudo contribui para o avanço do conhecimento sobre a aplicação de IA na educação, documentando detalhadamente o desenvolvimento e os testes realizados com o chatbot. Ao fornecer análises empíricas sobre sua precisão e eficiência, o trabalho oferece insights valiosos para educadores, pesquisadores e desenvolvedores interessados em explorar o uso da IA na personalização do ensino. Além disso, os resultados podem servir como referência para futuras pesquisas, orientando a adoção de melhores práticas, a mitigação de desafios e a busca por novas soluções tecnológicas que aprimorem a experiência educacional. Assim, o estudo não apenas apresenta uma solução prática, mas também fomenta a discussão acadêmica e tecnológica sobre o uso da Inteligência Artificial no ensino moderno.

1.6. Estrutura do Trabalho

Este estudo adota a metodologia de Design Science Research, realizando um estudo de caso aplicado à plataforma AEB Escola, da Agência Espacial Brasileira. O desenvolvimento do chatbot educacional segue um processo estruturado que inclui análise das limitações e dos desafios enfrentados pelas plataformas de ensino online, revisão de casos de sucesso e implementação prática do chatbot, com testes conduzidos em um ambiente real de aplicação. O uso de Design Science Research assegura que este trabalho não seja apenas teórico, mas que ofereça uma contribuição prática, com implicações diretas para o campo da educação online.

Dessa forma, o trabalho busca construir um chatbot que não só contribua para a educação online, mas que também promova uma compreensão aprofundada do papel e do potencial da IA Generativa em plataformas educacionais. Ao final, espera-se que os resultados deste estudo não apenas validem a eficácia do chatbot, mas que também ofereçam um modelo de desenvolvimento e aplicação para futuros projetos que busquem explorar o potencial da IA para transformar o aprendizado online.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Fundamentos da Inteligência Artificial Generativa

A Inteligência Artificial Generativa (IAG) representa um avanço significativo no campo da inteligência artificial, caracterizando-se por sua capacidade de criar conteúdo a partir de padrões aprendidos, indo além das simples respostas predefinidas ou da execução de tarefas programadas. Diferente de outros modelos de IA, como os baseados em regras fixas ou previsões baseadas em grandes volumes de dados, a IA generativa utiliza arquiteturas de redes neurais profundas e transformadores, como o GPT (Generative Pre-trained Transformer), para gerar textos, imagens, e até mesmo interações, de forma criativa e altamente personalizada (HESSEL; LEMES, 2023). No contexto educacional, essa tecnologia oferece uma aplicação extremamente promissora, especialmente no desenvolvimento de chatbots e ferramentas interativas que simulam o comportamento humano, proporcionando respostas e feedbacks instantâneos e adequados ao nível de aprendizado de cada estudante (ALMEIDA; COSTA, 2023). Ao contrário dos sistemas tradicionais de IA, que tendem a ser mais estáticos e previsíveis, a IAG é dinâmica e flexível, possibilitando a personalização do ensino em tempo real, com base nas necessidades e dificuldades específicas dos alunos. Essa capacidade de gerar conteúdos personalizados e adaptativos é essencial para o aprendizado autodirigido, permitindo que cada estudante siga seu próprio ritmo, receba desafios e conteúdos ajustados às suas competências, e tenha uma experiência de ensino mais envolvente (ALVES, 2023). Portanto, nesta seção, serão abordados os fundamentos da IA generativa, suas distinções em relação a outros modelos de IA, e como sua integração nas plataformas educacionais online pode transformar a experiência de ensino, fornecendo suporte contínuo e enriquecendo a interação aluno-máquina. Isso se alinha diretamente com a proposta deste trabalho, que visa explorar a criação de um chatbot educacional inteligente, capaz de impulsionar o aprendizado por meio de interações sofisticadas, intuitivas e altamente personalizadas.

2.2. Teorias de Personalização do Aprendizado

As teorias de personalização do aprendizado emergem como uma resposta inovadora aos desafios da educação tradicional, propondo abordagens centradas no estudante e adaptadas às suas necessidades individuais, ritmo, interesses e estilos de aprendizagem. Fundamentadas em teorias educacionais como o construtivismo, de Piaget e Vygotsky, que enfatizam a importância do aprendizado ativo e da construção do conhecimento, e complementadas pela

teoria da autodeterminação, que valoriza a promoção da autonomia, competência e pertencimento dos estudantes, essas abordagens visam potencializar o engajamento e a eficiência do aprendizado. A personalização permite que o conteúdo educacional seja ajustado em tempo real, conforme o progresso e desempenho dos alunos, criando trajetórias de aprendizado customizadas e alinhadas às suas habilidades e dificuldades (SÁ et al., 2023). No contexto das plataformas educacionais online, essa personalização é amplificada pelo uso de algoritmos de inteligência artificial (IA), que analisam grandes volumes de dados para oferecer conteúdos, exercícios e avaliações sob medida, por meio de ferramentas como sistemas de tutoria inteligentes e recursos adaptativos. A IA generativa, em particular, desempenha um papel essencial ao ajustar dinamicamente o nível de complexidade das interações, o estilo de comunicação e o conteúdo de acordo com o perfil e comportamento do aluno, criando um ambiente de aprendizado interativo e engajador que simula o papel de um tutor humano (FREIRES, 2023). Esse processo também é influenciado pelas teorias de inteligências múltiplas, de Howard Gardner, que sugerem que uma única abordagem de ensino não é suficiente para alcançar o potencial de todos os estudantes, reforçando a importância de metodologias diversificadas (GARDNER, 1995). No entanto, o sucesso das estratégias de personalização depende de uma implementação cuidadosa que equilibre a autonomia dos alunos com a orientação pedagógica, além de abordar questões éticas, como o viés algorítmico e a privacidade dos dados. Portanto, as teorias de personalização do aprendizado, ao aliar educação e tecnologia, configuram-se como uma área promissora, especialmente em plataformas de ensino online, oferecendo soluções poderosas para criar uma educação mais equitativa, eficaz e centrada no estudante (BARBOSA et al., 2024).

2.3. Interação Humano-Computador em Plataformas Educacionais

A Interação Humano-Computador (HCI) desempenha um papel central no sucesso das plataformas educacionais, especialmente no que se refere à interface e ao funcionamento de chatbots baseados em Inteligência Artificial (IA) generativa. A HCI, embasada em teorias de usabilidade e affordance, visa garantir que a interface com a qual os estudantes interagem seja intuitiva, responsiva e eficiente, promovendo uma experiência de uso fluida e acessível (SOARES, 2019). No contexto educacional, essas teorias são aplicadas para otimizar o design das interfaces dos chatbots, permitindo que eles simulem o comportamento de um tutor humano, oferecendo respostas naturais, personalizadas e adaptadas ao contexto de cada interação. A usabilidade aqui se refere à capacidade de o sistema ser utilizado com facilidade,

sem que os estudantes enfrentem barreiras tecnológicas ou cognitivas que atrapalhem o aprendizado (NIELSEN, 1994). Enquanto a *affordance* descreve como as propriedades da interface sinalizam de forma clara suas funcionalidades, facilitando a navegação e a interação. Ao projetar chatbots educacionais com base nesses princípios, o objetivo é não apenas fornecer respostas diretas, mas também promover uma interação ativa que possa ajustar-se dinamicamente às necessidades individuais dos alunos. Isso inclui a capacidade de adaptar o nível de complexidade das explicações, fornecer feedback em tempo real e manter a motivação dos estudantes por meio de uma comunicação empática e responsiva (PEREIRA; DARIN; SILVEIRA, 2024). A proposta deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), portanto, explora como essa interação humano-computador pode ser aprimorada para aumentar a eficiência do aprendizado online, com ênfase em como a IA generativa pode transformar a dinâmica educacional, promovendo um aprendizado mais interativo, personalizado e eficaz, mesmo em ambientes digitais onde a presença do professor é limitada. Assim, a HCI em plataformas educacionais revela-se essencial para a criação de experiências que favorecem tanto o envolvimento quanto a autonomia dos alunos, promovendo uma integração harmoniosa entre tecnologia e pedagogia.

2.4. IA na Educação Online

A Inteligência Artificial (IA) está remodelando o setor educacional, especialmente nas plataformas de ensino online, ao trazer novas formas de personalização, interação e automatização para o processo de ensino-aprendizagem. Ao integrar IA, as plataformas educacionais ganham a capacidade de ajustar conteúdos, ritmos e metodologias conforme as necessidades e características de cada aluno, promovendo uma experiência de aprendizado mais eficiente e envolvente (FIGUEIREDO et al., 2023). Além disso, a IA permite a automatização de tarefas administrativas, liberando tempo para que professores e gestores possam focar em atividades pedagógicas e no acompanhamento mais individualizado dos alunos. Contudo, essa integração de IA na educação online não está isenta de desafios e oferece oportunidades significativas. A seguir, exploram-se as duas dimensões — desafios e oportunidades — que acompanham o uso de IA em plataformas educacionais (MACHADO, 2021).

2.4.1. Desafios da IA na Educação Online

Embora a IA generativa ofereça avanços significativos para a educação online, sua implementação apresenta desafios que precisam ser cuidadosamente analisados. Um dos

principais obstáculos está relacionado à privacidade e segurança dos dados (BARBOSA et al., 2024). Os sistemas de IA dependem da coleta e processamento de grandes volumes de informações dos estudantes para personalizar o aprendizado, o que levanta preocupações sobre proteção de dados e conformidade com regulamentações como o Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR) e a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil (GONSALES; AMIEL, 2020). Garantir que a personalização ocorra sem comprometer a privacidade dos alunos é um desafio constante para instituições educacionais que adotam essa tecnologia.

Outro problema relevante é o viés algorítmico, que pode influenciar a qualidade e equidade das interações. Se os modelos forem treinados com dados enviesados, há o risco de que reforcem desigualdades já existentes, favorecendo certos grupos de estudantes em detrimento de outros. Como os grandes modelos de IA são frequentemente desenvolvidos a partir de conjuntos de dados predominantemente em inglês e ocidentais, suas respostas podem não refletir adequadamente a diversidade cultural e educacional de diferentes contextos (BARROS, 2024). A falta de representatividade pode comprometer a aplicabilidade da tecnologia em ambientes educacionais específicos, exigindo adaptações para garantir que o aprendizado seja acessível e inclusivo.

Além disso, um dos desafios centrais da adoção de IA na educação é o risco da desumanização do ensino. Embora a personalização oferecida pelos chatbots possa aprimorar a experiência dos alunos, a substituição da interação com professores por sistemas automatizados pode comprometer o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, criatividade e colaboração (BARROS, 2024). A relação professor-aluno é fundamental para o aprendizado, pois permite a troca de ideias, a contextualização do conhecimento e o suporte emocional necessário para a jornada educacional. Dependendo exclusivamente da IA para fornecer respostas e orientações, o ensino pode se tornar excessivamente mecanizado, limitando a formação integral dos estudantes e reduzindo oportunidades de discussões mais profundas.

Outro desafio na aplicação da IA generativa na educação é o fenômeno da alucinação dos modelos, que ocorre quando a IA gera informações imprecisas ou fictícias. Como esses sistemas não recuperam dados de uma base fixa, mas preveem a sequência mais provável de palavras, podem fornecer respostas erradas de forma convincente, afetando a confiabilidade da tecnologia no ensino (LEMOS, 2024).

Lemos (2024) destaca que essas alucinações resultam de falhas internas do modelo e podem gerar perturbações na comunicação, afetando a transmissão e validação do conhecimento. Além disso, a dificuldade de rastrear a origem dessas falhas aumenta a

complexidade do problema, tornando essencial a adoção de estratégias para minimizar seus impactos. O autor sugere que a supervisão humana, combinada com o ajuste fino dos modelos e a validação cruzada, pode reduzir a incidência de erros e garantir um uso mais seguro da IA.

Além das alucinações, outro desafio é a desatualização das informações fornecidas pelos modelos de IA. Como esses sistemas são treinados até um determinado momento, seu conhecimento pode se tornar obsoleto em áreas de rápida evolução, como ciência, tecnologia e legislação (BARBOSA et al., 2024). Um chatbot educacional que não esteja conectado a bases de dados atualizadas pode fornecer respostas descontextualizadas ou desatualizadas, comprometendo a qualidade do aprendizado. Para mitigar esse problema, a integração com repositórios de conhecimento dinâmicos e a transparência sobre a data de treinamento do modelo são soluções viáveis, permitindo que os usuários sejam informados sobre possíveis limitações na atualização do conteúdo.

Diante desses desafios, fica evidente que a adoção de IA generativa na educação exige uma abordagem criteriosa. A personalização e eficiência oferecidas por essa tecnologia devem ser equilibradas com mecanismos de controle que minimizem riscos como viés algorítmico, alucinações, desatualização de informações e desumanização do ensino. O desenvolvimento de políticas de validação, supervisão docente e aprimoramento contínuo dos modelos é essencial para que a IA generativa seja utilizada de forma responsável, garantindo que seu impacto seja positivo e alinhado às necessidades dos estudantes.

2.4.2. Oportunidades da IA na Educação Online

Apesar dos desafios, as oportunidades oferecidas pela IA na educação online são imensas e promissoras. A maior vantagem da IA é sua capacidade de personalizar o aprendizado de forma profunda e eficiente. Ao analisar o desempenho individual de cada aluno, a IA pode ajustar dinamicamente o conteúdo, o ritmo de ensino e o nível de dificuldade, proporcionando uma experiência de aprendizado verdadeiramente personalizada e adaptativa. Esse nível de personalização não apenas melhora os resultados acadêmicos, mas também aumenta o engajamento dos alunos, já que eles recebem materiais e instruções adequados ao seu nível e estilo de aprendizagem, mantendo-os motivados e envolvidos no processo educacional (ALBUQUERQUE; ABREU; LIMA, 2024).

Além disso, a automatização de tarefas repetitivas e administrativas que a IA oferece é uma oportunidade significativa para liberar recursos dentro das instituições educacionais (MACHADO, 2021). Ao automatizar processos como correção de tarefas, organização de

calendários e monitoramento de progresso, a IA permite que professores e administradores concentrem suas energias em atividades mais significativas, como o desenvolvimento de estratégias pedagógicas inovadoras e o acompanhamento mais próximo e personalizado dos alunos. A IA também pode oferecer feedback imediato, auxiliando tanto os alunos quanto os educadores na tomada de decisões rápidas e assertivas durante o processo de aprendizagem (BARBOSA, 2023).

Outro benefício é a expansão do acesso à educação, especialmente para alunos de regiões remotas ou aqueles que necessitam de maior flexibilidade em seus horários. A IA, por meio de salas de aula virtuais inteligentes e tutores automatizados, pode proporcionar suporte contínuo e personalizado, permitindo que estudantes com diferentes necessidades e limitações tenham acesso a uma educação de qualidade, independentemente de sua localização geográfica. Essa acessibilidade também pode ajudar a promover uma educação mais equitativa, onde barreiras físicas e socioeconômicas são minimizadas graças ao uso da tecnologia (ALBUQUERQUE; ABREU; LIMA, 2024).

Em suma, a IA na educação online representa um cenário de dupla face, com desafios importantes que precisam ser enfrentados para garantir a segurança, a equidade e a personalização do ensino, ao mesmo tempo que abre portas para inovações significativas que podem transformar a educação. Com uma implementação cuidadosa e ética, as instituições podem aproveitar ao máximo as oportunidades oferecidas pela IA revolucionando o ensino online e proporcionando uma experiência de aprendizado mais eficiente, acessível e adaptativa para uma gama mais ampla de estudantes.

2.5. Inteligência Artificial e o Ensino a Distância

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) no Ensino a Distância (EaD), especialmente sob a perspectiva de teorias construtivistas de aprendizado, representa uma transformação significativa na forma como o conhecimento é transmitido e absorvido em ambientes digitais. O construtivismo, que enfatiza o papel ativo do aluno na construção do próprio conhecimento, encontra na IA uma aliada poderosa, capaz de recriar a interação dinâmica e personalizada típica de uma sala de aula física (CARDOSO, 2023). Através de IA generativa, é possível desenvolver chatbots personalizados que simulam interações humanas em tempo real, oferecendo suporte contínuo aos estudantes. Esses chatbots atuam como assistentes virtuais, ajustando suas respostas com base no perfil do aluno, fornecendo feedback imediato e adaptando o conteúdo e o ritmo de aprendizado conforme a necessidade individual (BARBOSA, 2023). Dessa forma,

a IA pode romper com a rigidez tradicional das plataformas de ensino online, que frequentemente se limitam a uma abordagem estática e padronizada. Ao trazer mais flexibilidade e adaptabilidade, a IA permite que o ensino a distância se torne mais centrado no aluno, promovendo um ambiente de aprendizado interativo e responsivo, onde os estudantes podem tirar dúvidas a qualquer momento e ajustar suas jornadas de aprendizado de acordo com seu progresso e preferências (MELO, 2019). Este tópico é central para a proposta deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), ao demonstrar como a IA, especialmente a IA generativa, pode criar experiências de aprendizado mais humanizadas e eficazes, aproximando a educação online da riqueza de interações e personalizações típicas do ensino presencial, mas com o benefício adicional da flexibilidade e acessibilidade oferecidas pelo formato digital.

