

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MATHEUS DE MARCHI DOS SANTOS

**ASSISTENTES VIRTUAIS INTELIGENTES PARA APOIO EDUCACIONAL NO
ENSINO BÁSICO**

MEDIANEIRA

2025

MATHEUS DE MARCHI DOS SANTOS

**ASSISTENTES VIRTUAIS INTELIGENTES PARA APOIO EDUCACIONAL NO
ENSINO BÁSICO**

Intelligent Virtual Assistants for Educational Support in Basic Education

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Everton Coimbra de Araujo

MEDIANEIRA

2025



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Siglas

AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BRT	Bloom's Revised Taxonomy
DPR	Dense Passage Retrieval
IA	Inteligência Artificial
LLM	Large Language Model
NLP	Natural Language Processing
NLTK	Natural Language Toolkit
QA	Question-Answering
RAG	Retrieval-Augmented Generation

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Objetivos	3
1.1.1	Objetivo geral	3
1.1.2	Objetivos específicos	3
1.2	Justificativa	4
1.3	Estrutura do trabalho	4
2	REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1	Trabalhos Relacionados	5
	REFERÊNCIAS	9

1 INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias de Inteligência Artificial (IA) tem transformado diversos setores, e a educação não é exceção. *Chatbots* e assistentes virtuais baseados em IA vêm sendo integrados a plataformas de ensino para oferecer suporte imediato a alunos e professores. Esses sistemas podem responder dúvidas, recomendar conteúdos personalizados e acompanhar o progresso dos estudantes em tempo real.

No contexto do ensino básico, a heterogeneidade de perfis de aprendizagem — com turmas que reúnem alunos de diferentes ritmos, estilos cognitivos e níveis de familiaridade com recursos digitais — exige soluções que se adaptem a cada necessidade individual. O auxílio de um assistente virtual permite estender o atendimento além da sala de aula, oferecendo reforço e orientação contínua.

Além disso, o aumento da demanda por educação híbrida e a frequente sobrecarga de trabalho dos docentes ressaltam a importância de ferramentas capazes de automatizar tarefas repetitivas, como correção de exercícios de múltipla escolha e geração de relatórios de desempenho. Isso libera tempo para que o professor se concentre em atividades de maior valor pedagógico, como mediação de debates e elaboração de projetos colaborativos.

Por fim, há um crescente interesse em mapear como estudantes interagem com sistemas conversacionais para compreender melhor seus padrões de uso, dificuldades e preferências. Este trabalho propõe-se a desenvolver e avaliar um assistente virtual inteligente voltado ao ensino básico, visando não apenas a implantação de tecnologia, mas também a investigação de sua eficácia pedagógica e a experiência real dos alunos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um assistente virtual inteligente para apoio ao ensino na educação básica, voltado a alunos da 6ª série do ensino fundamental ao 3º ano do ensino médio com personalização por matéria e tipo de conteúdo educacional e estilo de feedback.

1.1.2 Objetivos específicos

1. Investigar o estado da arte em IA conversacional aplicada à educação, identificando tecnologias e práticas mais eficazes.
2. Projetar o fluxo de interação entre aluno e assistente, assegurando usabilidade e clareza na comunicação.

3. Implementar um *chatbot* integrado a uma base de conhecimento educacional, usando *Node.js*, *Flutter*, *OpenAI API* e *Supabase*.
4. Avaliar a experiência de uso com estudantes reais, coletando *feedback* para aprimorar o assistente virtual.

1.2 Justificativa

Os métodos tradicionais de ensino frequentemente não conseguem atender às necessidades individuais de cada aluno, sobretudo em turmas numerosas. A introdução de um assistente virtual baseado em IA possibilita disponibilizar suporte contínuo e personalizado, mitigando lacunas no processo de aprendizagem e reforçando conteúdos de forma interativa. Além disso, ao automatizar respostas a dúvidas frequentes e oferecer *feedback* imediato, o sistema contribui para a autonomia dos estudantes e auxilia no trabalho dos professores.

