

Uma Revisão Sistemática da Literatura sobre Chatbots na Educação: Desenvolvimento e Aplicações

Judson Henrique Alvarenga¹, Igor Dalepiane¹, Lucas Fell¹, Maicon Bernardino¹

¹Laboratory of Empirical Studies in Software Engineering – LESSE
Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA
Av. Tiaraju, 810 – Ibirapuitã, Alegrete – RS, 97546-550

{judson.henrique01, lucasafell, igordalepiane}@gmail.com, bernardino@acm.org

Abstract. *The increasing use of chatbots in education highlights their importance in enhancing the learning experience. This study conducts a systematic literature review on the development of chatbots, focusing on their applications. The results show that chatbots can automate tasks, answer questions, and personalize learning, benefiting both students and teachers. However, challenges such as the need to align assessments and explore the adaptability of chatbots were identified. A proposal for a personalized chatbot for the undergraduate courses aims to meet students' needs, promoting a more efficient and accessible educational environment.*

Resumo. *O crescente uso de chatbots na educação destaca sua importância na melhoria da experiência de aprendizagem. Este estudo realiza uma revisão sistemática da literatura sobre o desenvolvimento de chatbots, focando em suas aplicações. Os resultados mostram que os chatbots podem automatizar tarefas, responder a dúvidas e personalizar o aprendizado, beneficiando tanto alunos quanto professores. No entanto, desafios como a necessidade de alinhar avaliações e explorar a adaptabilidade dos chatbots foram identificados. Uma proposta de um chatbot personalizado para os cursos de graduação visa atender às necessidades dos estudantes, promovendo um ambiente educacional mais eficiente e acessível.*

1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) é agora reconhecida como uma tecnologia de uso geral com um impacto significativo na vida humana. A evolução da IA e do Aprendizado de Máquina (AM) ao longo dos anos pode ser compreendida ao se analisar a influência e liderança dos pesquisadores nessas áreas nas últimas décadas. Iniciando no meio acadêmico com trabalhos pioneiros, a IA atualmente está amplamente implementada em organizações [Audibert et al. 2022].

Os *chatbots* de IA, projetados para imitar a conversação humana usando interações de texto ou voz, têm uma história que remonta aos anos 1960. Ao longo das décadas, eles evoluíram significativamente, impulsionados por avanços tecnológicos e pela crescente demanda por sistemas de comunicação automatizados. Hoje, os *chatbots* são usados em vários setores, incluindo a educação, onde se adaptam aos comportamentos de instrutores e alunos, aprimorando a experiência educacional [Labadze et al. 2023].

Uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) investigou as áreas da educação onde *chatbots* já foram aplicados, explorando os papéis pedagógicos dos *chatbots*, seu uso para fins de orientação e seu potencial para personalizar a educação. A pesquisa inicial de 2.678 publicações permitiu identificar 74 publicações relevantes para a aplicação de *chatbots* na educação. Essa revisão abordou cinco questões de pesquisa e concluiu apontando para três principais desafios de pesquisa: alinhar as avaliações de *chatbots* com os objetivos de implementação, explorar o potencial de *chatbots* para orientação de alunos e explorar e alavancar as capacidades de adaptação dos *chatbots* [Wollny et al. 2021]

As tecnologias educacionais, como os *chatbots*, têm possibilitado modelos de aprendizado à distância e oferecido aos alunos a oportunidade de aprender no seu próprio ritmo. Elas encontraram seu caminho nas escolas e instituições de ensino superior por meio de Sistemas de Gestão de Aprendizagem e Cursos Online Abertos e Massivos, permitindo aos professores ampliar boas práticas de ensino e aos alunos acessar material de aprendizado de forma ubíqua [Wollny et al. 2021].

No campo educacional, *chatbots* como o ChatGPT, lançado em 2022 pela OpenAI, oferecem assistência no estudo e aprendizado personalizado, mas também levantam preocupações sobre precisão, confiabilidade e questões éticas [Labadze et al. 2023]. O Ada, lançado em 2017, é outro exemplo, usado para oferecer tutoria personalizada, mas com limitações na compreensão de consultas complexas [Labadze et al. 2023]. Além disso, plataformas como *Replika* e *Socratic*, embora não sejam *chatbots* no sentido tradicional, fornecem uma interface semelhante e funcionalidades projetadas para auxiliar os alunos no aprendizado de novos conceitos [Labadze et al. 2023].