2.6. Modelos de Engajamento no Aprendizado

Os modelos de engajamento no aprendizado oferecem uma estrutura teórica essencial para compreender como os fatores cognitivos, emocionais e comportamentais contribuem para o sucesso educacional, especialmente em ambientes digitais. O Modelo de Engajamento Acadêmico, amplamente utilizado, postula que o engajamento é um fenômeno multifacetado que envolve a interação ativa dos estudantes com o conteúdo, colegas e instrutores, sendo influenciado por três dimensões principais: o engajamento cognitivo, que se refere ao esforço mental e ao processamento profundo de informações; o engajamento emocional, que está relacionado aos sentimentos de pertencimento, interesse e motivação; e o engajamento comportamental, que diz respeito à participação ativa nas atividades de aprendizado, como completar tarefas e colaborar em discussões (IRALA; ORTEGA, 2024). No contexto das plataformas educacionais online, a Inteligência Artificial (IA) generativa tem o potencial de impactar positivamente essas dimensões, oferecendo uma experiência mais personalizada e adaptada às necessidades de cada aluno. Através de chatbots inteligentes, como o proposto neste TCC, as interações podem ser moldadas para fornecer feedback contínuo e adaptativo, ajustando-se ao progresso individual e promovendo uma comunicação que simule o suporte de um tutor humano. Essa personalização não apenas aumenta o engajamento cognitivo, ao oferecer desafios adequados ao nível de cada aluno, mas também estimula o engajamento emocional, criando uma sensação de acompanhamento constante e suporte, o que pode elevar a motivação e o senso de pertencimento. O engajamento comportamental também é incentivado pela capacidade da IA de monitorar e incentivar a participação regular, fornecendo lembretes, sugestões e ajustando as atividades conforme necessário. Dessa forma, o chatbot proposto atua

como uma ferramenta poderosa para amplificar o engajamento dos estudantes, contribuindo para um ambiente de aprendizado mais interativo, dinâmico e eficaz, alinhado com as teorias de engajamento no aprendizado.

2.7. Ética no Uso de IA na Educação

A ética no uso de Inteligência Artificial (IA) na educação é um tópico crucial para garantir que a tecnologia seja aplicada de maneira responsável e alinhada aos princípios pedagógicos fundamentais. Nesta última seção do referencial teórico, abordam-se três aspectos principais: a privacidade dos dados, a transparência dos algoritmos e a responsabilidade de assegurar que a IA complemente, e não substitua, o papel ativo do estudante no processo de aprendizado. A privacidade de dados é especialmente sensível, pois plataformas educacionais que utilizam IA geram grandes volumes de informações sobre os estudantes, exigindo que as instituições adotem políticas rigorosas de proteção e uso responsável desses dados (BARBOSA et al., 2024). A transparência algorítmica também é essencial, uma vez que o funcionamento dos modelos de IA deve ser compreendido tanto pelos educadores quanto pelos alunos, de forma a evitar vieses e garantir a equidade no acesso ao aprendizado (FERNANDES et al., 2024). Outro ponto central é garantir que a IA, particularmente quando empregada em chatbots generativos, sirva como uma ferramenta de apoio que promova a autonomia dos estudantes em vez de comprometer sua capacidade crítica e participativa (CÓRDOVA, 2023). A IA deve ser utilizada para ampliar as oportunidades de aprendizado, oferecendo suporte personalizado e eficaz, mas sem criar uma dependência que substitua a interação humana essencial no processo educacional. Ao discutir esses pontos, é possível assegurar que a adoção da IA na educação ocorra de forma ética e sustentável, considerando não apenas os impactos imediatos, mas também as implicações de longo prazo sobre a autonomia dos estudantes, sua capacidade de desenvolver habilidades críticas, e as consequências sociais e educativas mais amplas. Portanto, ao analisar o uso ético da IA em ambientes educacionais, é fundamental garantir que a tecnologia seja um complemento que enriqueça o aprendizado, mantendo o foco no desenvolvimento humano e na justiça social.

3. METODOLOGIA

3.1. Tipologia e descrição geral dos métodos de pesquisa

3.1.1. Design Science Research (DSR).

A presente pesquisa adota a metodologia Design Science Research (DSR), reconhecida por sua abordagem sistemática e rigorosa para a concepção e desenvolvimento de artefatos. Fundamentada em princípios teóricos robustos, a DSR permite ao pesquisador não apenas investigar desafios em diversas áreas do conhecimento, mas também propor soluções concretas e aplicáveis. Conforme Dresch, Lacerda e Cauchick-Miguel (2019), a DSR centra-se no desenvolvimento de artefatos que englobam todas as criações humanas, destacando sua relevância para a ciência e a prática. Perez, Moura e Medola (2020) reforçam que esta metodologia se baseia na premissa de que a ciência deve ser orientada à proposição, construção e validação de artefatos, criando uma ponte sólida entre teoria e prática.

Segundo Paulo Cauchick (apud GODINHO e MARINHO, 2023), os artefatos gerados no contexto da DSR podem ser classificados em cinco categorias principais: constructos, modelos, métodos, instanciações e design propositions. Essas categorias foram amplamente discutidas por autores como March e Smith (1995) e Venable (2006). Constructos referem-se aos conceitos utilizados para descrever problemas ou soluções; modelos representam as relações estruturais que permitem compreender ou simular realidades; métodos oferecem diretrizes práticas para resolver problemas; instanciações validam os artefatos em contextos reais; e design propositions sistematizam regras tecnológicas que fortalecem o arcabouço teórico.

A DSR é amplamente reconhecida no campo das tecnologias da informação por sua eficácia em enfrentar problemas complexos e propor soluções inovadoras. Conforme Walls et al. (1992, apud DRESCH, LACERDA e CAUCHICK-MIGUEL, 2019), essa metodologia não apenas produz conhecimento sobre como projetar e implementar soluções, mas também contribui para o avanço de disciplinas como ciência da computação, administração e engenharia. Essa dualidade é fundamental para o desenvolvimento de sistemas avançados, como chatbots generativos para plataformas de educação online, ao possibilitar uma investigação estruturada sobre o impacto dessas tecnologias em contextos educacionais e tecnológicos.

Um aspecto distintivo da DSR é sua capacidade de transcender a mera resolução de problemas práticos, gerando conhecimento teórico ao testar e refinar artefatos em cenários reais (ENOBE et al., 2022). Assim, a DSR equilibra rigor acadêmico e relevância prática, alinhando a criação de soluções inovadoras à construção de novos paradigmas teóricos. Isso torna a metodologia especialmente eficaz para pesquisas aplicadas, como no desenvolvimento de plataformas educacionais inteligentes que utilizam inteligência artificial generativa para personalizar a experiência de aprendizado.

O processo de pesquisa na DSR é estruturado em cinco etapas sequenciais e iterativas, que fornecem ao pesquisador uma estrutura clara desde a concepção inicial até a avaliação e refinamento do artefato. As etapas incluem a identificação do problema, o desenvolvimento da solução, a demonstração, a avaliação e a comunicação dos resultados. Essa iteratividade permite que o artefato seja constantemente aprimorado com base no feedback dos usuários e nos resultados das avaliações. Assim, a DSR fomenta um ciclo contínuo de aprendizado e inovação.

Abaixo, a o Quadro 1 apresenta uma síntese dos tipos de artefatos definidos pelo paradigma da DSR, destacando sua aplicação e contribuição teórica:

Quadro 1 – Tipos de Artefatos

TIPO DE ARTEFATO	DEFINIÇÃO
Constructo	Conceitos e/ou vocabulários utilizados para descrever problemas ou especificar as respectivas soluções
Modelo	Conjunto de elementos e relações que representam a estrutura geral da realidade.
Método	Conjunto de diretrizes ou processos para resolver problemas ou executar atividades específicas
Instanciação	Implementação do(s) artefato (s) em seu ambiente real, evidenciando a viabilidade e eficácia dos artefatos.
Design Proposition	Regras ou diretrizes tecnológicas ou de projeto, consideradas contribuições teóricas da Design Science.

Fonte: Adaptado de Metodologia Científica para Engenharia (CAUCHICK, Paulo, 2019) e Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia (DRESCH, A. et al, 2015)

3.2. Caracterização e descrição dos instrumentos de Pesquisa

A Design Science Research (DSR) é uma metodologia amplamente reconhecida por seus dois objetivos fundamentais: a criação de soluções práticas (artefatos) para problemas específicos e a geração de conhecimento novo, tanto no âmbito técnico quanto científico (PIMENTEL, 2020). Essa abordagem metodológica tem sido amplamente aplicada em

diferentes campos acadêmicos e disciplinas, destacando-se pela sua capacidade de integrar relevância prática e rigor científico.

Embora existam variações na estrutura metodológica da DSR, a abordagem baseada em cinco etapas, amplamente defendida por Takeda et al. (1990) e Lacerda et al. (2013), será utilizada neste trabalho. As cinco etapas incluem Conscientização, Sugestão, Desenvolvimento, Avaliação e Conclusão. Cada etapa desempenha um papel essencial na condução da pesquisa, garantindo que as soluções propostas não apenas resolvam problemas práticos, mas também avancem o conhecimento acadêmico. Além disso, o processo de pesquisa na DSR é sequencial e iterativo, fornecendo uma estrutura clara desde a concepção inicial até a avaliação e refinamento do artefato. Essa característica iterativa permite que o artefato seja continuamente aprimorado com base no feedback dos usuários e nos resultados das avaliações, promovendo um ciclo contínuo de aprendizado e inovação. Hevner et al. (2004) destacam que o ciclo central de design na DSR "itera entre as atividades centrais de construção e avaliação dos artefatos e processos de design da pesquisa", ressaltando a importância da iteração para o aprimoramento contínuo dos artefatos desenvolvidos. Essa abordagem assegura que o artefato final não apenas resolva o problema identificado, mas também se adapte e melhore continuamente, incorporando insights obtidos durante todo o processo de pesquisa. A escolha dessa abordagem reflete sua clareza e eficácia para atingir os objetivos deste estudo, sendo descrita no Quadro 2, que apresenta uma visão geral das etapas, seguida por um detalhamento individual de cada uma.

Quadro 2 – As 5 Etapas da Design Science Research com Iteração e Refinamento

ETAPA	DESCRIÇÃO	ITERAÇÃO E REFINAMENTO
Conscientização	Definição do problema	Reavaliação com base em feedback posterior
Sugestão	Proposição de soluções	Ajustes baseados em feedback do desenvolvimento
Desenvolvimento	Construção do artefato	Refinamentos contínuos durante os testes
Avaliação	Testes de eficácia e eficiência	Resultados da avaliação orientam ajustes e melhorias no artefato
Conclusão	Formalização e comunicação de resultados	Descobertas iniciam novos ciclos de pesquisa

Fonte: Elaboração própria, baseada em Takeda et al. (1990), Lacerda et al. (2013) e Hevner et al. (2004).

I. Conscientização

A etapa de conscientização na Design Science Research (DSR) é dedicada ao entendimento e definição clara do problema a ser investigado (LACERDA, 2013, apud ROMME, 2003). Essencial no processo de DSR, esta fase permite aos pesquisadores explorar profundamente o problema, analisando como o contexto externo interage com os artefatos propostos e identificando as nuances que influenciam essas interações.

No contexto desta pesquisa, o foco recai sobre a implementação e eficácia das ferramentas de IA generativa no ambiente da educação online. O artefato em estudo é um sistema de chatbot inteligente, projetado para personalizar e melhorar a experiência de aprendizado. A questão central é compreender como a IA generativa pode ser aplicada para simular a interação humana de forma eficaz, proporcionando suporte educacional que não só atende, mas também antecipa as necessidades dos alunos. O objetivo é combinar a personalização e interatividade proporcionadas pela IA com a eficiência e escalabilidade necessárias em plataformas educativas online, visando otimizar o aprendizado enquanto se mantém a qualidade e a confiabilidade do conteúdo educacional.

II. Sugestão

A etapa de sugestão no Design Science Research (DSR) tem como objetivo a formulação de uma solução para o problema identificado, baseada nas observações feitas durante a fase de conscientização (MANSON, 2006). Neste estudo, a proposta consiste na implementação de um chatbot baseado em IA generativa para auxiliar na personalização da experiência de aprendizado em ambientes educacionais online. A escolha por um chatbot se deve à sua capacidade de processar linguagem natural e oferecer respostas contextualizadas, contribuindo para a interatividade das plataformas educacionais.

O chatbot será desenvolvido a partir de um modelo de IA generativa previamente treinado, adaptado para responder a perguntas relacionadas ao conteúdo educacional disponibilizado na plataforma AEB Escola. Sua implementação será orientada por princípios de aprendizado adaptativo, buscando oferecer suporte imediato com base no material didático fornecido. Para avaliar sua eficácia, serão conduzidos testes que permitirão verificar a precisão e o tempo das respostas.

Além disso, ajustes no funcionamento do chatbot poderão ser realizados ao longo do desenvolvimento, com base nos resultados obtidos nos testes iniciais. Esse processo iterativo

garantirá que a ferramenta atenda aos objetivos propostos, alinhando-se às necessidades da plataforma educacional e dos alunos. Dessa forma, a pesquisa pretende demonstrar a viabilidade da aplicação de IA generativa no suporte ao aprendizado online, sem substituir o papel dos professores, mas complementando a experiência educacional por meio da automatização de interações (PIMENTEL, 2020).

III. Desenvolvimento

A fase de desenvolvimento no Design Science Research (DSR) é dedicada à construção e estruturação efetiva do artefato, que pode se manifestar de várias formas, como protótipos, software, ou sistemas de análise de dados, todos projetados para abordar de maneira prática e eficiente o problema identificado (LACERDA, 2013, apud SIMON, 1996, MANSON, 2006). Este processo é essencial para transformar as teorias e conceitos delineados nas etapas anteriores em soluções tangíveis e operacionais.

Neste estudo específico, o foco do desenvolvimento reside na criação de um sistema de IA generativa ajustado para personalizar a interação e o conteúdo educacional em plataformas online. Durante esta fase, serão conduzidos testes extensivos para avaliar a capacidade do sistema de simular a interação humana de maneira eficaz, adaptando-se às variadas demandas pedagógicas. Este processo incluirá a configuração do sistema para que possa entender e responder a complexidades pedagógicas e nuances no material de ensino.

Para melhorar a precisão e o desempenho da ferramenta, serão usadas técnicas avançadas de *engenharia de prompts*, ou *prompt engineering*, que ajudam a tornar as respostas da IA mais precisas e úteis. Basicamente, isso envolve criar e ajustar cuidadosamente as perguntas ou comandos dados à IA, para garantir que ela entenda e responda de forma mais eficiente. Esse processo é feito por meio de várias tentativas e ajustes, o que ajuda a ferramenta a aprender e melhorar com o tempo. Assim, a ferramenta não apenas se torna mais precisa, mas também garante que as respostas estejam alinhadas com os objetivos de ensino, tornando a solução não apenas funcional, mas também pedagogicamente válida.

IV. Avaliação

Durante a etapa de avaliação, será realizada uma análise detalhada dos resultados gerados pelo artefato, com o objetivo de verificar sua eficácia na resolução do problema definido. Conforme descrito por Lacerda (2013), essa análise será baseada em métricas

específicas que permitem mensurar o desempenho do sistema e avaliar a efetividade das soluções propostas. As métricas adotadas para essa avaliação serão a taxa de precisão, o tempo de resposta e a estabilidade operacional. A precisão será medida de forma comparativa com o material fornecido, um documento PDF que resume, segmenta e estrutura o conteúdo das aulas do curso. Essa comparação garantirá que as respostas geradas pela solução de IA sejam consistentes e alinhadas ao conteúdo educacional proposto. Já o tempo das respostas será monitorado para avaliar a agilidade do sistema em fornecer as informações solicitadas. A estabilidade operacional será avaliada pelo bom funcionamento contínuo do chatbot, sem falhas ou interrupções significativas. A análise não se limitará a identificar os pontos positivos, mas também buscará reconhecer áreas que não atenderam às expectativas, criando uma base para ajustes necessários.

Esse processo de avaliação será essencial para determinar se os objetivos gerais e específicos, previamente estabelecidos, foram de fato alcançados. A atenção será especialmente voltada para a qualidade e confiabilidade dos conteúdos educacionais gerados pela IA, assegurando que estes cumpram os padrões pedagógicos exigidos. Assim, a avaliação não só confirmará a adequação do artefato em termos de conteúdo educacional, mas também validará a robustez da tecnologia em proporcionar uma experiência de aprendizado consistente e eficiente.

V. Conclusão

A fase final, a conclusão, é dedicada a sintetizar e comunicar o processo completo de pesquisa, conforme delineado por Dresch et al. (2015). Este passo crucial envolve resumir os aprendizados fundamentais, os desafios enfrentados e os resultados alcançados ao longo do estudo. A conclusão tem um papel vital não só na articulação das descobertas para a comunidade acadêmica, mas também para os profissionais da área, proporcionando insights valiosos que podem orientar futuras investigações e práticas.