Além disso, há poucos estudos voltados especificamente ao ensino básico que avaliem empiricamente o desempenho e a aceitação de assistentes virtuais em contextos reais de sala de aula. Entender como alunos de diferentes faixas etárias e níveis de familiaridade tecnológica interagem com *chatbots* é essencial para orientar o desenho de interfaces, o tratamento de linguagem natural e as políticas de privacidade e ética no uso de dados educacionais. Este projeto, portanto, busca preencher essa lacuna, fornecendo *insights* práticos e teóricos para o desenvolvimento de soluções mais eficazes.

1.3 Estrutura do trabalho

Este documento está organizado da seguinte forma: o Capítulo 1 apresenta a introdução, contextualizando o tema, estabelecendo o problema de pesquisa, os objetivos geral e específicos e a justificativa deste trabalho. O Capítulo 2 traz o referencial teórico, reunindo os principais conceitos sobre inteligência artificial aplicada à educação básica, revisões sistemáticas e estudos de caso de assistentes virtuais, além dos modelos de IA utilizados neste trabalho. No Capítulo 3 descrevem-se os materiais e métodos empregados, detalhando a arquitetura proposta para o assistente virtual, as tecnologias e ferramentas selecionadas, o fluxo de desenvolvimento e os critérios de avaliação de usabilidade e eficácia pedagógica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Trabalhos Relacionados

Nesta seção, explora-se a discussão sobre IA na educação, com ênfase em estudos recentes que investigam aplicações práticas, impactos no aprendizado e desafios de implementação. Com a finalidade de melhorar a compreensão, os trabalhos foram agrupados nas seguintes abordagens:

- **Estudos Experimentais com Estudantes:** Essel *et al.* (2022), Sakib *et al.* (2024), Taneja *et al.* (2024).
- **Revisões Sistemáticas e Bibliográficas:** Junior *et al.* (2023), Bartelle e Medeiros (2024), Bassani e Chena (2025).
- **Estudos sobre Aplicação de IA e Aspectos Éticos:** Adiguzel, Kaya e Cansu (2023), Maiti e Goel (2024), Franqueira *et al.* (2024), Grizotes e Kowalski (2025).

Em seu estudo, os autores Essel *et al.* (2022) investigaram o impacto de um assistente virtual (chatbot) no aprendizado de estudantes de graduação em Gana, contextualizando o rápido crescimento dessas tecnologias na educação e questionando se sua adoção poderia melhorar o desempenho acadêmico. Para isso, aplicou-se um desenho pré-teste/pós-teste com 68 alunos, divididos em grupo experimental (interação via WhatsApp com um chatbot sem codificação) e grupo-controle (interação tradicional com o instrutor). Os resultados revelaram ganhos significativamente maiores no grupo que utilizou o chatbot, além de relatos de maior satisfação motivados pela usabilidade e pelo feedback imediato. Conclui-se que chatbots podem ser ferramentas eficazes em contextos de alta proporção aluno–instrutor, embora seja necessário aprimorar a profundidade das interações para maximizar seu potencial.

Sakib *et al.* (2024) introduziram a dificuldade de estudantes de computação com Python e propôs o VTA-bot, um assistente virtual baseado em Natural Language Processing (NLP) e deep learning, para reduzir evasão e falhas. Definiu-se o objetivo de criar esse bot e um dataset primário para cursos de Python. Após revisar chatbots educacionais existentes, o autor formulou o problema como classificação supervisionada de intenções de perguntas e organizou hierarquicamente um novo conjunto de dados (intenções, tópicos, tags e respostas). No pré-processamento, aplicaram-se case folding, remoção de stopwords, stemming e lematização. Testaram-se classificadores tradicionais (Naive Bayes, Decision Tree, SVM e Regressão Logística), alcançando até 86,95% de acurácia após refatoração de dados. Em seguida, desenvolveram-se protótipos em Python com PyTorch, Natural Language Toolkit (NLTK) e Flask; convertendo entradas em bag-of-words, treinaram-se redes neurais feedforward que chegaram a 95% de precisão após 1 000 épocas. Os autores concluíram que o VTA-bot pode melhorar

significativamente a experiência de aprendizagem de iniciantes em Python, apontando a continuidade do aprimoramento do sistema para expandir seu suporte educacional.