A inspiração para este projeto nasceu durante a participação no evento da II Escola Regional de Engenharia de Software (ERES'18), quando tive a oportunidade de frequentar um minicurso focado em *chatbots* e explorar o *Watson Assistant* da IBM. A partir desse minicurso, um professor compartilhou conosco sua visão de desenvolver um *chatbot* dedicado ao curso que coordena. Essa ideia instigou um grupo de alunos presentes no evento, despertando o interesse em iniciar um projeto de pesquisa nessa área.

Uma das principais dificuldades enfrentadas tanto por estudantes iniciantes quanto na retenção desses alunos ao longo do curso de graduação é a escassez de informações claras e orientações adequadas. Com o objetivo de preencher essas lacunas e proporcionar um suporte mais abrangente, o *chatbot* está sendo desenvolvido como uma ferramenta intuitiva. Seu propósito é oferecer respostas rápidas e precisas, além de orientações detalhadas sobre o nosso curso, abordando diversas questões frequentemente levantadas pelos estudantes ao longo de sua jornada acadêmica.

Os resultados deste estudo tem como objetivo desenvolver um *chatbot* personalizado para atender às necessidades do nosso curso de graduação na universidade. Para viabilizar esse objetivo, foram definidos objetivos específicos que estruturam e direcionam a pesquisa deste trabalho de maneira detalhada: (i) Realizar uma RSL para classificar os estudos relacionados ao desenvolvimento de *chatbot* utilizando AM; (ii) Analisar as características dos *chatbots* obtidos na RSL.

2. Referencial Teórico

2.1. Chatbots

Chatbot, conhecido também como *ChatterBot*, é um componente central da IA conversacional. São sistemas de software desenvolvidos para interagir com os usuários em linguagem natural, utilizando interfaces de texto ou voz. Esses agentes conversacionais são projetados para simular uma conversa humana e podem ser empregados em várias aplicações, desde atendimento ao cliente e suporte técnico até assistentes pessoais e transações comerciais. Seu desenvolvimento e aprimoramento dependem de tecnologias como PLN, AM e IA para compreender e responder de forma precisa às consultas dos usuários, adaptando-se às necessidades contextuais ao longo da conversa [Saka et al. 2023].

Segundo [Gartner Inc. 2019], os *chatbots* estão transformando a maneira como as organizações interagem com seus clientes, fornecendo um meio eficiente e escalável para comunicação personalizada. Além disso, conforme destacado por [McTear et al. 2016], *chatbots* avançados, equipados com capacidades de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural, estão cada vez mais capacitados para realizar tarefas complexas, como agendamento de compromissos, diagnóstico de problemas técnicos e fornecimento de recomendações personalizadas. Eles representam uma interseção entre a IA e a IHC, pavimentando o caminho para interfaces de usuário mais intuitivas e acessíveis.

Uma lista de *chatbots* que ilustram o potencial da IA em conversações, evidenciando a crescente eficácia e naturalidade na interação homem-máquina. Esses exemplos refletem os avanços contínuos das tecnologias de IA, PLN e AM. (i) **IBM WatsonX Assistant**: Um *chatbot* empresarial que oferece capacidades avançadas de diálogo, capaz de entender linguagem complexa e fornecer respostas contextuais usando IA generativa; (ii) **Woebot**: Um *chatbot* de saúde mental que oferece apoio emocional e técnicas de terapia cognitivo-comportamental para ajudar os usuários a lidar com o estresse e a ansiedade; (iii) **Kuki**: Um *chatbot* premiado, conhecido por suas habilidades de conversação avançadas. Ele utiliza inteligência artificial para interagir com os usuários de forma natural e envolvente; (iv) **Google Assistant**: Disponível em *smartphones* e dispositivos domésticos inteligentes, este assistente usa o processamento de linguagem natural para realizar uma ampla gama de tarefas e responder a consultas dos usuários; (v) **Alexa**: Um assistente virtual popular usado em dispositivos *Echo*, capaz de realizar uma variedade de tarefas, desde controlar dispositivos inteligentes até fornecer informações em tempo real.

2.2. Aprendizado de Máquina

O Aprendizado de Máquina (AM) é um campo da IA que se concentra no desenvolvimento de algoritmos e modelos que capacitam os sistemas a aprender com dados e aprimorar seu desempenho sem intervenção humana explícita. Esses sistemas utilizam técnicas estatísticas para identificar padrões nos dados, possibilitando a criação de modelos preditivos ou descritivos [Bishop 2007]. Hastie *et al.* (2001) descreve o AM como “um conjunto de métodos que podem detectar automaticamente padrões nos dados e usá-los para fazer previsões ou tomar decisões com intervenção humana mínima”. O AM pode ser dividido em três categorias principais [Bishop 2007]: (i) **Aprendizado Supervisionado**: em que os modelos são treinados em conjuntos de dados rotulados para fazer previsões ou classificações; (ii) **Aprendizado Não Supervisionado**: em que os modelos são treinados em conjuntos de dados não rotulados para identificar padrões e estruturas,

e; (iii) **Aprendizado por Reforço**: em que os modelos aprendem por meio de interações com um ambiente para alcançar uma meta específica.