Neste estágio, o foco é não apenas refletir sobre o progresso feito, mas também em gerar recomendações baseadas nas evidências coletadas, com o objetivo de inspirar e direcionar pesquisas subsequentes. Assim, esta etapa renova o ciclo de Design Science Research, incentivando a contínua evolução e aperfeiçoamento de soluções e artefatos tecnológicos. O compromisso com a melhoria contínua é fundamental para assegurar que as futuras inovações sejam ainda mais eficazes e alinhadas com as necessidades emergentes no campo da educação online.

3.3. Caracterização da Organização

A Agência Espacial Brasileira (AEB), criada em 1994, é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), cuja missão central é a coordenação e execução da Política Espacial Brasileira. Como principal órgão responsável pelo setor espacial no Brasil, a AEB desempenha um papel estratégico no desenvolvimento de capacidades nacionais em ciência, tecnologia e inovação, com vistas a promover o progresso socioeconômico e tecnológico do país. Sua atuação abrange desde a formulação de políticas e programas espaciais até a articulação de parcerias internacionais e a promoção de iniciativas que ampliem a participação brasileira no cenário global.

Entre os projetos educacionais da AEB, destaca-se o Programa AEB Escola, instituído em 2004. Este programa foi concebido com o objetivo de aproximar o Programa Espacial Brasileiro de estudantes de diversos níveis de ensino, desde a educação básica até o ensino técnico e superior. A iniciativa reflete o compromisso da AEB em despertar nos jovens o interesse por ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM), áreas essenciais para o desenvolvimento do setor espacial e da sociedade como um todo. Ao incentivar a formação de novas gerações de profissionais capacitados, a AEB contribui diretamente para a ampliação da base científica e tecnológica do Brasil.

O Programa AEB Escola se destaca pela diversidade e abrangência de suas ações educativas, que incluem a oferta de cursos, oficinas, palestras inspiradoras e a produção de materiais didáticos voltados para temas espaciais. Por meio dessas atividades, a agência busca não apenas transmitir conhecimento técnico, mas também instigar a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes, estimulando a criatividade e a inovação. Uma das ferramentas mais relevantes nesse contexto é o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), uma plataforma digital que disponibiliza recursos interativos para educadores e alunos. Este ambiente facilita o acesso a conteúdo de alta qualidade sobre o espaço, promovendo uma experiência de aprendizado enriquecedora e adaptada às demandas do mundo contemporâneo.

Através dessas iniciativas, a AEB reafirma seu compromisso com a formação de cidadãos preparados para enfrentar os desafios do século XXI, ao mesmo tempo em que contribui para a popularização da ciência e a valorização das carreiras tecnológicas. O Programa AEB Escola, ao conectar o fascinante universo do espaço às salas de aula brasileiras, não apenas promove a educação científica, mas também fortalece a percepção da importância do setor espacial como motor do desenvolvimento nacional. Assim, a AEB se posiciona como um agente

transformador, catalisando o engajamento de jovens talentos em um dos campos mais promissores da ciência e tecnologia.

3.4. População e Amostra

Este estudo foca na comunidade educacional associada ao Programa AEB Escola, abrangendo um público diversificado que inclui estudantes da educação básica, ensino técnico e superior. Essa população representa um grupo estratégico para a análise, dada a sua relação direta com os objetivos do programa, que busca promover a disseminação do conhecimento científico e tecnológico relacionado ao espaço. O objetivo principal da pesquisa é avaliar a integração de um chatbot de IA generativa no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) da AEB Escola Virtual, explorando como essa tecnologia pode enriquecer as funcionalidades educacionais e ampliar o impacto do programa.

Para atingir esses objetivos, será desenvolvido e implementado um chatbot de inteligência artificial generativa, projetado especificamente para operar no contexto do AVA. Este artefato digital tem como propósito facilitar uma interação dinâmica, responsiva e personalizada com os usuários, oferecendo suporte em tempo real para resolver dúvidas, atender necessidades e promover uma experiência educacional mais eficiente. Além de melhorar a funcionalidade pedagógica, o sistema visa aumentar o engajamento dos usuários com a plataforma, ampliando sua atratividade e acessibilidade para diferentes segmentos da população educacional.

O desenvolvimento do chatbot será orientado por tecnologias avançadas, como processamento de linguagem natural (NLP) e aprendizado de máquina (ML), que permitirão ao sistema compreender e responder de maneira eficaz às diversas demandas educacionais. Essa abordagem tecnológica garante que o chatbot não apenas atenda a questões práticas, mas também estimule um ambiente de aprendizado mais interativo e envolvente. O foco estará em maximizar o potencial do chatbot para disseminar conhecimentos sobre ciências e tecnologias espaciais, ao mesmo tempo em que desperta o interesse dos estudantes por esses temas estratégicos.

A avaliação da implementação do chatbot será baseada em métricas específicas e objetivas, incluindo a taxa de precisão e o tempo das respostas. A análise desses indicadores permitirá compreender de forma mais aprofundada o potencial da IA generativa em ambientes educacionais e identificar áreas para refinamento. Além disso, essa avaliação oferecerá insights

valiosos para o desenvolvimento de diretrizes aplicáveis a futuras implementações de tecnologias educacionais inovadoras.

Com este estudo, espera-se contribuir significativamente para o avanço da integração de IA na educação, fornecendo evidências concretas sobre como tecnologias emergentes podem transformar plataformas educacionais em ferramentas mais eficazes e inclusivas. Os resultados também têm o potencial de informar políticas e práticas voltadas à modernização da educação no Brasil, com ênfase no fortalecimento do ensino científico e tecnológico. Por fim, a pesquisa visa demonstrar como iniciativas como o Programa AEB Escola podem se beneficiar de inovações tecnológicas para ampliar sua relevância e impacto social.

3.5. Procedimento de Coleta de Dados

A fase de desenvolvimento do chatbot generativo para o Programa AEB Escola requer a construção de uma base de dados robusta, abrangente e alinhada com as necessidades educacionais do público-alvo. Essa base será alimentada principalmente pelo conteúdo do curso "Introdução à Geopolítica Aeroespacial - 1ª Turma/2024", proveniente das videoaulas, que foram transcritas, resumidas e estruturadas em um documento PDF. Além disso, o acervo incluirá materiais diversificados, como textos, slides e outros conteúdos educativos. O processo de coleta e organização desses dados será viabilizado pelo uso de tecnologias avançadas de inteligência artificial generativa, como o plugin Video Summarizer e o Notebook LM do Google, que desempenharão um papel essencial na transformação dos conteúdos dispersos em uma estrutura coesa e acessível.

As tecnologias de IA generativa foram aplicadas para transcrição das videoaulas e extração automatizada das informações relevantes desses materiais. Esse processo permitiu a conversão do conteúdo em formatos estruturados, otimizados para o treinamento do chatbot, garantindo sua capacidade de fornecer respostas precisas e contextualizadas. A utilização dessas ferramentas não apenas melhora a eficiência da coleta e organização de dados, mas também assegura a qualidade do conteúdo que servirá como base para as interações educativas promovidas pela solução, alinhando-o às necessidades pedagógicas do curso.

A relevância e a adequação do conteúdo que alimentará o chatbot dependem de uma seleção criteriosa. Nesse sentido, seria enriquecedor a realização de reuniões colaborativas com os educadores e a equipe de desenvolvimento da plataforma. Esses encontros teriam o objetivo de discutir e validar os materiais a serem utilizados, alinhando-os às expectativas dos usuários e às necessidades pedagógicas específicas do programa. A participação ativa dos educadores é

um aspecto crucial, pois eles possuem um entendimento profundo sobre o conteúdo e o público atendido, contribuindo diretamente para a personalização e relevância das respostas do chatbot.

Essa abordagem colaborativa e iterativa na coleta de dados é indispensável para o sucesso do projeto. Ao integrar os educadores e a equipe técnica no processo de curadoria dos conteúdos, assegura-se que o chatbot não apenas seja um recurso funcional, mas também uma ferramenta pedagógica de alta qualidade e impacto. Tal cuidado reflete o compromisso em criar um ambiente de aprendizado virtual que enriqueça a experiência dos estudantes e amplie as possibilidades educacionais oferecidas pelo Programa AEB Escola. Dessa forma, a coleta de dados é mais do que uma etapa técnica; é um processo estratégico e humano que fundamenta a eficácia e a relevância do chatbot como solução inovadora no campo da educação digital.

3.6. Análise de Dados

A análise de dados desempenhou um papel central neste projeto, permitindo avaliar a eficácia do chatbot generativo como ferramenta educacional. O processo teve como foco a comparação entre os resultados gerados pelo chatbot e os materiais educacionais disponibilizados na plataforma AEB Escola. A avaliação foi realizada manualmente, garantindo uma verificação detalhada da capacidade do sistema em reproduzir e personalizar conteúdos educacionais, além de identificar possíveis lacunas e oportunidades de aprimoramento. Essa metodologia foi essencial para compreender o desempenho inicial do chatbot e orientar ajustes necessários para otimizar sua funcionalidade.

Uma das principais métricas utilizadas na análise foi a taxa de precisão, que verificou a correção e relevância das respostas fornecidas pelo chatbot em relação ao conteúdo base. Durante os testes, cada resposta gerada foi comparada com as informações do curso "Introdução à Geopolítica Aeroespacial - 1ª Turma/2024", garantindo que houvesse coerência e alinhamento com os materiais oficiais. O tempo de resposta também foi analisado, permitindo avaliar a agilidade do sistema na geração de respostas e sua adequação para um ambiente educacional, onde a fluidez das interações influencia diretamente a experiência do usuário. Além disso, a estabilidade operacional foi mensurada para garantir que o chatbot funcionasse sem interrupções ou falhas, verificando seu desempenho ao lidar com múltiplas requisições simultâneas e diferentes tipos de consultas.

A implementação do chatbot utilizou diversas ferramentas tecnológicas, sendo a OpenAI API a responsável por fornecer acesso ao modelo de linguagem GPT para a geração de

respostas¹. Essa API possibilita a integração de inteligência artificial em diferentes aplicações e oferece suporte para o processamento de linguagem natural, permitindo que o chatbot compreenda e responda às perguntas dos usuários com alta precisão. Para o desenvolvimento e testes, foi utilizado o Google Colab, uma plataforma baseada em nuvem que possibilita a execução de códigos em Python sem necessidade de configurações avançadas de hardware local². O Google Colab também facilitou a integração com o Google Drive, garantindo acesso centralizado e seguro aos arquivos utilizados no projeto.

Durante o desenvolvimento do chatbot, foram utilizadas técnicas de segmentação de texto, incluindo a divisão do conteúdo educacional em unidades menores, conhecidas como "chunks". O conceito de chunking refere-se à fragmentação de textos extensos em partes menores e mais gerenciáveis, garantindo que a IA possa processar as informações de maneira eficiente e contextualizada. Esse processo permite otimizar o desempenho do chatbot ao lidar com consultas complexas, garantindo que as respostas sejam coerentes e alinhadas com o material original. Além disso, a engenharia de prompts foi empregada para aprimorar a interação do chatbot com os usuários, refinando as perguntas e instruções fornecidas ao modelo de IA para maximizar a qualidade das respostas geradas.

A análise iterativa dos dados foi fundamental para o aprimoramento contínuo do chatbot, possibilitando ajustes progressivos em sua base de conhecimento e no processamento das informações. O refinamento das respostas foi realizado a partir da avaliação detalhada das interações, permitindo que o chatbot se tornasse progressivamente mais eficiente e preciso na assistência aos estudantes. Dessa forma, o processo de análise não apenas validou a eficácia do chatbot, mas também forneceu diretrizes valiosas para futuras implementações de inteligência artificial em ambientes educacionais.

¹ OpenAI API: <https://openai.com/>

² Google Colab: <https://colab.research.google.com/>

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento do Chatbot Educacional

O desenvolvimento do projeto teve início após inúmeras conversas com o orientador e colegas desenvolvedores da Coordenação de Tecnologia da Informação (CTI) da Agência Espacial Brasileira (AEB), culminando em um esforço colaborativo para criar um chatbot baseado em Inteligência Artificial Generativa. Esse artefato foi concebido para atuar como um suporte dinâmico à plataforma educacional AEB Escola, com o objetivo de personalizar e enriquecer a experiência de aprendizado dos estudantes. A escolha do curso "Introdução à Geopolítica Aeroespacial - 1ª Turma/2024" como base proporcionou um conteúdo relevante e alinhado às metas educacionais do projeto, servindo como ponto de partida para a estruturação do chatbot.

O projeto foi inteiramente desenvolvido utilizando a linguagem de programação Python, escolhida por sua versatilidade, simplicidade e ampla adoção em projetos de aprendizado de máquina e Inteligência Artificial. Python oferece suporte robusto a bibliotecas especializadas para Processamento de Linguagem Natural (PLN), manipulação de dados e integração com APIs, como as da OpenAI. Além disso, sua sintaxe acessível facilita o desenvolvimento colaborativo e a rápida prototipagem, tornando-a ideal para um ambiente acadêmico e de pesquisa como este.

O desenvolvimento foi norteado pela aplicação da metodologia Design Science Research (DSR), que oferece uma estrutura robusta para pesquisas tecnológicas voltadas à criação e avaliação de artefatos inovadores. Essa abordagem metodológica integrou rigor acadêmico e relevância prática, orientando cada etapa do projeto tanto para solucionar o problema identificado quanto para gerar conhecimento aplicável. A seguir, detalhamos como cada fase da DSR foi aplicada, estabelecendo conexões diretas com o desenvolvimento técnico e pedagógico do chatbot.

4.1.1. Conscientização do Problema

A etapa de conscientização do problema consistiu em identificar as principais limitações da plataforma educacional AEB Escola no que tange ao suporte oferecido aos estudantes. Após discussões com o orientador e profissionais da Coordenação de Tecnologia da Informação (CTI) da Agência Espacial Brasileira, constatou-se que os alunos enfrentavam desafios em acessar

informações específicas e obter respostas rápidas para dúvidas relacionadas ao conteúdo das aulas.

Essa análise levou à formulação do problema principal: a ausência de uma ferramenta dinâmica e personalizada que pudesse auxiliar os estudantes na compreensão dos conteúdos educacionais da AEB Escola. Esse desafio foi ainda mais evidente ao se considerar que o suporte direto de tutores humanos nem sempre era viável, dada a escala da plataforma.

Com base nesses fatores, definiu-se o objetivo de criar um chatbot educacional que pudesse atuar como tutor virtual, integrando tecnologias de Inteligência Artificial Generativa para responder dúvidas e orientar os alunos.

4.1.2. Sugestão

A fase de sugestão visou propor uma solução viável para o problema identificado. A escolha por um chatbot baseado em GPT foi fundamentada em sua capacidade de processar linguagem natural e oferecer respostas claras e contextualizadas. Essa decisão foi reforçada pelo fato de que o conteúdo do curso "Introdução à Geopolítica Aeroespacial - 1ª Turma/2024" poderia ser utilizado como base de dados para alimentar o modelo, permitindo uma implementação prática e direcionada.

Para viabilizar a solução, foi estruturado um processo robusto de coleta, organização e preparação dos dados. As 11 videoaulas do curso foram transcritas utilizando o plugin video summarizer, uma ferramenta integrada ao ChatGPT 4. Essa ferramenta permite tanto a geração de resumos automáticos, destacando os conceitos-chave abordados nos vídeos, quanto a transcrição integral do conteúdo, garantindo que nenhuma informação relevante fosse perdida. Após a transcrição, o material passou por uma etapa de limpeza e formatação, na qual duplicidades foram removidas, erros corrigidos e o conteúdo foi reescrito e segmentado por tópicos resultando num documento de 29 páginas, facilitando sua organização e integração com o chatbot.

Além disso, ferramentas como o Notebook LM do Google, utilizado para resumir e sintetizar informações automaticamente, facilitaram a organização e preparação do material. Esse recurso foi essencial para transformar conteúdos extensos em dados mais concisos e gerenciáveis. Já o Google Drive desempenhou um papel central no armazenamento e gestão dos arquivos PDF, permitindo o acesso centralizado, seguro e integrado ao ambiente de desenvolvimento do chatbot. Essas ferramentas, combinadas, garantiram maior eficiência e preparo técnico durante o projeto.

4.1.3. Desenvolvimento Técnico

O chatbot foi projetado para atuar como uma interface intuitiva entre o aluno e o conteúdo educacional. Ao utilizar o material previamente carregado, ele responde perguntas com base nos textos transcritos, destacando os principais pontos de cada aula e direcionando os usuários para aprofundamentos específicos quando necessário. Além disso, o sistema busca replicar a abordagem de um tutor humano, oferecendo explicações simplificadas e incentivando o engajamento contínuo com o conteúdo.

Entre os benefícios esperados, destacam-se: a redução de dúvidas não respondidas devido à falta de interação direta com professores, o aumento da autonomia do estudante e o estímulo ao aprendizado autodirigido. O chatbot também visa ser uma ferramenta complementar para reforçar o conteúdo das aulas, promovendo maior retenção e compreensão por parte dos alunos.

A etapa de desenvolvimento envolveu a construção do protótipo do chatbot em um ambiente controlado. O projeto foi implementado no Google Colab³, uma plataforma online que permite a execução de códigos em Python diretamente no navegador, eliminando a necessidade de configurações locais complexas. Essa escolha foi estratégica, pois o Colab oferece suporte integrado a bibliotecas específicas para funções de extração, processamento e geração de respostas, além de facilitar o acesso a arquivos armazenados no Google Drive e a integração com a API da OpenAI.