Taneja *et al.* (2024) descrevem Jill Watson, um Assistente Virtual de Ensino baseado em ChatGPT projetado para oferecer suporte 24 h por dia aos estudantes sem sobrecarregar os instrutores. Eles revisitam trabalhos de Question-Answering (QA) fundamentados em Large Language Model (LLM), métodos de Retrieval-Augmented Generation (RAG), desafios de factualidade e segurança e inspiram-se em arquiteturas multihabilidade como Xiaolce. A arquitetura modular inclui resolução de correferências, classificação de habilidades, Dense Passage Retrieval (DPR), geração de respostas via ChatGPT, checagem de veracidade por textual entailment e filtros de moderação para garantir precisão e segurança. As comparações mostram que Jill Watson supera versões anteriores e o OpenAI Assistants em taxa de acertos, reduz falhas graves e resiste a insinuações tóxicas, conforme ilustrado por exemplos de conversas reais em sala de aula. O sistema também diminui alucinações, aprimora a segurança e apoia efetivamente o ensino, embora seus autores reconheçam limitações de contexto e a necessidade de futuros aprimoramentos.

Junior *et al.* (2023) conduziram uma revisão bibliográfica de estudos publicados entre 2010 e 2023 em bases como Scopus, PubMed e Google Scholar, aplicando critérios rigorosos de seleção e análise crítica. Seus achados indicam que algoritmos de IA possibilitam a geração automática de conteúdos personalizados, o planejamento adaptativo de aulas e a avaliação automatizada com feedback individualizado, ressaltando a importância de integrar essas recomendações à expertise do professor e de atentar para aspectos éticos, como privacidade de dados e equidade no acesso às tecnologias. Os autores apontam que a IA traz ganhos relevantes em eficiência, engajamento e personalização do ensino, mas que seu uso responsável depende da formação docente, da proteção dos dados dos alunos e de pesquisas futuras sobre impactos de longo prazo e estratégias de implementação equitativa.

Bartelle e Medeiros (2024) realizaram uma revisão sistemática da literatura para mapear estudos de 2019 a 2023 sobre o uso de assistentes virtuais em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), buscando artigos nas bases Google Scholar, Capes e Web of Science e aplicando critérios de inclusão e exclusão que resultaram em 21 publicações selecionadas. Sua análise classificou os assistentes pelo tipo de IA empregado (conexionista, simbólica ou híbrida), pelos tipos de dúvidas atendidas (acadêmicas, técnicas, acessibilidade e motivacionais), pela presença limitada de IA generativa (apenas em dois estudos), pelas metodologias de implementação (modelos baseados em regras, APIs como Dialogflow, redes neurais, entre outras ferramentas), pelo número de usuários atendidos (de dezenas a milhares) e pelo tempo de operação nos AVAs. Identificaram lacunas, especialmente a escassez de investigações sobre IA generativa em assistentes virtuais e a imaturidade do campo, sugerindo oportunidades para pesquisas futuras e defendendo a incorporação mais ampla de IA generativa, a formação docente e a consolidação de melhores práticas para potencializar o impacto pedagógico desses sistemas.

Bassani e Chena (2025) contextualizaram a crescente inserção da IA na educação e definiram como problema de pesquisa o mapeamento e a análise de teses de doutorado brasileiras sobre IA e educação defendidas entre 2019 e 2023. Para isso, consultaram a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), empregaram a expressão “IA + educação” e aplicaram oito etapas de seleção, extração e síntese de dados. Caracterizaram as 11 teses selecionadas segundo ano de publicação, região geográfica e programa de pós-graduação, evidenciando um crescimento a partir de 2022 e agrupando-as em quatro categorias temáticas — IA na educação, tecnologias digitais e redes sociais, metodologias inovadoras e sistemas robóticos e adaptativos —, sintetizaram tendências de diversificação interdisciplinar e expansão regional, apontaram lacunas relativas a aspectos éticos e à ausência de estudos longitudinais e sugeriram direções para pesquisas futuras que aprofundem a eficácia e a responsabilidade na aplicação da IA em contextos educacionais.