Destacamos a seguir algumas tecnologias que fazem uso de AM: 1. **Rasa**: Rasa é uma plataforma de código aberto para construção de *chatbot* e assistentes virtuais. É composta por duas partes principais: Rasa NLU, para entendimento de linguagem natural, e Rasa Core, para gerenciamento de diálogos; Rasa utiliza AM por reforço para processar e entender as entradas de texto NLU e para decidir os próximos passos em uma conversa (Core). Utiliza modelos baseados em redes neurais e outras técnicas como *Conditional Random Fields* para reconhecimento de entidades [Bocklisch et al. 2017]; 2. **Dialogflow**: O *Dialogflow*, desenvolvido pelo Google, é uma plataforma para a criação de interfaces de conversação, como *chatbots* e assistentes virtuais, que oferece integração com diversas plataformas e dispositivos. Utiliza técnicas de AM para compreender a intenção subjacente ao texto ou à fala do usuário, além de extrair entidades relevantes. A plataforma emprega modelos de AM supervisionado para proporcionar respostas precisas e contextuais às interações dos usuários [Reyes et al. 2019].

2.3. Trabalhos Relacionados

Nesta seção descrevemos estudos relacionados ao desenvolvimento de *chatbots* utilizando AM no contexto da educação. Nosso objetivo é identificar e ressaltar pontos relevantes em relação ao escopo da RSL, buscando correlações e contribuições dessas pesquisas para o campo de estudo abordado. Assim, a Tabela 1 apresenta cinco *chatbots* que encontramos na literatura, descrevendo sua categoria e ferramentas utilizadas no seu desenvolvimento.

Tabela 1. Chatbots relacionados ao tema

Nome do Chatbot	Categoria	Ferramentas Utilizadas
Universitybot : <i>University Chatbot using Artificial Intelligence Markup Language</i> [Khin and Soe 2020]	Chatbots desenvolvidos para fornecer informações sobre IES e aprimorar o suporte à elas.	AIML
GURIBO : <i>Chatterbot para auxílio à Secretaria Acadêmica do campus Alegrete</i> [Fontanari 2022]	Chatbot de auxílio instituições.	Rasa
FAQ Assistant : <i>IBM Watson Application as FAQ Assistant about Moodle</i> [Oliveira et al. 2019]	Chatbot desenvolvido para auxiliar os estudantes a tirar dúvidas relacionadas aos seus estudos.	IBM Watson
EvaTalk : <i>A chatbot system for the brazilian government virtual school</i> [de Andrade et al. 2020]	Chatbots projetados para auxiliar os professores na gestão de perguntas dos alunos e fornecer informações sobre a instituições de ensino.	Rasa
Classroom Assistant : <i>A Scalable Self-Learning Chatbot for Classroom</i> [Martin and Li]	Chatbots projetados para auxiliar os professores na gestão de perguntas dos alunos e fornecer informações sobre a instituições de ensino.	Dialogflow

Comparando o Chat BotChê com os demais estudos, o primeiro ponto seria o contexto do *chatbot*, nenhum dos trabalhos tem um contexto para um curso específico. O **Guribo** é um *chatbot* que auxilia a secretaria acadêmica, com base na plataforma Rasa, focando em demandas administrativas, já o **Evatalk** é um *chatbot* para o ambiente virtual da escola do governo brasileiro, também usando Rasa, mas com um escopo mais amplo. Por outro lado, o **Classrom Assistant** é um *chatbot* auto-aprendiz que se destina a ambientes de sala de aula, com escalabilidade e autoaprendizagem, empregando o *Dialogflow*. Enquanto isso o **Universitybot** utiliza a LMIA, para criar um *chatbot* genérico para universidade, abrangendo informações gerais.

3. Revisão Sistemática da Literatura

Com o objetivo de abordar as demandas desta pesquisa, realizou-se uma RSL para classificar estudos relacionados ao desenvolvimento de *chatbot* utilizando AM. A RSL foi con-

duzida com o propósito de oferecer uma visão abrangente do panorama atual da pesquisa no campo do desenvolvimento de *chatbot*, incluindo benefícios, limitações, algoritmos e arquiteturas de aprendizado de máquina mais utilizados nesse contexto.