Durante o desenvolvimento técnico, a abordagem iterativa desempenhou um papel central. A cada ciclo de testes, foram identificados pontos de melhoria que levaram à otimização do código, redução do tempo de resposta e maior precisão nas interações. Por exemplo, os ciclos de iteração permitiram o refinamento dos prompts utilizados pelo chatbot, garantindo maior alinhamento entre as perguntas dos usuários e as respostas geradas. Além disso, foram realizadas melhorias progressivas no processamento de dados e no treinamento do modelo, assegurando que o protótipo evoluísse de forma alinhada às demandas técnicas e pedagógicas. Esse processo contínuo de refinamento simplificou a integração das funcionalidades e garantiu que o chatbot atendesse aos objetivos propostos de maneira eficiente e escalável.

O ambiente também possibilitou ajustes em tempo real no chatbot, simplificando o processo iterativo de desenvolvimento e testes. O código foi estruturado para atender a três

1.1. ³ Link para acesso do projeto “Chatbot AEB escola / TCC - Isaque Davi” no Google Colab:

https://colab.research.google.com/drive/1JaOveMIS4dPM6_CyVPqFBYQhD112ul7H?usp=sharing

principais objetivos: coleta de dados, integração com IA e interação com os usuários, garantindo uma abordagem eficiente e escalável para o desenvolvimento do protótipo.

I. Instalação e Configuração de Dependências

O primeiro passo foi garantir que todas as dependências necessárias fossem instaladas ou atualizadas. Isso incluiu o uso de PyMuPDF para extração de texto de PDFs e da biblioteca OpenAI para integração com o modelo GPT-4o. Os comandos utilizados foram:

Figura 1- Instalação e Configuração de Dependências

```
# Instalações necessárias
!pip uninstall fitz -y
!pip install PyMuPDF openai
!pip install --upgrade openai
```

Fonte: Elaboração própria

II. Importação das Bibliotecas Necessárias

Em seguida, foram importadas as bibliotecas essenciais para o funcionamento do sistema. Isso incluiu ferramentas para manipulação de PDFs, integração com o Google Drive, e comunicação com a API da OpenAI.

Figura 2 - Importação das Bibliotecas Necessárias

```
# Importar as bibliotecas necessárias
import fitz
from google.colab import drive
import openai
from IPython.display import display
import ipywidgets as widgets
import os
```

Fonte: Elaboração própria

III. Configuração da API da OpenAI

A chave da API da OpenAI foi configurada como uma variável de ambiente para garantir segurança e facilitar o acesso durante a execução do código. A configuração foi feita utilizando os seguintes comandos:

Figura 3 - Configuração da API da OpenAI

```
# Configurar a chave da API como variável de ambiente
os.environ["OPENAI_API_KEY"] = "uma chave privada foi utilizada"

# Configurar a chave da API a partir da variável de ambiente
openai.api_key = os.getenv("OPENAI_API_KEY")
```

Fonte: Elaboração própria

IV. Montagem do Google Drive

Para acessar os arquivos PDF que contêm o conteúdo educacional, o Google Drive foi montado. Isso permitiu que o arquivo desejado fosse localizado e processado pelo chatbot.

Figura 4 - Montagem do Google Drive

```
# Autenticação e montagem do Google Drive
drive.mount('/content/drive')
```

Fonte: Elaboração própria

V. Definição do Caminho do Arquivo PDF

O caminho do arquivo PDF contendo as transcrições resumidas foi definido para que pudesse ser acessado e processado pelo sistema. A transcrição foi realizada a partir das videoaulas do curso, utilizando plugins como o Video Summarizer do ChatGPT para converter o áudio em texto. Após a transcrição, os dados foram tratados, reescritos e estruturados para garantir maior clareza e coerência no material final. O arquivo gerado possui um total de 29 páginas, organizadas de forma estruturada para facilitar a extração e segmentação do conteúdo pelo chatbot.

Figura 5 - Definição do Caminho do Arquivo PDF

```
# Caminho do arquivo PDF no Google Drive
pdf_path = '/content/drive/My Drive/Aulas AEB - ESCOLA/Transcrição resumida aulas aeb escola.pdf'
```

Fonte: Elaboração própria

VI. Função para Extração de Texto do PDF

Foi desenvolvida uma função para extrair o texto de arquivos PDF utilizando a biblioteca PyMuPDF, uma ferramenta eficiente para ler e manipular documentos PDF. A função percorre cada página do arquivo, identificando e extraindo o texto contido em cada uma delas. Após a extração, os trechos de texto são combinados em uma única sequência contínua de caracteres (string), facilitando o tratamento do conteúdo como um bloco único. Isso otimiza o processamento subsequente pelo chatbot, permitindo que ele manipule o texto de maneira mais eficiente, conforme ilustrado na figura 6:

Figura 6 - Função para Extração de Texto do PDF

```
# Função para extrair texto do PDF
def extract_text_from_pdf(pdf_path):
    """
    Extrai o texto de um arquivo PDF usando PyMuPDF.
    """
    doc = fitz.open(pdf_path)
    text = ""
    for page in doc:
        text += page.get_text()
    doc.close()
    return text

# Extrair o texto do PDF
pdf_content = extract_text_from_pdf(pdf_path)
```

Fonte: Elaboração própria

VII. Estruturação do Conteúdo Extraído

O conteúdo extraído do PDF foi dividido em partes menores para facilitar sua utilização no chatbot. A divisão foi feita por parágrafos.

Figura 7 - Estruturação do Conteúdo Extraído

```
# Estruturar o conteúdo para uso no chatbot
# Aqui, o texto extraído será dividido em partes para facilitar o uso no prompt.
content_chunks = pdf_content.split("\n\n") # Dividindo por parágrafos
```

Fonte: Elaboração própria

VIII. Definição do Contexto do Chatbot

O contexto do chatbot foi configurado para garantir que suas respostas fossem didáticas, precisas e baseadas no conteúdo extraído do PDF. O contexto foi definido da seguinte forma:

Figura 8 - Definição do Contexto do Chatbot

```
# Definir o contexto do chatbot
chatbot_context = """
Você é um assistente virtual de um projeto educacional chamado AEB Escola, uma iniciativa da Agência Espacial Brasileira (AEB).
A missão do projeto é proporcionar educação gratuita de alta qualidade, focada em temas como ciência, astronomia e matemática,
principalmente para um público interessado em áreas de conhecimento aeroespacial.

Sua principal função é responder a perguntas feitas por alunos que estão interagindo com os cursos e materiais disponibilizados
pela plataforma online da AEB Escola. Você deve atuar como professor com excelente didática, respondendo de maneira clara,
precisa e explicativa, simplificando conceitos e tornando-os acessíveis.

Você tem à sua disposição o conteúdo do curso, extraído de documentos PDF. Seu objetivo é usar o material disponível para
fornecer respostas curtas, diretas e explicativas. Se o conteúdo do PDF não for suficiente, sugira onde o aluno pode encontrar
mais informações no material ou busque esclarecer da melhor forma possível.
"""
```

Fonte: Elaboração própria

IX. Função para Geração de Respostas

A principal função do chatbot utiliza o modelo GPT-4o para gerar respostas com base no contexto definido e na pergunta do usuário. O código seleciona os primeiros chunks do conteúdo extraído do PDF, dividindo o texto em parágrafos e escolhendo até cinco deles para compor o contexto da resposta. O número de chunks utilizados é controlado pela variável

`chunk_size`, que define um limite máximo de cinco partes. Dessa forma, a resposta gerada é baseada no segmento inicial do conteúdo extraído, o que pode influenciar a precisão das informações fornecidas pelo chatbot. Para aprimorar esse processo, futuras implementações poderiam incluir um mecanismo de recuperação mais avançado, capaz de ranquear e selecionar os chunks mais relevantes para cada pergunta.

Figura 9 - Função para Geração de Respostas

```
# Função para gerar respostas com base no contexto e na pergunta do usuário
def chatbot_response(user_question, context_chunks):
    """
    Gera uma resposta baseada na pergunta do usuário e no conteúdo do PDF, com o contexto do chatbot.
    """
    try:
        # Limitar o tamanho do contexto para não exceder os limites de tokens da API
        chunk_size = min(len(context_chunks), 5) # No máximo 5 partes ou menos
        relevant_content = '\n'.join(context_chunks[:chunk_size])

        messages = [
            {"role": "system", "content": chatbot_context}, # Contexto do chatbot
            {"role": "user", "content": f"Conteúdo extraído:\n{relevant_content}"}, # Contexto do PDF
            {"role": "user", "content": user_question}, # Pergunta do usuário
        ]

        response = openai.chat.completions.create(
            model="gpt-4o",
            messages=messages,
            max_tokens=500,
            temperature=0.7,
        )
        return response.choices[0].message.content
    except Exception as e:
        return f"Erro ao processar a resposta: {str(e)}"
```

Fonte: Elaboração própria

X.Interface do Usuário no Google Colab

Uma interface simples foi implementada para permitir que os usuários interajam com o chatbot diretamente no terminal do Google Colab. O `input()` foi utilizado para capturar perguntas, e o `print()` para exibir as respostas.

Figura 10 - Interface do Usuário no Google Colab

```
#Interface
def chat_colab():
    """
    Interface interativa no Google Colab para o chatbot da AEB Escola.
    """
    print("Chatbot da AEB Escola iniciado! Digite sua pergunta abaixo ou 'sair' para encerrar.")
    while True:
        # Campo de entrada para perguntas
        question = input("Você: ")
        if question.lower() == "sair":
            print("Encerrando o chatbot. Até logo!")
            break
        else:
            response = chatbot_response(question, content_chunks)
            print(f"Chatbot: {response}")

# Executar o chatbot
chat_colab()
```

Fonte: Elaboração própria

4.1.4. Avaliação

A avaliação do protótipo do chatbot foi conduzida com uma abordagem detalhada e técnica, buscando aferir sua eficácia e robustez sob diferentes aspectos. Três métricas principais nortearam essa análise:

- **Taxa de Precisão:** Representando o percentual de respostas que estavam alinhadas ao conteúdo do material base, essa métrica foi avaliada manualmente por meio da comparação direta entre as respostas geradas e as informações do curso "Introdução à Geopolítica Aeroespacial".
- **Tempo de Resposta:** O tempo médio necessário para que o chatbot processasse e fornecesse uma resposta foi avaliado como um indicador essencial de fluidez e eficiência nas interações.
- **Estabilidade Operacional:** Foram verificadas falhas ou erros durante a execução, com ênfase na análise do desempenho em tarefas complexas, como a manipulação de arquivos PDF e a geração de respostas coerentes pelo modelo GPT.

Os resultados da avaliação foram satisfatórios, evidenciando que o chatbot apresentava bom desempenho em cenários mais simples e objetivos, atendendo às expectativas iniciais. Foram também identificadas oportunidades de melhoria, como a ampliação da base de dados e a adaptação para lidar com questões mais complexas, que demandam respostas mais integradas e refinadas. Esses resultados serão detalhados posteriormente, proporcionando uma visão mais aprofundada dos dados coletados e das implicações para o desenvolvimento do sistema.

Iteração e Refinamento

Com base nas observações da avaliação e da demonstração, iniciou-se um ciclo de iteração e refinamento, com foco na evolução contínua do protótipo. As melhorias foram guiadas por três pilares principais:

- I. **Refinamento dos Prompts:** Reformulações foram realizadas nas mensagens enviadas ao modelo GPT, visando otimizar a capacidade do sistema de compreender e responder questões complexas, garantindo maior profundidade nas respostas.
- II. **Expansão da Base de Dados:** A base de conhecimento foi enriquecida com novos conteúdos do curso e materiais complementares organizados em blocos temáticos. Essa

expansão permitiu maior cobertura de tópicos e aumento da precisão na interação com os usuários.

- III. **Otimização do Código:** Melhorias técnicas foram implementadas, reduzindo o tempo de processamento e otimizando o uso de recursos computacionais, especialmente no ambiente Google Colab.

Esse ciclo de iteração evidenciou o alinhamento entre o desempenho técnico e as expectativas pedagógicas. O refinamento contínuo não apenas aumentou a estabilidade do chatbot, como também aprimorou sua capacidade de fornecer respostas claras, relevantes e adaptadas às demandas dos usuários. Assim, o protótipo evoluiu para um sistema mais robusto, capaz de oferecer uma experiência de interação enriquecedora e funcional.

4.1.5. Conclusão e Próximos Passos

O desenvolvimento do chatbot encontra-se em estágio avançado, com um protótipo funcional que já demonstra potencial para transformar a experiência educacional na plataforma AEB Escola. Os próximos passos incluem:

- I. **Testes em Ambiente Real:** Avaliação do chatbot com alunos da plataforma, utilizando interações reais para validar sua eficácia em um contexto prático.
- II. **Medição de Impacto:** Análise detalhada de como o chatbot contribui para a experiência de aprendizado, considerando a satisfação dos usuários e a eficácia das respostas.
- III. **Expansão para Outros Cursos:** Escalabilidade do sistema para atender a uma variedade maior de cursos disponíveis na AEB Escola.

O desenvolvimento contínuo seguirá os princípios da DSR, garantindo que o artefato seja iterativamente aprimorado com base em feedbacks reais e avaliações rigorosas.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1. Resultados

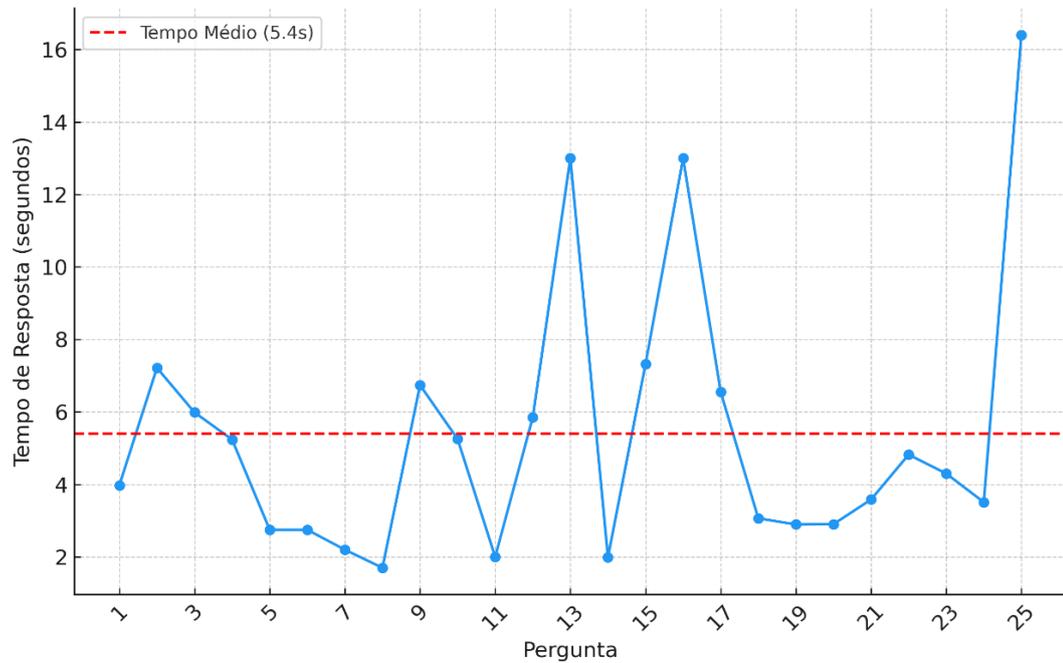
Os testes realizados com o chatbot desenvolvido neste estudo revelaram resultados amplamente promissores, tanto em termos de capacidade de resposta quanto de interatividade, evidenciando o impacto positivo da integração de tecnologias de inteligência artificial no contexto educacional. Ao longo de 25 perguntas testadas, o chatbot foi capaz de oferecer respostas corretas em todos os casos, resultando em uma taxa de precisão de 100%. O chatbot apresentou informações relevantes relacionadas ao tema, demonstrando até mesmo um comportamento criativo positivo que complementou a carência de informações no material do curso. Esse aspecto é particularmente valioso no contexto educacional, pois evidencia a capacidade do chatbot de extrapolar o conteúdo base sem perder a relevância pedagógica, contribuindo para um aprendizado mais dinâmico e enriquecedor. A transcrição completa das perguntas e respostas realizadas durante os testes encontra-se disponível no Anexo A deste trabalho, para consulta detalhada.

Outro aspecto destacado foi o desempenho em termos de tempo de resposta. Durante os testes, o chatbot demonstrou um tempo médio de resposta de 5,4 segundos, com um tempo mínimo de 1,7 segundos e um tempo máximo de 16,4 segundos, como apresentado na Figura 11. Esses resultados indicam uma eficiência que se aproxima de sistemas de interação em tempo real, como o ChatGPT. Essa agilidade não apenas melhora a experiência do usuário, mas também é essencial para manter o engajamento dos alunos em um ambiente educacional digital, onde a distração é um fator constante. Conforme destacado por Irala e Ortega (2024), a rapidez nas respostas é um componente crítico para evitar lacunas no aprendizado e garantir a continuidade do processo educacional. A Figura 11 ilustra a distribuição dos tempos de resposta para as 25 perguntas testadas, evidenciando a consistência do sistema mesmo em cenários com variabilidade. A agilidade no fornecimento das respostas reforça a relevância do chatbot como uma ferramenta eficaz de suporte pedagógico.