Adiguzel, Kaya e Cansu (2023) apresentaram uma revisão narrativa da literatura sobre o uso de IA na educação, com foco em chatbots e no modelo ChatGPT, destacando o potencial transformador dessas tecnologias e as questões éticas e práticas envolvidas. Ao analisar estudos prévios, identificaram três paradigmas de AIE — direcionado, suportado e empoderado — e elencaram benefícios como personalização do ensino, feedback instantâneo, maior engajamento e apoio à inclusão. Ressaltaram a importância de alinhar o desenvolvimento e a implementação de chatbots a teorias pedagógicas, capacitar docentes e mitigar desafios éticos relacionados a vieses, privacidade e integridade acadêmica. Concluem que chatbots avançados, exemplificados pelo ChatGPT, representam uma oportunidade promissora para inovar a educação, desde que adotados de forma ética e colaborativa entre educadores, pesquisadores e formuladores de políticas.

Maiti e Goel (2024) exploraram padrões de uso e níveis cognitivos de perguntas em diferentes contextos educacionais após integrar ferramentas de IA generativa em Jill Watson, revisando pesquisas sobre sistemas de QA com LLMs, métodos de RAG e versões anteriores de assistentes virtuais em educação e aplicando a Bloom’s Revised Taxonomy (BRT) para classificar a complexidade das interações. Verificou-se um aumento expressivo de adoção após a integração do LLM, com padrões semanais distintos entre perguntas logísticas e de conteúdo, ocorrências de níveis elevados de análise, avaliação e síntese e formatos de resposta que combinam definições, exemplos, comparações e resumos, corroborados por amplo feedback positivo, embora os autores reconheçam a necessidade de investigar fatores pedagógicos que influenciam o uso e de avaliar em profundidade a precisão e o valor didático dessas respostas.

Franqueira *et al.* (2024) investigaram como a IA pode apoiar processos de aprendizagem em sala de aula por meio de revisão bibliográfica, partindo da pergunta “De que forma o uso da IA pode contribuir para o ensino?” e justificando a pesquisa diante de desafios de infraestrutura, resistência docente e ética na educação. Exploraram aplicações práticas da IA — personalização do ensino pela adaptação de conteúdo ao ritmo dos alunos, feedback imediato para correção de erros e automação de tarefas administrativas que liberam tempo dos profes-

res — e alertaram para riscos como semiformação, falta de transparência e justiça algorítmica, proteção de dados e a necessidade de componentes pedagógicos robustos para promover o pensamento crítico. Concluíram que, embora a IA tenha potencial transformador ao promover uma aprendizagem inclusiva e eficiente e ao aliviar professores de tarefas repetitivas, sua implementação exige cuidado ético e pedagógico, formação contínua de educadores e infraestrutura adequada, recomendando estudos empíricos sobre impactos e melhores práticas de adoção.

Grizotes e Kowalski (2025) posicionam historicamente a IA e sua relevância para a educação básica, formulando a questão de como integrá-la criticamente ao ensino e, por meio de uma revisão integrativa de obras e artigos de 2014 a 2024, analisaram personalização do ensino (avaliações inteligentes, sistemas de tutoria inteligente e metodologias ativas), suporte aos docentes (especialmente via IAG para criação de materiais e automação de tarefas) e literacia em IA (privacidade, viés e inclusão), enfatizando desafios como infraestrutura deficiente, desigualdade digital, dependência tecnológica e redefinição do papel do professor e defendendo diretrizes éticas e políticas públicas, ao concluir que a IA pode transformar o ensino desde que se invista em literacia em IA e se mantenha um debate ético contínuo para assegurar seu uso responsável e socialmente equitativo.