3.1. Planejamento

O objetivo desta RSL é consolidar todas as informações necessárias para o desenvolvimento de um *chatbot* com aprendizado de máquina específico para o nosso curso.

Questões de Pesquisa: Para alcançar o nosso objetivo, definimos as seguintes questões de pesquisa: **QP1.** Quais são as tecnologias utilizadas no desenvolvimento de chatbots? **QP2.** Quais são os domínios de aplicação do chatbot? **QP3.** Quais são os algoritmos e arquitetura de aprendizagem de máquina?

Estratégia de Busca: Os títulos e resumos dos estudos foram analisados para validar os critérios de seleção, a fim de selecionar aqueles estudos que abordam o processo de desenvolvimento de um *chatbot*. Para que o estudo seja considerado, é necessário atender pelo menos um CI. No entanto, caso o estudo se enquadre em um CE, ele é removido da seleção. Em seguida, aqueles selecionados foram lidos integralmente para responder às QPs definidas. Utilizamos um formulário de extração de dados descrito nesta etapa para registrar as informações relevantes. Além disso, foram aplicadas os CQs para avaliar a contribuição de cada um dos estudos. Durante a leitura completa, os estudos também podem ser excluídos se apresentarem algum dos CEs não identificados previamente.

String e Fontes de Busca: Escolhemos as seguintes bases de dados: *IEEE Xplore*, *Springer Link*, *ACM* e *Engineering Village*. Quando necessário, personalizamos e adequamos a *string* de busca genéricas (Figura 1) para as fontes de dados selecionadas.

```
(`machine learning` OR `expert system` OR `intelligent retrieval` OR `natural language processing` OR `artificial intelligence` OR AI) AND (chatbot OR talkbot OR bot OR `IM bot` OR `interactive agent` OR `artificial conversation entity` OR `assistant chat program` OR `software agent` OR `instant messaging bot` OR `smart bot` OR `conversational agent` OR chatterbots)
```

Figura 1. *String* de busca genérica

Critérios de Inclusão (CI) e Critérios de Exclusão (CE): Definimos somente um CI e três CEs. O CI definido foi: **CI01.** Os estudos devem atender ao escopo de desenvolvimento de *chatbots* com AM. Os estudos que atendessem a pelo menos um dos seguintes CEs foram excluídos: **CE01.** Estudos em outro idioma que não seja inglês; **CE02.** Estudos indisponíveis ou sem acesso para *download*; **CE03.** Estudos que não atendem ao escopo de desenvolvimento de *chatbots* com AM.

Critérios de Qualidade (CQ): Definimos 4 CQs para avaliar os estudos selecionados, valendo 1 ponto cada, sendo: **CQ1.** Metodologia de Avaliação; **CQ2.** Relato de Viabilidade; **CQ3.** Suporte de uma Plataforma de Serviços; **CQ4.** Análise de Resultados.

3.2. Condução

No decorrer do projeto, realizamos duas RSL, uma em 2020 e outra em 2022. A necessidade de realizar duas RSLs surgiu devido ao adiamento do projeto por dois anos, o que desatualizou os dados de pesquisa. A primeira RSL, conduzida em 2020, cobriu estudos

relevantes dos últimos 10 anos. A segunda RSL, realizada em 2022, focou nos trabalhos dos dois anos mais recentes, complementando a análise anterior. Na primeira etapa da RSL em 2020, inicialmente identificamos 3437 resultados, dos quais 3075 não eram duplicados em diferentes bases de dados. Após aplicar os critérios de seleção, restaram 255 estudos para avaliação de qualidade, resultando na seleção de 28 estudos para extração de dados. A segunda etapa da RSL atualizou os estudos de 2020 a 2022, mostrando um aumento significativo nas publicações relacionadas ao tema. A busca inicial retornou 2915 resultados, e após os critérios de seleção, 214 artigos foram avaliados pela qualidade, resultando na seleção de 27 artigos para extração de dados.

Na primeira RSL, a maioria dos estudos foi classificada como regular, com notas entre 1,7 e 2,4, representando 75,7% (175) do total. Além disso, 10,2% (26) receberam classificação muito ruim, 3,1% (8) ruim, 9,8% (25) bom e 1,2% (3) muito bom. Assim, 11% (28) dos estudos foram selecionados para extração de dados. Na segunda RSL, 81,8% (175) dos estudos foram classificados como regulares, um aumento em comparação com a primeira RSL. Além disso, 4,7% (10) receberam classificação muito ruim, 0,9% (2) ruim, 12,1% (26) bom e 0,5% (1) muito bom. Consequentemente, 12,6% (27) dos estudos foram selecionados para extração de dados. Combinando os resultados das duas RSLs, tivemos 11% (28) da primeira RSL e 12,6% (27) da segunda RSL, totalizando 55 artigos selecionados para a extração de dados.