O ciclo de iteração e refinamento foi fundamental para alcançar esses resultados. Durante o processo de avaliação, melhorias progressivas foram implementadas com base no feedback das interações e nas métricas observadas. Reformulações nos prompts, ajustes no processamento de dados e expansão da base de conhecimento contribuíram significativamente para o desempenho do chatbot, permitindo que ele alcançasse uma precisão de 100% nas respostas testadas e um tempo de resposta consistente. Essas iterações demonstraram a eficácia

da abordagem iterativa na otimização de detalhes técnicos e pedagógicos, garantindo que o sistema se ajustasse de forma dinâmica às necessidades dos usuários.

Figura 11 - Tempo de Resposta do Chatbot por Pergunta



Fonte: Elaboração própria

Os resultados obtidos também foram validados por dois integrantes da equipe de desenvolvimento da Coordenação de TI da Agência Espacial Brasileira (AEB), que conduziram testes de perguntas e respostas para avaliar o desempenho do chatbot. Essa validação destacou não apenas a precisão e a relevância das respostas fornecidas, mas também a utilidade e o dinamismo do sistema como ferramenta educacional. Embora os testes tenham sido realizados de forma simplória e sem uma estrutura formal de coleta de dados, eles fornecem um indicativo robusto do potencial do chatbot para enriquecer a experiência de aprendizado nas plataformas educacionais da AEB.

Ao integrar esses resultados ao referencial teórico, observa-se que o desempenho do chatbot está em conformidade com as teorias contemporâneas sobre personalização do aprendizado e engajamento cognitivo. Segundo autores como Sá et al. (2023) e Irala e Ortega (2024), a personalização é um elemento essencial para maximizar a eficácia de plataformas educacionais, pois permite que o conteúdo seja ajustado às necessidades e preferências individuais dos estudantes. A interação humano-computador promovida pelo chatbot confirma essa premissa, demonstrando que é possível oferecer experiências de aprendizado mais adaptativas e eficientes por meio de soluções tecnológicas bem estruturadas. Ademais, o

desempenho em termos de agilidade nas respostas corrobora estudos que apontam a importância da rapidez para o sucesso de plataformas educacionais, uma vez que essa característica contribui diretamente para o engajamento e a satisfação dos usuários.

5.2. Impacto da IA Generativa no Ensino Online

A introdução de modelos de inteligência artificial generativa em plataformas educacionais, como explorado neste estudo, representa uma evolução significativa em termos de interatividade, personalização e inclusão. Conforme discutido por Figueiredo et al. (2023), essas tecnologias têm o potencial de transformar o ensino ao criar um ambiente em que o aprendizado é guiado não apenas pelo conteúdo curricular, mas também pelas necessidades específicas de cada estudante. Esse aspecto é particularmente relevante em plataformas tradicionais de ensino a distância, que frequentemente carecem de mecanismos dinâmicos para atender às demandas individuais dos alunos. Neste contexto, o uso de técnicas de prompt engineering no desenvolvimento do chatbot foi crucial para assegurar que o modelo pudesse oferecer respostas claras, concisas e diretamente alinhadas aos objetivos educacionais propostos.

O impacto dessa abordagem foi evidente nos resultados obtidos. Ao estruturar prompts que direcionassem o chatbot a focar em conceitos-chave das disciplinas abordadas, foi possível verificar um alto nível de precisão nas respostas geradas, garantindo que a ferramenta se mantivesse alinhada ao conteúdo base. Essa capacidade de adaptação destaca o potencial transformador da IA generativa, pois possibilita um ensino mais personalizado e interativo. No entanto, a eficácia desse modelo está diretamente relacionada ao papel complementar da tecnologia no ensino, uma vez que sua utilização inadequada como substituição total da interação humana pode comprometer aspectos essenciais do aprendizado, como o engajamento emocional e comportamental dos alunos. Esse risco, amplamente discutido na literatura sobre IA educacional, reforça a necessidade de um equilíbrio entre automação e mediação humana para evitar a desumanização do ensino.

Além disso, a habilidade do chatbot de gerar respostas que extrapolam o material fornecido reflete um avanço significativo em termos de interatividade, desde que tais respostas estejam fundamentadas em informações verificáveis. A ocorrência de alucinações da IA, fenômeno já abordado anteriormente neste trabalho, ressalta a importância de estratégias para mitigar a geração de informações imprecisas, como a implementação de filtros e mecanismos de validação de conteúdo. Portanto, embora o chatbot represente uma ferramenta promissora

para aprimorar a experiência educacional, seu desenvolvimento contínuo deve priorizar medidas que assegurem a confiabilidade das respostas geradas, garantindo que sua aplicação contribua efetivamente para um aprendizado mais interativo, preciso e acessível.

Os resultados deste estudo também sugerem que a implementação de chatbots movidos por IA generativa pode ter implicações significativas para a democratização do acesso à educação de alta qualidade. Ao oferecer suporte em tempo real e respostas personalizadas, o chatbot contribui para reduzir as barreiras de aprendizado, permitindo que estudantes de diferentes contextos tenham acesso a uma experiência educacional mais inclusiva e eficaz. Essa capacidade de promover a inclusão educacional é especialmente importante em regiões onde o acesso a recursos de ensino de qualidade é limitado, destacando o papel crucial da IA generativa como uma ferramenta para reduzir desigualdades no acesso à educação. Assim, o uso de prompts específicos mostrou-se eficaz para guiar o chatbot na produção de respostas mais alinhadas ao conteúdo educacional, ressaltando sua capacidade de atender às demandas pedagógicas de maneira eficiente e adaptável.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1. Considerações Finais

Este estudo destaca-se por sua contribuição teórica e prática no campo da aplicação de IA generativa em ambientes educacionais, atendendo diretamente às demandas de personalização do aprendizado e interatividade, identificadas como lacunas significativas nas plataformas de ensino online. Ele demonstrou, de forma convincente, que é possível implementar tecnologias avançadas para personalizar o ensino e promover interatividade, mesmo com recursos limitados e pouca experiência prévia em programação. Essa abordagem oferece um novo referencial para a inovação no ensino a distância.

No campo teórico, o trabalho expandiu o entendimento sobre como a IA pode ser utilizada para superar desafios educacionais, como a falta de suporte personalizado e a dificuldade de engajar estudantes em plataformas online. O modelo proposto não apenas responde a essas necessidades, mas também oferece insights sobre a integração eficaz de ferramentas tecnológicas em contextos pedagógicos.

Do ponto de vista prático, o desenvolvimento do chatbot evidenciou a eficácia da metodologia Design Science Research (DSR) como estrutura para a criação de artefatos tecnológicos. Esse modelo metodológico foi fundamental para orientar o processo desde a identificação dos problemas até a validação da solução, garantindo uma integração harmoniosa entre teoria e prática.

Além disso, o chatbot demonstrou grande potencial para complementar conteúdos educacionais com informações relevantes e precisas, atingindo 100% de precisão nos testes realizados. Esse desempenho reforça sua aplicabilidade em diversas disciplinas e contextos, tornando-o uma ferramenta promissora para enriquecer o aprendizado. A colaboração interdisciplinar durante o desenvolvimento também foi um ponto-chave para o sucesso do projeto, superando desafios técnicos e operacionais.

Por fim, os resultados obtidos reforçam a viabilidade de integrar IA generativa ao ensino online, destacando seu impacto positivo na experiência educacional. O sucesso deste projeto demonstra que tecnologias emergentes, quando bem aplicadas, podem transformar a educação, tornando-a mais inclusiva, acessível e adaptada às necessidades individuais dos estudantes.

6.2. Objetivos Atendidos

O objetivo geral, de criar um chatbot educacional que promovesse personalização e interatividade no ensino online, foi plenamente atendido. Esse aspecto é especialmente relevante, considerando que a personalização do aprendizado foi destacada no início como uma necessidade crítica para aumentar o engajamento e a eficácia do ensino a distância. O artefato demonstrou ser uma solução prática e eficaz para superar os desafios identificados inicialmente, oferecendo uma experiência mais dinâmica e adaptativa aos estudantes.

6.2.1. Objetivos Específicos

- I. **Identificar limitações e desafios em plataformas de ensino online:** O trabalho mapeou lacunas importantes, como a falta de suporte personalizado e o engajamento limitado. Esses problemas nortearam o desenvolvimento do chatbot, que foi projetado para mitigá-los.
- II. **Desenvolver um chatbot baseado em IA Generativa:** A construção do chatbot seguiu etapas claras, desde a extração de dados do material didático até a integração com o modelo GPT-4o. Essa abordagem garantiu que o sistema fosse capaz de oferecer respostas didáticas e contextualizadas, alinhadas ao conteúdo educacional.
- III. **Avaliar a eficácia do chatbot:** O chatbot foi avaliado com base em três métricas principais: precisão, tempo de resposta e estabilidade operacional. Os resultados obtidos demonstraram que o chatbot é capaz de atender efetivamente às necessidades do aprendizado online, com um grande potencial para aprimorar a experiência do usuário de maneira significativa.

6.3. Desafios e Limitações

O desenvolvimento do chatbot trouxe à tona uma série de desafios técnicos e operacionais. Um dos principais foi a limitação técnica do pesquisador, que teve que superar barreiras de conhecimento relacionadas à programação e ao uso de IA avançada. O suporte de orientadores e colegas foi fundamental para superar essas dificuldades.

A complexidade dos modelos de IA generativa também apresentou desafios específicos relacionados à sua implementação e adaptação para o contexto educacional. Além disso, a

ausência de uma interface gráfica amigável restringiu a usabilidade do sistema, especialmente para pessoas com menos experiência em tecnologia.

Uma limitação técnica relevante do trabalho atual diz respeito à ausência de um mecanismo de Recuperação e Geração Aumentada (RAG - Retriever-Augmented Generation). O RAG é uma abordagem que combina recuperação de informações com modelos generativos de IA, permitindo que o sistema selecione o contexto mais relevante antes de gerar uma resposta. No chatbot desenvolvido, não há um mecanismo que avalie a similaridade entre a pergunta do usuário e os conteúdos dos chunks antes da geração da resposta, o que pode impactar a precisão e a pertinência das informações fornecidas. Atualmente, os chunks são selecionados de maneira sequencial e sem um mecanismo sofisticado de ranqueamento baseado em relevância. Para uma implementação futura, a integração de técnicas de recuperação de informações poderia aprimorar a precisão das respostas, garantindo que o chatbot utilize o conteúdo mais adequado para cada interação.

Por fim, a coleta de dados durante os testes foi estruturada, mas não extensiva. Embora suficiente para validar o desempenho do chatbot, a falta de análises mais aprofundadas impediu uma compreensão completa de seu impacto no engajamento e aprendizado dos alunos.

6.4. Direcionamentos para Trabalhos Futuros

Com base nos resultados e análises apresentadas, este trabalho oferece as seguintes recomendações para estudos futuros:

- I. **Coleta de Dados Estruturada:** A implementação de sistemas mais robustos de coleta e análise de dados poderia ampliar significativamente o entendimento sobre o impacto dos chatbots em diferentes contextos educacionais. Estudos mais estruturados para mensurar o impacto no engajamento e no desempenho acadêmico dos alunos são altamente recomendados.
- II. **Interface Gráfica:** O desenvolvimento de um front-end intuitivo e acessível é fundamental para tornar a solução mais inclusiva e eficaz. Uma interface gráfica poderia ampliar a usabilidade e a adoção da tecnologia por um público mais amplo.
- III. **Expansão de Conteúdos e Escalabilidade:** A inclusão de materiais de diferentes áreas do conhecimento poderia ampliar o alcance do chatbot, tornando-o uma ferramenta ainda mais versátil e relevante para variados contextos educacionais. Além disso, a estrutura modular do chatbot permite uma

escalabilidade significativa, viabilizando sua adaptação para novos cursos e contextos, como capacitação técnica e treinamento corporativo. A aplicação de ferramentas como o Notebook LM do Google, para sintetizar informações de diferentes disciplinas, e o Google Drive, para centralizar e organizar os materiais, reforça a viabilidade de sua expansão. Estudos futuros devem explorar como a metodologia de integração de dados e a adaptação de conteúdos podem ser otimizadas para diferentes públicos e áreas do conhecimento.

- IV. **Ética e Transparência:** Estudos futuros devem abordar questões éticas, como privacidade de dados e transparência algorítmica. Além disso, é essencial explorar como essas questões podem influenciar a confiabilidade e a percepção de interatividade dos usuários, garantindo que a tecnologia não apenas atenda às exigências regulatórias, mas também fortaleça o vínculo educacional e emocional entre o aluno e a ferramenta.
- V. **Implementação de Recuperação e Geração Aumentada (RAG):** A introdução de um mecanismo de Recuperação e Geração Aumentada (RAG) poderia aprimorar a precisão e relevância das respostas fornecidas pelo chatbot. Atualmente, os chunks de informação são selecionados de maneira sequencial, sem um ranqueamento baseado na similaridade com a pergunta do usuário. Estudos futuros devem explorar a implementação de técnicas avançadas de recuperação de informações para garantir que o chatbot utilize o conteúdo mais apropriado em cada interação, aumentando assim a eficácia do suporte educacional fornecido pela ferramenta.

6.5. Conclusão

Este trabalho reafirma a capacidade transformadora da IA generativa na educação, demonstrando sua aplicabilidade prática e impacto positivo. O chatbot desenvolvido conseguiu não apenas alcançar os objetivos propostos, mas também oferecer insights inovadores para a integração da tecnologia no ensino online.

Os resultados obtidos estabelecem uma base sólida para futuros avanços e implementações. O impacto do chatbot vai além de sua funcionalidade técnica, abrindo novas possibilidades para tornar a educação mais acessível, inclusiva e personalizada. Este estudo reforça a relevância da IA generativa como uma ferramenta indispensável na criação de

soluções educacionais adaptativas, capazes de atender às demandas diversificadas de uma sociedade em constante transformação.

Além disso, os achados destacam a importância de tecnologias emergentes na democratização do aprendizado, promovendo experiências de qualidade que respondem às necessidades individuais dos alunos. A integração de IA generativa no ensino não só melhora o engajamento e a personalização, mas também solidifica o papel da inovação tecnológica como um alicerce para o futuro da educação global.

7. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **A Agência Espacial Brasileira (AEB) celebra 28 anos.** Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/assuntos/noticias/a-agencia-espacial-brasileira-aeb-celebra-28-anos-1>. Acesso em: 12 jul. 2024.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Agência Espacial Brasileira lança plataforma de capacitação virtual.** Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/assuntos/noticias/agencia-espacial-brasileira-lanca-plataforma-de-capacitacao-virtual>. Acesso em: 15 jul. 2024.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Ambiente Virtual - AEB Escola.** Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/acoes-e-programas/aeb-escola-1/ambiente-virtual>. Acesso em: 12 jul. 2024.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Institucional.** Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/aeb>. Acesso em: 15 jul. 2024.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **AEB Escola.** Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/acoes-e-programas/aeb-escola-1>. Acesso em: 12 jul. 2024.

AEB ESCOLA VIRTUAL. **Página inicial.** Disponível em: <https://aebescolavirtual.aeb.gov.br/>. Acesso em: 12 jul. 2024.

ALBUQUERQUE, José Gicelmo Melo; ABREU, Mirella Teresinha Corrêa de; LIMA, Ivanilton Neves de. **O impacto da Inteligência Artificial na personalização do ensino.** Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem, v. 9, 2024, p. 182-192. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/index>. Acesso em: 10 nov. 2024.

ALMEIDA, Lucas Gustavo Mendes de; COSTA, Romualdo Monteiro de Resende. **Papel da Inteligência Artificial na Educação: Desenvolvimento de um Chatbot para Programadores Iniciantes.** Juiz de Fora: Centro Universitário UniAcademia, 2023. Disponível

em:<https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/engsoftware/article/download/4055/3050>.

Acesso em: 6 nov. 2024.

ALVES, Lynn (Org.). **Inteligência Artificial e Educação: refletindo sobre os desafios contemporâneos**. Salvador: EDUFBA; Feira de Santana: UEFS Editora, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/38646/1/Intelig%C3%A2ncia%20artificial%20e%20educa%C3%A7%C3%A3o-repositorio.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2024.

BARBOSA, Carlos Roberto de Almeida Corrêa. **Transformações no ensino-aprendizagem com o uso da inteligência artificial: revisão sistemática da literatura**. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, v. 4, n. 5, 2023. Disponível em: <https://www.recima21.com>. Acesso em: 10 nov. 2024.