Em síntese, os estudos aqui revisados fornecem uma base sólida para o desenvolvimento do assistente virtual proposto, oferecendo benefícios como personalização do ensino, feedback imediato e maior engajamento dos alunos. No entanto, as revisões sistemáticas destacam a necessidade de avançar no uso de IA generativa em AVA, sugerem melhorias no modelo, no feedback personalizado e nos protocolos de proteção de dados. Dessa forma, este trabalho apoia-se nessas contribuições para projetar um assistente virtual inteligente, confiável e alinhado às necessidades educacionais do ensino básico.

Além das análises técnicas e éticas, é essencial considerar o embasamento pedagógico que sustenta o uso de assistentes virtuais na educação. A literatura educacional destaca abordagens como a aprendizagem adaptativa, que busca personalizar o ensino com base nas necessidades e no ritmo de cada aluno (BRUSILOVSKY; KOBSA; NEJDL, 2007). Essa perspectiva é altamente compatível com as capacidades da Inteligência Artificial em ajustar respostas, indicar conteúdos e acompanhar o progresso individual. Adicionalmente, elementos de gamificação e aprendizagem baseada em problemas têm sido apontados como formas eficazes de aumentar o engajamento e a retenção de conhecimento. Portanto, este trabalho considerará essas abordagens no desenvolvimento do assistente virtual proposto, promovendo uma experiência educacional que vai além da resposta automática — buscando efetivamente apoiar e transformar o processo de aprendizagem no ensino básico.

REFERÊNCIAS

- ADIGUZEL, T.; KAYA, M. H.; CANSU, F. K. **Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT**. [S.l.]: Bastas, 2023.
- BARTELLE, L. B.; MEDEIROS, L. F. de. Os assistentes virtuais nos ambientes virtuais de aprendizagem: uma revisão sistemática de literatura. **EaD em Foco**, Fundacao CECIERJ, v. 14, p. e2128, 4 2024.
- BASSANI, M.; CHENA, A. E. G. Inteligência artificial e educação: Uma revisão sistemática das teses de doutorado defendidas entre 2019 e 2023. **Revista Interinstitucional Artes de Educar**, v. 11, p. 84–98, 2 2025. ISSN 2359-6856. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/riae/article/view/86275>.
- BRUSILOVSKY, P.; KOBASA, A.; NEJDL, W. **The Adaptive Web - Methods and Strategies of Web Personalization**. [S.l.: s.n.], 2007. ISBN 978-3-540-72078-2.
- ESSEL, H. B. *et al.* The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in ghanaian higher education. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, v. 19, 12 2022. ISSN 23659440.
- FRANQUEIRA, A. da S. *et al.* O papel da inteligência artificial no apoio ao ensino personalizado. **COGNITIONIS Scientific Journal**, South Florida Publishing LLC, v. 7, p. e395, 6 2024.
- GRIZOTES, E. da S.; KOWALSKI, R. P. G. Inteligência artificial e educação básica: explorando o futuro do ensino. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 23, p. e9349, 3 2025. ISSN 1696-8352. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/9349>.
- JUNIOR, J. C. G. *et al.* Inteligência artificial como ferramenta de apoio ao ensino. **Revista Contemporânea**, South Florida Publishing LLC, v. 3, p. 11803–11818, 8 2023. ISSN 2764-7757.
- MAITI, P.; GOEL, A. K. How do students interact with an llm-powered virtual teaching assistant in different educational settings? 7 2024. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2407.17429>.
- SAKIB, S. J. *et al.* Virtual teaching assistant for undergraduate students using natural language processing and deep learning. *In: AIP Conference Proceedings*. [S.l.]: American Institute of Physics Inc., 2024. v. 2898. ISBN 9780735448261. ISSN 15517616.
- TANEJA, K. *et al.* Jill watson: A virtual teaching assistant powered by chatgpt. 5 2024. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/2405.11070>.