BARBOSA, Paulo Roberto; MACHADO, Luciana Merolin Vieira; MONTEIRO, Marcilene Muniz; JOERKE, Gabriel Antonio Ogaya; SANTOS, Daniela Ribeiro dos; FÉ, Valmir Messias de Moura; LIMA, Miguel Ferreira; CARNEIRO, Arlys Jerônimo de Oliveira Lima Lino; FAGUNDES, Deivid Guareschi; LEMOS JUNIOR, Eloy Pereira; GANDRA, Lucas Pereira; SANTOS, Adelcio Machado dos. **Inteligência artificial na educação: uma revisão bibliográfica**. Revista Caderno Pedagógico, v. 21, n. 5, p. 1-23, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/download/4390/3092/11356>. Acesso em: 6 nov. 2024.

BARROS, Atila. **Da Máquina à Emoção: Percepções do Uso da Inteligência Artificial no Desenvolvimento da Inteligência Emocional em Ambientes Educacionais**. Revista Tópicos, ano 12, n. 3, p. 1-18, 2024. Disponível em: <https://revistatopicos.com.br>. Acesso em: 7 nov. 2024.

BISPO, Emerson Santos; SILVA, Claudinei de Oliveira; SILVA, Carolina Costa. **Avaliação do Impacto de Métodos de Priorização de Refatoração em Métricas de Qualidade de Software**. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 16, n. 2, p. 333-346, 2019. DOI: 10.5753/rbie.2019.16.2.333. Acesso em: 15 jul. 2024.

CAUCHICK, P. **Metodologia Científica para Engenharia**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2019. Disponível

em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595150805/epubcfi/6/22%3Bvnd.vst.idref%3DB978853529070700003X!\]/4/2/6/10s0050\]/10s0060\]/12p0350\]/1:7%20os%2C%20ef](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595150805/epubcfi/6/22%3Bvnd.vst.idref%3DB978853529070700003X!]/4/2/6/10s0050]/10s0060]/12p0350]/1:7%20os%2C%20ef). Acesso em: 1 jun. 2024.

CAUCHICK, Paulo. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595153561/epubcfi/6/2%3Bvnd.vst.idref%3Dcover\]!/4/4](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595153561/epubcfi/6/2%3Bvnd.vst.idref%3Dcover]!/4/4). Acesso em: 1 jun. 2024.

CARDOSO, Joyce Favoretti. **Possibilidades da articulação da inteligência artificial na educação a distância nas aulas de leitura e produção de textos**. In: **Inovação e sociedade: uma abordagem multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Editora Epitaya, 2023. p. 171-181. ISBN 978-65-87809-91-5. Acesso em: 10 nov. 2024.

CÓRDOVA, Paulo Roberto. **Ethoschool: Avançando a Ética em IA na Educação por Meio de Agentes Morais Artificiais**. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, 2023. Disponível em: <http://repositorio.ufrgs.br/handle/4321/1567>. Acesso em: 10 nov. 2024.

DRESCH, A. et al. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582605530/>. Acesso em: 15 jul. 2024.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; CAUCHICK-MIGUEL, Paulo Augusto. **Design Science in Operations Management: Conceptual Foundations and Literature Analysis**. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 16, n. 2, p. 333-346, 2019. DOI: 10.14488/BJOPM.2019.v16.n2.a13. Acesso em: 15 jul. 2024.

EKE, D. O. **ChatGPT and the rise of generative AI: Threat to academic integrity?** *Journal of Responsible Technology*. Leicester, v. 13, n. 100060, p. 1-4, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666659623000033?via%3Dihub>. Acesso em: 15 jul. 2024.

ENOBE, Elizabete Casimira; CALÇADA JUNIOR, Laurival Siqueira; LIMA, Alexsandra Aparecida de; LIMA, Edmilson de Oliveira. **Design Science Research – Um estudo de caso sobre a prática de ensino do método em administração e gestão de projetos**. In: XLVI Encontro da ANPAD - EnANPAD 2022, On-line, 21-23 set. 2022. Acesso em: 15 jul. 2024.

FERNANDES, Allysson Barbosa; NARCISO, Rodi; BRAGA, Alen da Silva; CARDOSO, Andreza de Souza; LIMA, Eline Simone da Conceição; VILALVA, Ester Aparecida de Mei Mello; REZENDE, Guelly Urzêda de Mello; MELO JÚNIOR, Hermócrates Gomes; SILVA, Luciene Viana da; LIMA, Simone do Socorro Azevedo. **A Ética no Uso de Inteligência Artificial na Educação: Implicações para Professores e Estudantes**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação - REASE, São Paulo, v. 10, n. 3, mar. 2024. Disponível em: <https://revista.rease.org/>. Acesso em: 10 nov. 2024.

FIGUEIREDO, Leonardo de Oliveira; LOPES, Aparecida Maria Zem; VALIDÓRIO, Valéria Cristiane; MUSSIO, Simone Cristina. **Desafios e impactos do uso da Inteligência Artificial na educação**. Educação Online, Rio de Janeiro, v. 18, n. 44, set.-dez. 2023, p. 1-22. Disponível em: <https://educacaoonline.edu.puc-rio.br/index.php/eduonline/article/view/1506>. Acesso em: 7 nov. 2024.

FREIRES, Kevin Cristian Paulino. **O impacto do uso da Inteligência Artificial nos processos de ensino e aprendizagem**. Revista Tópicos, 2023. Disponível em: https://revistatopicos.com.br/generate/pdf_zenodo/pub_11399490.pdf. Acesso em: 6 nov. 2024.

GARDNER, Howard. **Inteligências Múltiplas: A Teoria na Prática**. Tradução de Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Artmed, 1995. Acesso em: 7 nov. 2024.

GODINHO, Gabriel Marinho. **Análise Exploratória das Tarifas Aéreas praticadas no Brasil no Período de 2019 a 2022 e Perspectivas para o Serviço de Transporte por eVTOL**. 2023. Monografia (Bacharelado em Administração) – Universidade de Brasília, Brasília, 2023. Orientador: Prof. Dr. Victor Rafael Rezende Celestino. Acesso em: 1 jun. 2024.

GONSALES, Priscila; AMIEL, Tel. **Inteligência Artificial, Educação e Infância: Educação na contemporaneidade entre dados e direitos**. Panorama Setorial da Internet, n. 3, ano 12,

out. 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/1567>. Acesso em: 7 nov. 2024.

HEVNER, A. et al. **Design Science in Information Systems Research**. Management Information Systems Quarterly, v. 28, n. 1, p. 75-106, 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/201168946_Design_Science_in_Information_Systems_Research/. Acesso em: 29 jun. 2024.

HESSEL, Ana Maria Di Grado; LEMES, David de Oliveira. **Criatividade da Inteligência Artificial Generativa**. TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, n. 28, p. 119-130, 2023. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/teccogs/article/view/67075>. Acesso em: 6 nov. 2024.

IRALA, Valesca Brasil; ORTEGA, Fernanda da Cunha. **Engajamento e desengajamento online: um estudo quantitativo com estudantes do ensino superior**. EccoS – Revista Científica, São Paulo, n. 69, p. 1-23, e24623, abr./jun. 2024. DOI: <https://doi.org/10.5585/eccos.n69.24623>. Acesso em: 10 nov. 2024.

LACERDA, D. P.; DRESCH, A.; PROENÇA, A.; ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. **Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>. Acesso em: 14 nov. 2024.

LEMOS, André Luiz Martins. **Erros, falhas e perturbações digitais em alucinações das IA generativas: tipologia, premissas e epistemologia da comunicação**. São Paulo: Revista Comunicação e Cultura Contemporâneas, v. 18, n. 1, p. 75-91, jan./abr. 2024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1982-8160.v18i1p75-91>. Acesso em: 12 fev. 2025

MACHADO, Alexandre José Barros. **Percepção de carga de trabalho na recomendação de recursos educacionais apoiada por inteligência artificial: um experimento controlado com professores**. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional do Conhecimento) – Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Computação, Maceió, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/1567>. Acesso em: 7 nov. 2024.

MANSON, B. *Principles of Design Science in IS Research*. In: **Proceedings of the First International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology (DESRIST)**. Claremont: Springer, 2006. p. 159-171. Acesso em: 14 nov. 2024.

MELO, Jorge Nazareno Batista. **A comunicação didática mediada por agente conversacional como promotora do processo ensino-aprendizagem na disciplina de matemática**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, 2019. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/1567>. Acesso em: 10 nov. 2024.

MUSEU ABERTO DE ASTRONOMIA. **Um pouco da história da Agência Espacial Brasileira (AEB)**. Disponível em: <https://museuabertodeastronomia.com.br/um-pouco-da-historia-da-agencia-espacial-brasileira-aeb/>. Acesso em: 12 jul. 2024.

NETO, Antônio J. Moraes; SILVA, Clênio E.; ANJOS, William F.; DORÇA, Fabiano A. **Uma Abordagem Baseada em Dados Abertos Conectados e Chatbot para Disponibilizar o Catálogo de Cursos da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (CBIE 2020), 2020, Brasília. Anais [...]. Brasília: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 1263-1272. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2020.1263. Acesso em: 12 jul. 2024.

NIELSEN, Jakob. **10 Usability Heuristics for User Interface Design**. Nielsen Norman Group, 1994. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>. Acesso em: 6 nov. 2024.

PEREIRA, Roberto; DARIN, Ticianne; SILVEIRA, Milene Selbach. **Reflexões da Comunidade Brasileira de IHC**. In: Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/384981223_Reflexoes_da_Comunidade_Brasileira_de_IHC. Acesso em: 6 nov. 2024.

ROMME, G. L. L. **Design Science and the Organization of Management Knowledge**. *Organization Studies*, v. 24, n. 4, p. 558-559, 2003. Acesso em: 14 nov. 2024.

SÁ, Sonalia Vitoria Lourenço de; LOA, Gabriely Kesia de Oliveira; SILVA, Emanuel Lucas dos Santos; BASTOS, Raquel Leão de. **O papel da tecnologia na educação: benefícios e desafios**. In: *Anais do Congresso Nacional de Educação – CONEDU*, 2023. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO_COMPLETO_E_V185_MD1_ID25427_TB8772_20112023213722.pdf. Acesso em: 6 nov. 2024.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed. Cambridge: MIT Press, 1996. Acesso em: 14 nov. 2024.

SOARES, Maikon Igor da Silva. **ANA: uma assistente de navegação acessível para auxiliar pessoas com tetraplegia a navegar em curso de educação a distância por meio de linguagem natural**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: https://www.uece.br/ppsacwp/wp-content/uploads/sites/51/2021/07/Maikon_Soares.pdf. Acesso em: 6 nov. 2024.

Z Aidan, F. H. et al. **DESIGN SCIENCE RESEARCH: application in a research and development project**. 13Th Contecsi International Conference On Information Systems And Technology Management, Minas Gerais, p. 3757-3774, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5748/9788599693124-13contecsi/ps-4163>. Acesso em: 10 ago. 2024. Acesso em: 29 jun. 2024.

8. APÊNDICE

8.1. APÊNDICE A - Transcrição Completa da Interação com o Chatbot:

A seguir, são apresentadas as 25 perguntas realizadas ao chatbot, todas baseadas no material fornecido, que consistiu na transcrição resumida das aulas do curso *Introdução à Geopolítica Aeroespacial*, ministrado para a 1ª Turma de 2024. Essas perguntas foram elaboradas com o intuito de avaliar a funcionalidade e a precisão do chatbot, verificando sua capacidade de acessar o conteúdo do material e fornecer respostas claras, pertinentes e relevantes ao usuário. A proposta dessa avaliação foi assegurar que o chatbot pudesse contextualizar e adaptar o conhecimento do curso de forma eficiente, promovendo uma experiência pedagógica enriquecedora.

Chatbot da AEB Escola iniciado! Digite sua pergunta abaixo ou 'sair' para encerrar:

1. Você: Qual foi a contribuição de Aristóteles para a compreensão da atmosfera terrestre?

Chatbot: Aristóteles, em sua obra Meteorológica, fez contribuições significativas para a compreensão da atmosfera terrestre ao descrever fenômenos climáticos e zonas climáticas. Ele foi um dos primeiros a sistematizar o estudo dos fenômenos atmosféricos, oferecendo uma base para a meteorologia. Aristóteles classificou diferentes tipos de climas e discutiu como esses fatores influenciavam a vida na Terra. Essa obra ajudou a expandir o entendimento geográfico para além da superfície terrestre, incorporando a atmosfera como um elemento importante na descrição da Terra.

2. Você: Quem foi Eratóstenes de Cirene e quais foram suas realizações no campo aeroespacial?

Chatbot: Eratóstenes de Cirene foi um importante matemático, geógrafo e astrônomo da antiguidade grega. Ele é mais conhecido por suas notáveis contribuições à ciência da época, que são consideradas precursoras das ciências aeroespaciais modernas. Entre suas realizações, destacam-se:

- **Cálculo da Circunferência da Terra:** *Eratóstenes foi o primeiro a calcular a circunferência da Terra com notável precisão. Ele utilizou a diferença de ângulo de sombra em duas cidades egípcias, Alexandria e Siena (atual Assuã), ao meio-dia do solstício de verão. A partir dessa diferença angular e da distância entre as cidades, ele pôde estimar a circunferência da Terra.*

- **Medição do Raio da Terra:** Além da circunferência, ele também calculou o raio da Terra, usando os mesmos princípios geométricos e trigonométricos.
- **Distância da Terra ao Sol:** Em seu tempo, Eratóstenes fez tentativas de medir a distância da Terra ao Sol, embora os métodos e resultados não fossem tão precisos quanto os cálculos modernos.
- **Catálogo de Estrelas:** Ele catalogou cerca de 675 estrelas, contribuindo para o desenvolvimento da astronomia como ciência.

Eratóstenes é frequentemente reconhecido por seu trabalho pioneiro na aplicação de princípios matemáticos e científicos para compreender o mundo natural, lançando bases para futuras explorações científicas no campo aeroespacial.

3. Você: Qual a relação entre a ampliação do objeto da geografia e a aviação?

Chatbot: *A relação entre a ampliação do objeto da geografia e a aviação é bastante significativa. Historicamente, a geografia inicialmente se concentrava na descrição da Terra, suas características físicas e a organização dos espaços geográficos. No entanto, com o advento da aviação, houve uma expansão desse foco, incluindo a atmosfera terrestre e o espaço exterior.*

A aviação trouxe novas dimensões para a geografia, conectando regiões distantes e integrando culturas e populações. Isso influenciou a forma como percebemos o mundo e como interagimos com ele. O transporte aéreo e a fotografia aérea, por exemplo, permitiram uma nova maneira de mapear e entender o planeta, além de facilitar o acesso a áreas remotas.

Assim, a aviação não só ampliou o alcance da geografia em termos espaciais, mas também introduziu novos elementos e desafios, como a integração de variáveis econômicas, culturais, tecnológicas e políticas, consolidando a importância do ambiente aeroespacial no cotidiano da humanidade. Em suma, a aviação foi um catalisador para a ampliação do escopo da geografia, levando a um entendimento mais abrangente e interconectado do mundo.

2. Você: O que é considerado "ambiente aeroespacial" neste curso?

Chatbot: *No curso, o "ambiente aeroespacial" é definido como um espaço geográfico que une a atmosfera terrestre com os espaços exteriores. Ele é caracterizado por seus arredores, matéria constitutiva, elementos químicos, propriedades físicas e organismos. Este ambiente não é apenas físico, mas também engloba aspectos humanos, como interações sociais e processos políticos, econômicos, tecnológicos e culturais. Além disso, o ambiente aeroespacial inclui elementos naturais, como nuvens e ventos, e objetos*

artificiais, como satélites, além de funções e fluxos associados a atividades humanas e naturais.

3. **Você: Qual é a diferença entre astronomia e astrofísica?**

Chatbot: Astronomia e astrofísica são campos relacionados, mas têm focos distintos:

- **Astronomia:** É a ciência que estuda o universo sideral e os corpos celestes, como estrelas, planetas, cometas e galáxias. Seu objetivo é situar esses corpos no espaço e no tempo, explicando suas posições, movimentos e a história do universo.
- **Astrofísica:** É um ramo da física que se concentra na compreensão das propriedades físicas e da constituição material dos astros. A astrofísica busca explicar a origem, a evolução e o comportamento dos corpos celestes através de leis físicas e modelos matemáticos.

Em resumo, enquanto a astronomia se preocupa em descrever e mapear o universo, a astrofísica busca entender os processos físicos que governam os corpos celestes. Ambos os campos são complementares e essenciais para uma compreensão abrangente do cosmos.

4. **Você: Quais elementos naturais podem influenciar o ambiente aeroespacial?**

Chatbot: *No ambiente aeroespacial, diversos elementos naturais podem influenciar e afetar tanto as operações quanto a segurança de aeronaves e espaçonaves. Alguns desses elementos incluem:*

- **Nuvens:** *Podem afetar a visibilidade e influenciar as condições de voo.*
- **Ventos:** *Incluem fenômenos como a corrente de jato, que são faixas de ventos fortes que ocorrem em altitudes elevadas e podem impactar a velocidade e a trajetória de aeronaves e foguetes.*
- **Partículas solares:** *A atividade solar pode interferir em sistemas de comunicação e navegação.*
- **Campo gravitacional:** *Afeta a trajetória e a órbita de satélites e espaçonaves.*
- **Tempestades tropicais ou furacões:** *Podem representar um risco para lançamentos e operações próximas à Terra.*
- **Variações de altitude, temperatura, pressão atmosférica e umidade do ar:** *Impactam o desempenho de aeronaves e espaçonaves.*
- **Ciclo hidrológico:** *Influencia o clima e as condições atmosféricas.*
- **Elevações topográficas e pontos geográficos:** *Podem afetar as rotas de voo.*

Esses elementos naturais são parte integrante do ambiente aeroespacial e precisam ser considerados no planejamento e execução de missões aéreas e espaciais.

5. Você: O que é a "jet stream" e qual é seu impacto em aeronaves e foguetes?

Chatbot: *A "jet stream" ou corrente de jato é uma faixa estreita de ventos fortes que se forma na atmosfera, geralmente em altitudes entre 9.000 e 12.000 metros acima da superfície terrestre. Essas correntes de vento ocorrem devido à diferença de temperatura entre os polos e o Equador e podem atingir velocidades superiores a 300 km/h.*

O impacto da jet stream em aeronaves e foguetes é significativo. Para aeronaves que voam na faixa de altitude onde essas correntes ocorrem, a jet stream pode influenciar a velocidade e a rota do voo. Se uma aeronave voa na mesma direção da corrente, pode aumentar sua velocidade e economizar combustível. Por outro lado, se voa contra a direção da corrente, pode enfrentar resistência, resultando em consumo adicional de combustível e possíveis ajustes na rota.

Em relação aos foguetes, a jet stream pode afetar o lançamento e a trajetória, exigindo ajustes na programação do voo para garantir que o veículo espacial siga a rota correta. Portanto, o planejamento de voos de aeronaves e lançamentos de foguetes leva em consideração a presença e a força das correntes de jato para otimizar a eficiência e a segurança das operações.

6. Você: Diferencie as órbitas LEO, MEO e GEO.

Chatbot: *As órbitas LEO, MEO e GEO são classificações de órbitas terrestres baseadas em sua altitude e funções específicas. Vamos diferenciá-las:*

- **LEO (Low Earth Orbit - Órbita Baixa da Terra):**

Altitude: Entre 150 e 2.000 km acima da superfície terrestre.

Características: Satélites na órbita LEO têm um tempo de revolução curto, completando uma volta ao redor da Terra em aproximadamente 90 a 120 minutos.

Usos: Comumente usada para satélites de observação da Terra, como satélites meteorológicos, de reconhecimento e também para a Estação Espacial Internacional (ISS).

- **MEO (Medium Earth Orbit - Órbita Média da Terra):**

Altitude: Entre 2.000 e 35.000 km acima da superfície terrestre.

Características: Satélites em órbitas MEO têm períodos de órbita mais longos que os de LEO, geralmente em órbitas circulares.

Usos: Frequentemente utilizada para sistemas de navegação, como o GPS, que requerem uma cobertura global constante.

- **GEO (Geostationary Orbit - Órbita Geoestacionária):**

Altitude: Aproximadamente 35.786 km acima do nível do mar, na linha do Equador.

Características: Satélites em órbita GEO têm a mesma velocidade de rotação da Terra, permitindo que permaneçam fixos sobre um ponto específico da Terra.

Usos: Ideal para satélites de telecomunicações e meteorológicos, pois oferecem cobertura contínua sobre uma área específica.

Essas diferentes órbitas são escolhidas com base nas necessidades específicas de cobertura, durabilidade e tipo de serviço que o satélite precisa oferecer.

7. Você: Dê exemplos de objetos artificiais móveis e imóveis no ambiente aeroespacial.

Chatbot: No ambiente aeroespacial, podemos distinguir objetos artificiais em móveis e imóveis com base na sua capacidade de movimento e funcionalidade.

Objetos artificiais móveis:

Satélites: Estes são lançados ao espaço para orbitar a Terra e executar tarefas específicas, como comunicação, observação da Terra, ou serviços de navegação.

Naves espaciais e espaçonaves: Incluem veículos como a VSS Unity, mencionada no exemplo da Virgin Galactic, que transporta tripulantes e turistas ao espaço.

Estações espaciais: Embora seja um objeto de grande porte, a Estação Espacial Internacional (ISS) é considerada móvel, pois orbita a Terra continuamente.

Objetos artificiais imóveis:

Instalações de lançamento: Estruturas como o Spaceport America, que funcionam como aeroportos espaciais, são objetos artificiais imóveis, pois são fixos no solo e servem como ponto de partida para naves espaciais.

Antenas de comunicação terrestre: Usadas para rastrear e se comunicar com satélites e outras naves espaciais.

Observatórios espaciais terrestres: Embora possam ser ajustados para observar diferentes partes do espaço, os observatórios construídos no solo são considerados imóveis.

Esses exemplos ajudam a ilustrar como diferentes tipos de objetos artificiais são utilizados no ambiente aeroespacial para várias funções e missões.

8. Você: Qual é o potencial econômico do turismo espacial?

Chatbot: O potencial econômico do turismo espacial é significativo. Conforme mencionado no conteúdo do curso, estima-se que o mercado de turismo espacial possa ter cerca de 15.000 passageiros e gerar receitas na ordem de 700 milhões de dólares por ano para viagens suborbitais. Este mercado emergente está sendo impulsionado pelo avanço

tecnológico e pela crescente participação do setor privado na economia espacial, com empresas como a Virgin Galactic já realizando voos de teste e planejando expandir suas operações comerciais. O turismo espacial não só oferece uma nova experiência para aventureiros, mas também representa uma oportunidade para o desenvolvimento econômico através da inovação tecnológica e da criação de novos empregos no setor aeroespacial.

9. Você: O que é a Space Force e quais são suas principais funções?

Chatbot: *A Space Force, ou Força Espacial dos Estados Unidos, é o mais recente ramo das Forças Armadas dos EUA, criado oficialmente em 2019. Sua função principal é garantir a segurança e eficiência no uso do espaço, que se tornou um domínio crítico para a defesa nacional e para as operações militares modernas.*

As principais funções da Space Force incluem:

Controle de Satélites Militares: *Gerenciar e operar satélites que são essenciais para comunicações, navegação e monitoramento global.*

Comunicações Sigilosas: *Assegurar que as comunicações militares sejam protegidas e eficientes, utilizando infraestrutura espacial.*

Monitoramento de Notificações de Armas e Mísseis Balísticos: *Detectar e rastrear lançamentos de mísseis balísticos, o que é crucial para a defesa antimísseis.*

A Space Force também está envolvida no desenvolvimento e aquisição de tecnologias espaciais, assegurando o domínio dos EUA em operações espaciais e mantendo a capacidade de proteger interesses nacionais no espaço.

Embora a percepção popular possa associar a Space Force a imagens de ficção científica, na realidade, grande parte do trabalho envolve operações em centros de controle e monitoramento, longe de batalhas espaciais imaginárias.

10. Você: Como a Space Force reflete o uso dual da tecnologia espacial?

Chatbot: *A Space Force, como componente das forças armadas dos Estados Unidos, exemplifica o uso dual da tecnologia espacial ao integrar funções civis e militares em suas operações. Desde o início da exploração espacial, a tecnologia desenvolvida para o espaço tem tido aplicações tanto civis quanto militares. Isso inclui o uso de satélites para comunicações, navegação, meteorologia e também para coleta de inteligência e vigilância.*

Na prática, a Space Force lida com o controle de satélites militares, assegurando comunicações seguras e monitorando atividades balísticas, ilustrando como tecnologias espaciais são essenciais para a defesa nacional. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias espaciais geralmente resulta em inovações que podem ser aplicadas em

contextos civis, como melhoramentos em telecomunicações e avanços em sistemas de navegação, demonstrando o caráter dual dessas tecnologias.

Portanto, a Space Force reflete como as aplicações da tecnologia espacial são interligadas e como elas servem tanto a propósitos de segurança quanto a atividades civis, beneficiando, assim, a sociedade em múltiplas frentes.

11. Você: Como a Space Force reflete o uso dual da tecnologia espacial?

Chatbot: *A Space Force exemplifica o uso dual da tecnologia espacial ao integrar aplicações civis e militares no espaço. Historicamente, a exploração espacial sempre teve um caráter dual, com tecnologias desenvolvidas para propósitos civis frequentemente encontrando aplicações militares, e vice-versa. A Space Force dos Estados Unidos, criada em 2019, atua principalmente no controle de satélites militares, comunicações seguras e monitoramento de ameaças, como armas e mísseis balísticos.*

Essas atividades são essencialmente civis no sentido de que apoiam a infraestrutura nacional e internacional de comunicações e navegação, mas também têm um forte componente militar, garantindo a segurança e a eficácia das operações das forças armadas. Assim, a Space Force representa a continuidade e a intensificação desse uso dual da tecnologia espacial, consolidando o espaço como um domínio estratégico essencial para a segurança nacional e para a projeção de poder.

12. Você: Qual foi a influência dos testes chineses de armas antissatélite na criação da Space Force?

Chatbot: *Os testes chineses de armas antissatélite em 2007 desempenharam um papel significativo na aceleração do processo de criação da Space Force dos Estados Unidos. Esses testes demonstraram a capacidade da China de atacar e destruir satélites, levantando preocupações sobre a segurança e a vulnerabilidade dos ativos espaciais norte-americanos. Diante dessa ameaça potencial, os Estados Unidos sentiram a necessidade de fortalecer sua presença e capacidades no espaço para proteger seus interesses estratégicos, levando à criação oficial da Space Force em 2019, como o sexto ramo das forças armadas dos EUA. Esse movimento reflete a crescente importância do espaço na segurança nacional e nas operações militares dos EUA.*

13. Você: Quais são os principais desafios éticos da militarização do espaço?

Chatbot: *A militarização do espaço levanta uma série de desafios éticos que são complexos e multidimensionais. Aqui estão alguns dos principais:*

Preservação da Paz e Segurança Internacional: A introdução de armas no espaço pode desencadear uma nova corrida armamentista, aumentando o risco de conflitos espaciais que poderiam ter consequências devastadoras para a segurança global.

Proliferação de Armas: A presença de armas no espaço pode levar à proliferação de tecnologia militar avançada, aumentando a possibilidade de uso hostil e indiscriminado dessas tecnologias.

Impacto no Uso Pacífico do Espaço: Segundo tratados internacionais, como o Tratado do Espaço Exterior de 1967, o espaço deve ser utilizado para fins pacíficos. A militarização pode desviar recursos e esforços de explorações científicas e usos pacíficos.

Danos ao Ambiente Espacial: A utilização de armas no espaço pode gerar detritos espaciais, que são perigosos para satélites e veículos espaciais, afetando a sustentabilidade do uso do espaço.

Desigualdade e Acesso: A militarização tende a beneficiar países com maiores capacidades tecnológicas e econômicas, potencialmente aumentando a desigualdade entre nações no acesso e uso do espaço.

Soberania e Direitos Internacionais: A militarização desafia a soberania dos estados e o direito internacional, já que o espaço é considerado um bem comum da humanidade, e a sua militarização pode violar esses princípios.

Esses desafios éticos exigem uma consideração cuidadosa e a busca por soluções colaborativas internacionais para garantir que o espaço continue a ser um domínio pacífico e acessível a todos.

14. Você: Como os mísseis balísticos intercontinentais contribuíram para a geopolítica espacial?

Chatbot: Os mísseis balísticos intercontinentais (ICBMs) desempenharam um papel crucial na geopolítica espacial, especialmente durante a Guerra Fria. Eles foram uma das primeiras aplicações militares do espaço, representando um uso dual da tecnologia espacial: civil e militar.

Os ICBMs são capazes de transportar ogivas nucleares a grandes distâncias, atravessando o espaço suborbital antes de reentrar na atmosfera terrestre para atingir seus alvos. Isso não só ampliou o alcance militar das nações, como também intensificou a corrida armamentista entre superpotências, particularmente entre os Estados Unidos e a União Soviética.

A introdução dos ICBMs na geopolítica espacial consolidou a militarização do ambiente aeroespacial, mostrando que o espaço não era apenas um domínio para

exploração pacífica e científica, mas também uma arena estratégica para defesa e poder militar. Essa militarização do espaço continua a influenciar as relações internacionais e as políticas de segurança até hoje, à medida que mais países desenvolvem capacidades espaciais militares.

Além disso, a presença dos ICBMs acelerou o desenvolvimento de tecnologias espaciais e o monitoramento do espaço, como satélites de vigilância e sistemas de alerta precoce, que são essenciais para a segurança nacional e a estabilidade global. Assim, os ICBMs foram fundamentais para a evolução da geopolítica espacial, alterando a dinâmica do poder global e influenciando a forma como os países interagem no cenário internacional.

15. Você: Como os mísseis balísticos intercontinentais contribuíram para a geopolítica espacial?

***Chatbot:** Os mísseis balísticos intercontinentais (ICBMs) tiveram um papel crucial na geopolítica espacial, principalmente durante a Guerra Fria, ao introduzirem o espaço orbital como um elemento estratégico nas disputas entre as superpotências. Esses mísseis foram inicialmente desenvolvidos como armas de longo alcance capazes de entregar ogivas nucleares em qualquer parte do mundo, o que levou a uma forte militarização do espaço.*

A contribuição dos ICBMs para a geopolítica espacial pode ser destacada em vários aspectos:

***Militarização do Espaço:** Os ICBMs demonstraram o potencial do espaço como um teatro de operações militares, uma vez que suas trajetórias envolvem subidas ao espaço antes de reentrar na atmosfera terrestre. Isso incentivou o desenvolvimento de tecnologias e estratégias para o monitoramento e controle do espaço.*

***Corrida Espacial:** A competição entre Estados Unidos e União Soviética para desenvolver e aperfeiçoar essas tecnologias impulsionou a corrida espacial. Cada lançamento bem-sucedido de um ICBM era visto como um avanço tecnológico e uma demonstração de poder militar.*

***Desenvolvimento de Satélites de Reconhecimento:** A necessidade de monitorar as atividades de lançamento de mísseis do adversário levou ao desenvolvimento de satélites de reconhecimento, que se tornaram essenciais para a inteligência militar e, posteriormente, para usos civis.*

***Tratados de Controle de Armamentos:** A ameaça representada pelos ICBMs levou à negociação de tratados internacionais para limitar a proliferação de armas nucleares e*

o uso militar do espaço, como o Tratado do Espaço Exterior de 1967, que proíbe a colocação de armas nucleares no espaço.

Equilíbrio de Poder: Os ICBMs contribuíram para o equilíbrio de poder durante a Guerra Fria, criando uma situação de dissuasão mútua garantida (MAD), onde ambas as superpotências tinham capacidade de retaliação nuclear, desestimulando ataques diretos.

Assim, os ICBMs não só transformaram a natureza da guerra e da defesa nacional, mas também moldaram a geopolítica espacial ao integrar o espaço como um elemento essencial das estratégias militares e diplomáticas globais.

16. Você: O que é geopolítica, de acordo com as definições clássicas?

Chatbot: Geopolítica, segundo as definições clássicas, é o estudo das influências dos fatores geográficos, como território, localização e recursos naturais, sobre a política internacional e as relações de poder entre os estados. A geopolítica busca compreender como esses fatores condicionam o comportamento dos estados no cenário global e moldam suas estratégias de expansão, defesa e influência.

O conceito de geopolítica surgiu com a ideia de que o estado funciona como um organismo vivo, que necessita se expandir para sobreviver. Isso implica que a geopolítica traça os grandes objetivos do estado, enquanto a estratégia define as ações para alcançá-los. Teóricos clássicos como Halford Mackinder, Nicholas Spykman e Karl Haushofer contribuíram significativamente para o desenvolvimento da geopolítica, com teorias que destacam a importância de controlar certos territórios ou rotas estratégicas para exercer poder global. Mackinder, por exemplo, propôs a Teoria do Poder Terrestre, que sugere que quem controla a área pivô na Eurásia controla o destino global.

Essas teorias clássicas ainda influenciam a geopolítica contemporânea, mesmo que hoje ela também inclua novos espaços, como o ciberespaço, e considere aspectos econômicos e culturais.

17. Você: Qual é a importância da Teoria do Poder Terrestre de Mackinder na geopolítica atual?

Chatbot: A Teoria do Poder Terrestre de Halford Mackinder, introduzida no início do século XX, continua a ter relevância na geopolítica atual devido à sua ênfase na importância estratégica da Eurásia, região que ele denomina como a "Área Pivô" ou "Heartland". Mackinder argumentava que controlar essa região central poderia potencialmente permitir o domínio sobre o mundo, dada a sua posição estratégica e os recursos disponíveis.

Na geopolítica contemporânea, a teoria de Mackinder é frequentemente revisitada para entender dinâmicas internacionais como:

Desglobalização e Rotas Comerciais: *A teoria ajuda a explicar a importância crescente das rotas terrestres e marítimas, como a Nova Rota da Seda da China, que busca conectar a Ásia à Europa e África, reforçando a centralidade da Eurásia no comércio global.*

Conflitos na Eurásia: *Regiões como a Ucrânia e a Crimeia, que são partes estratégicas da Eurásia, continuam a ser pontos focais de tensão geopolítica, refletindo a ideia de que o controle dessas áreas poderia influenciar o equilíbrio de poder global.*

Multipolaridade Emergente: *A teoria de Mackinder também é relevante no contexto de um mundo cada vez mais multipolar, onde novos polos de poder estão surgindo em resposta ao declínio da hegemonia americana pós-2008, conforme diferentes atores globais (como China e Rússia) buscam aumentar sua influência na região da Eurásia.*

Em resumo, a Teoria do Poder Terrestre de Mackinder oferece um quadro analítico para compreender as complexas interações geopolíticas atuais, sublinhando a importância estratégica da Eurásia em um mundo em rápida transformação.

18. Você: Como a Nova Rota da Seda reflete a geopolítica econômica contemporânea?

Chatbot: *A Nova Rota da Seda, uma iniciativa da China oficialmente chamada de Belt and Road Initiative (BRI), é um projeto estratégico que visa conectar a Ásia, Europa e África por meio de uma rede de rotas comerciais terrestres e marítimas. Essa iniciativa reflete a geopolítica econômica contemporânea de várias maneiras:*

Expansão de Influência: *A Nova Rota da Seda é uma estratégia para expandir a influência econômica e política da China em escala global. Ao investir em infraestrutura em diferentes países, a China busca criar laços econômicos mais fortes, o que pode se traduzir em influência política.*

Integração Econômica: *Ao melhorar a infraestrutura de transporte e comunicação, a BRI facilita o comércio internacional e a integração econômica entre as regiões participantes. Isso pode ajudar a criar novos mercados para produtos chineses e aumentar o fluxo de bens e serviços.*

Conexão entre Continentes: *A iniciativa conecta a China a países da Ásia, Europa e África, criando um corredor econômico que facilita o comércio e o investimento. Esta conexão reforça a posição da China como um centro econômico global.*

Desafios e Competição: *A Nova Rota da Seda também gera preocupações e competição geopolítica, especialmente com os Estados Unidos e outras potências*

ocidentais, que veem a BRI como uma tentativa de aumentar a influência chinesa às custas de suas próprias esferas de influência.

Sustentabilidade e Endividamento: *Há preocupações sobre a sustentabilidade ambiental dos projetos e o risco de endividamento para os países participantes, que podem se tornar economicamente dependentes da China devido aos empréstimos necessários para financiar as obras de infraestrutura.*

Ressignificação das Teorias Clássicas: *A BRI pode ser vista como uma estratégia que ressignifica as teorias de Mackinder sobre o controle de rotas terrestres e marítimas como chave para o poder global, adaptando esses conceitos à era da globalização econômica.*

Esses fatores mostram como a Nova Rota da Seda é um exemplo claro de como a geopolítica econômica contemporânea está sendo moldada pela busca de influência global através de investimentos estratégicos em infraestrutura e comércio.

19. Você: Explique o conceito de "rimlands" proposto por Spykman.

Chatbot: *O conceito de "rimlands", proposto por Nicholas Spykman, refere-se às áreas costeiras ou bordas estratégicas de um continente, que ele considerava essenciais para o poder global. Spykman argumentava que essas regiões eram mais cruciais para a dominação mundial do que o "Heartland" de Mackinder, que se concentrava no interior da Eurásia.*

De acordo com Spykman, o controle dos "rimlands" garantiria acesso aos recursos, à população e às rotas marítimas, que são vitais para o comércio e a projeção de poder. Ele via essas áreas como zonas de contenção e influência, onde potências marítimas poderiam exercer controle sobre as potências terrestres. O conceito é uma parte central da teoria geopolítica de Spykman, que enfatiza a importância do poder marítimo na geopolítica global.

20. Você: Qual é o papel estratégico do Brasil na geopolítica contemporânea?

Chatbot: *O papel estratégico do Brasil na geopolítica contemporânea é multifacetado, refletindo sua posição como uma potência emergente com vastos recursos naturais, energéticos e alimentares. O Brasil é visto como um potencial núcleo estratégico devido a algumas características e capacidades específicas:*

Recursos Naturais e Energéticos: *O Brasil possui uma abundância de recursos naturais, incluindo reservas de petróleo, florestas e biodiversidade, que são estratégicos para a segurança alimentar e energética global.*

Agronegócio: O país é um dos principais exportadores de produtos agrícolas, o que lhe confere um papel crucial na segurança alimentar mundial.

Indústria Aeroespacial: A Embraer, por exemplo, é uma das maiores fabricantes de aeronaves do mundo, destacando a capacidade do Brasil em tecnologia de ponta e inovação.

Posição Geopolítica: Geograficamente, o Brasil ocupa uma posição estratégica na América do Sul, podendo servir como um mediador em questões regionais e globais. Além disso, sua localização oferece vantagens no lançamento de satélites e exploração espacial.

Participação em Organizações Internacionais: O Brasil é membro ativo de várias organizações internacionais, como o BRICS, que busca uma multipolaridade nas relações internacionais, desafiando a hegemonia tradicional das potências ocidentais.

Potencial em Energia Renovável: O Brasil é líder em energia renovável, especialmente em bioenergia e hidroeletricidade, que o posiciona como um importante ator nas discussões sobre mudanças climáticas e sustentabilidade.

O Brasil precisa continuar fortalecendo suas capacidades estratégicas, integrando-se ao contexto internacional de maneira competitiva e desenvolvendo políticas que maximizem seu potencial econômico e político na cena global. Além disso, o desenvolvimento de um programa espacial robusto pode aumentar ainda mais sua influência geopolítica.

21. Você: Quais avanços tecnológicos resultaram da exploração espacial?

Chatbot: A exploração espacial tem sido um motor significativo para o desenvolvimento de várias tecnologias que acabaram encontrando aplicações no dia a dia. Esses avanços, conhecidos como spin-offs, incluem:

Filtros de Água: Tecnologias desenvolvidas para purificar água em missões espaciais foram adaptadas para uso na Terra, ajudando a fornecer água potável em áreas remotas e em situações de desastre.

Câmeras de Celular: Os sensores de imagem utilizados nas câmeras de celulares modernos foram inicialmente desenvolvidos para capturar imagens no espaço.

Termômetros de Ouvido: A tecnologia de detecção infravermelha, usada para medir a temperatura de estrelas e planetas, foi adaptada para criar termômetros de ouvido que medem a temperatura do corpo humano rapidamente.

Travesseiros de Espuma Viscoelástica: Desenvolvidos inicialmente para proteger astronautas durante o lançamento, esses materiais são agora amplamente usados em colchões e travesseiros para melhorar o conforto e o suporte.

Esses exemplos mostram como as tecnologias espaciais podem ser adaptadas para melhorar a qualidade de vida na Terra, demonstrando o valor dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento no setor aeroespacial.

22. Você: O que são pontos de Lagrange e qual sua importância estratégica?

Chatbot: *Os pontos de Lagrange são posições no espaço onde as forças gravitacionais de dois corpos grandes, como a Terra e a Lua, se equilibram com a força centrípeta de um objeto menor, como um satélite. Esses pontos permitem que um objeto mantenha uma posição relativamente estável em relação aos dois corpos maiores, sem gastar muito combustível para correção de órbita.*

Existem cinco pontos de Lagrange, numerados de L1 a L5. Eles são importantes estrategicamente por várias razões:

Estabilidade Orbital: *Em certos pontos de Lagrange (como L4 e L5), objetos podem permanecer em órbita estável. Isso os torna ideais para posicionar satélites que precisam manter uma posição fixa sem consumir muito combustível.*

Comunicações e Monitoramento: *Os pontos de Lagrange são usados para posicionar satélites de comunicação e monitoramento, pois eles oferecem uma visão contínua de certos lados dos corpos celestes. Por exemplo, um satélite em um ponto Lagrange entre a Terra e o Sol (como L1) pode fornecer dados contínuos sobre a atividade solar.*

Bases para Exploração Espacial: *Esses pontos podem servir como locais estratégicos para futuras bases espaciais ou estações de reabastecimento, facilitando missões mais longas e ambiciosas no sistema solar.*

Infraestruturas Orbitais: *A estabilidade dos pontos de Lagrange permite a construção de infraestruturas orbitais, como estações espaciais, que podem servir como plataformas para exploração espacial ou como pontos de transferência entre missões.*

A utilização dos pontos de Lagrange demonstra a importância de entender as dinâmicas gravitacionais no planejamento de missões espaciais e na estratégia geopolítica do espaço. A China, por exemplo, já posicionou um satélite no ponto L2 para melhorar as comunicações com o lado oculto da Lua, exemplificando a aplicação prática desses conceitos.

23. Você: Como o filme "Elysium" ilustra questões de desigualdade no acesso ao espaço?

Chatbot: *O filme "Elysium", dirigido por Neill Blomkamp e lançado em 2013, é uma obra de ficção científica que explora temas de desigualdade socioeconômica e acesso desigual a recursos e oportunidades. A narrativa se passa em um futuro distópico onde a*

Terra está superpovoada e em ruínas, enquanto a elite da sociedade vive em uma estação espacial luxuosa chamada Elysium.

No contexto do filme, Elysium representa um espaço onde os ricos têm acesso a tecnologias avançadas, cuidados médicos milagrosos e um ambiente próspero e seguro, contrastando fortemente com as condições de miséria e privação enfrentadas pelas massas na Terra. Essa divisão espacial literal entre os ricos e os pobres serve como uma metáfora poderosa para a desigualdade socioeconômica.

A estação espacial Elysium simboliza o privilégio e a exclusividade, enquanto a Terra representa a exclusão e a falta de oportunidades. O filme destaca como o acesso ao espaço e aos seus recursos pode ser inequitativo, refletindo preocupações reais sobre como a exploração espacial e a colonização poderiam exacerbar desigualdades existentes, caso os benefícios do espaço não sejam distribuídos de maneira justa.

Portanto, "Elysium" ilustra questões de desigualdade no acesso ao espaço ao apresentar uma sociedade onde apenas uma minoria rica desfruta dos avanços e benefícios espaciais, levantando questões sobre justiça social e a necessidade de políticas que garantam um acesso mais equitativo aos recursos espaciais no futuro.

24. Você: Qual foi o significado ideológico do pouso na Lua durante a Guerra Fria?

Chatbot: *O pouso na Lua, realizado pelos Estados Unidos em 1969 com a missão Apollo 11, teve um forte significado ideológico durante a Guerra Fria. Nesse período, o mundo estava dividido em dois grandes blocos: o capitalista, liderado pelos Estados Unidos, e o comunista, liderado pela União Soviética. A corrida espacial tornou-se um campo de batalha simbólico para demonstrar a superioridade tecnológica, econômica e ideológica de cada sistema.*

O sucesso da missão Apollo 11 foi visto como uma vitória significativa para os Estados Unidos na corrida espacial, afirmando sua liderança tecnológica e seu poderio nacional. Foi uma demonstração de que o sistema capitalista poderia alcançar feitos extraordinários e inspirar inovação. Além disso, o evento serviu para fortalecer o prestígio dos EUA no cenário internacional, mostrando sua capacidade de liderar a exploração espacial.

A famosa frase de Neil Armstrong, "Um pequeno passo para o homem, um salto gigantesco para a humanidade", simbolizou não apenas um avanço científico, mas também uma vitória cultural e ideológica no contexto da Guerra Fria, reforçando a imagem dos EUA como uma nação progressista e tecnologicamente avançada.

25. Você: Como o programa espacial brasileiro pode impactar a posição do país na geopolítica global?

Chatbot: *O programa espacial brasileiro pode impactar significativamente a posição do país na geopolítica global de várias maneiras:*

Fortalecimento da Soberania Nacional: *Desenvolver capacidades espaciais autônomas, como lançamento de satélites e construção de infraestrutura espacial, reforça a soberania do Brasil, permitindo maior controle sobre suas comunicações, monitoramento ambiental e defesa.*

Avanços Tecnológicos e Inovação: *O investimento em tecnologia espacial estimula o desenvolvimento de inovações que podem ter aplicações civis e militares, além de gerar spin-offs tecnológicos que beneficiam a economia, como novos materiais e sistemas de comunicação.*

Colaboração Internacional: *Participar de projetos espaciais internacionais, como o programa Artemis da NASA, pode aumentar a influência diplomática do Brasil e abrir portas para colaborações científicas e tecnológicas, fortalecendo laços com outras nações.*

Economia Espacial e Desenvolvimento Sustentável: *O setor espacial é uma área emergente com potencial econômico significativo. O Brasil pode aproveitar seus recursos naturais e geográficos, como a localização privilegiada do Centro de Lançamento de Alcântara, para atrair investimentos e desenvolver uma economia espacial robusta.*

Capacitação e Formação de Recursos Humanos: *O programa espacial promove a formação de mão de obra qualificada em áreas de alta tecnologia, criando empregos e estimulando a educação em ciências e engenharia.*

Influência Geopolítica Regional: *Ao se posicionar como líder no setor espacial na América Latina, o Brasil pode assumir um papel de destaque em iniciativas regionais de cooperação espacial, fortalecendo sua posição geopolítica e econômica no continente.*

Soft Power e Prestígio Internacional: *O sucesso em missões espaciais pode melhorar a imagem internacional do Brasil, demonstrando capacidade tecnológica e inovação, o que é crucial em uma era em que o soft power desempenha um papel importante nas relações internacionais.*

Portanto, ao investir e desenvolver seu programa espacial, o Brasil não só avança tecnologicamente, mas também fortalece sua posição geopolítica, econômica e diplomática no cenário global.

8.2. APÊNDICE B - Notebook do *Google Colaboratory*: Chatbot AEB Escola

```

# Instalações necessárias
!pip uninstall fitz -y
!pip install PyMuPDF openai
!pip install --upgrade openai

# Importar as bibliotecas necessárias
import fitz
from google.colab import drive
import openai
from IPython.display import display
import ipywidgets as widgets
import os

# Configurar a chave da API como variável de ambiente
os.environ["OPENAI_API_KEY"] = "uma chave privada foi utilizada"

# Configurar a chave da API a partir da variável de ambiente
openai.api_key = os.getenv("OPENAI_API_KEY")

# Autenticação e montagem do Google Drive
drive.mount('/content/drive')

# Caminho do arquivo PDF no Google Drive
pdf_path = '/content/drive/My Drive/Aulas AEB - ESCOLA/Transcrição resumida aulas aeb
escola.pdf'

# Função para extrair texto do PDF
def extract_text_from_pdf(pdf_path):
    """
    Extrai o texto de um arquivo PDF usando PyMuPDF.
    """
    doc = fitz.open(pdf_path)
    text = ""
    for page in doc:
text += page.get_text()
    doc.close()
    return text

# Extrair o texto do PDF
pdf_content = extract_text_from_pdf(pdf_path)

# Estruturar o conteúdo para uso no chatbot
# Aqui, o texto extraído será dividido em partes para facilitar o uso no prompt.
content_chunks = pdf_content.split("\n\n") # Dividindo por parágrafos

# Definir o contexto do chatbot
chatbot_context = """
Você é um assistente virtual de um projeto educacional chamado AEB Escola, uma iniciativa da
Agência Espacial Brasileira (AEB). A missão do projeto é proporcionar educação gratuita de alta
qualidade, focada em temas como ciência, astronomia e matemática, principalmente para um público
interessado em áreas de conhecimento aeroespacial.

Sua principal função é responder a perguntas feitas por alunos que estão interagindo com os
cursos e materiais disponibilizados pela plataforma online da AEB Escola. Você deve atuar como
professor com excelente didática, respondendo de maneira clara, precisa e explicativa, simplificando
conceitos e tornando-os acessíveis.

Você tem à sua disposição o conteúdo do curso, extraído de documentos PDF. Seu objetivo é
usar o material disponível para fornecer respostas curtas, diretas e explicativas. Se o conteúdo do
PDF não for suficiente, sugira onde o aluno pode encontrar mais informações no material ou busque
esclarecer da melhor forma possível.
"""

```

```

# Função para gerar respostas com base no contexto e na pergunta do usuário
def chatbot_response(user_question, context_chunks):
    """
    Gera uma resposta baseada na pergunta do usuário e no conteúdo do PDF, com o contexto do
chatbot.
    """
    try:
# Limitar o tamanho do contexto para não exceder os limites de tokens da API
        chunk_size = min(len(context_chunks), 5) # No máximo 5 partes ou menos
        relevant_content = '\n'.join(context_chunks[:chunk_size])

        messages = [
            {"role": "system", "content": chatbot_context}, # Contexto do chatbot
            {"role": "user", "content": f"Conteúdo extraído:\n{relevant_content}"}, #
Contexto do PDF
            {"role": "user", "content": user_question}, # Pergunta do usuário
        ]

        response = openai.chat.completions.create(
            model="gpt-4o",
            messages=messages,
            max_tokens=500,
            temperature=0.7,
        )

    return response.choices[0].message.content
    except Exception as e:
    return f"Erro ao processar a resposta: {str(e)}"

#Interface
def chat_colab():
    """
    Interface interativa no Google Colab para o chatbot da AEB Escola.
    """
    print("Chatbot da AEB Escola iniciado! Digite sua pergunta abaixo ou 'sair' para
encerrar.")
    while True:
# Campo de entrada para perguntas
        question = input("Você: ")
        if question.lower() == "sair":
            print("Encerrando o chatbot. Até logo!")
            break
        else:
            response = chatbot_response(question, content_chunks)
            print(f"Chatbot: {response}")

# Executar o chatbot
chat_colab()

```