4. Análise e Discussão dos Resultados

4.1. QP1: Quais são as tecnologias utilizadas no desenvolvimento de chatbots?

Os estudos avaliados revelam uma variedade significativa de tecnologias empregadas no desenvolvimento de *chatbots*. O resultado da extração de dados foi organizado em uma tabela detalhando as tecnologias comumente utilizadas em diferentes etapas do processo de construção desses *bots*, como evidenciado na Tabela 2. Essas categorias englobam linguagens de programação, plataformas/*frameworks* de suporte e Tecnologias de IA adotados.

Python destaca-se como a linguagem de programação mais utilizada no desenvolvimento de *chatbots*, graças à sua notável facilidade de uso e flexibilidade, além da vasta disponibilidade de bibliotecas dedicadas ao PLN e AM. Alguns estudos não mencionam explicitamente a linguagem de programação utilizada no desenvolvimento de *chatbots*, devido à simplificação proporcionada por *frameworks* e plataformas. Estes sistemas oferecem processos automatizados, reduzindo a necessidade de especificar a linguagem de programação utilizada no desenvolvimento.

O *Rasa* e o *DialogFlow* se destacam entre os *frameworks* e plataformas para desenvolvimento de *chatbots*. O *Rasa* se destaca pela sua flexibilidade e personalização, sendo uma escolha popular devido ao seu ambiente aberto que atrai desenvolvedores para criar *chatbots* adaptados e integrados a sistemas existentes de maneira controlada. Além disso, sua facilidade de uso atrai usuários com diversos níveis de experiência em programação. Enquanto isso, o *DialogFlow*, com sua estrutura intuitiva e integração à *Google Cloud Platform*, é uma escolha frequente para iniciantes e desenvolvedores buscando uma abordagem mais simplificada. Ambos oferecem recursos de aprendizado de máquina e processamento de linguagem natural, sendo preferenciais para criar *chatbots* sofisticados e funcionais.

O Watson, apesar de ser uma plataforma poderosa para IA, é menos mencionado em comparação com o Rasa e o *DialogFlow*. Isso pode se dever à complexidade de uso, requisitos específicos de conhecimento e um modelo de preços mais desafiador para algumas empresas. Apesar de suas capacidades avançadas, o Watson frequentemente demanda uma curva de aprendizado mais íngreme e pode ser mais dispendioso para implementações de menor e médio porte. Isso favorece outras plataformas, como o Rasa e o *DialogFlow*, que oferecem uma curva de aprendizado mais suave, documentação ampla e, em muitos casos, modelos de preços mais acessíveis.

Nos estudos analisados, as tecnologias de IA mais recorrentes são o PLN, RNN, LSTM e NLU. A prevalência dessas tecnologias pode ser atribuída ao seu reconhecimento e eficácia no campo de *chatbots* e análise de linguagem. As tecnologias RNN, LSTM e NLU, em particular, são notáveis por sua capacidade de lidar com dados sequenciais, como texto, enquanto o PLN é essencial para compreender e interpretar a linguagem humana de forma significativa. Essas tecnologias são fundamentais para a construção de *chatbots* mais sofisticados e precisos, o que pode explicar sua proeminência nos estudos analisados. Algumas formas específicas de IA, como ASL e RL, tiveram menos destaque nos estudos analisados. Isso pode ser devido à sua aplicação mais restrita a cenários específicos ou menor ênfase na literatura recente sobre *chatbots*. Por exemplo, a ASL pode ter menos menção devido a suas limitações no processamento de linguagem mais amplo, sendo mais usada em contextos específicos. Já a RL pode ter menos aplicação em *chatbots* devido a sua natureza menos avançada ou exigir estruturas de dados distintas, tornando-se mais adequada para certos casos de aprendizado por reforço. Esses fatores podem explicar a menor presença desses métodos nos estudos analisados.

Tabela 2. Tecnologias utilizadas no desenvolvimento dos chatbots

Linguagens	#	Plataformas/Frameworks	#	Tecnologias de IA	#
Python	21	Rasa	11	Natural Language Processing (NLP)	28
Javascript	3	Dialogflow	10	Recurrent Neural Network (RNN)	19
Java	2	Flask	7	Natural Language Processing (NLP)	14
C#	1	IBM Watson	5	Natural Language Understanding (NLU)	9
		spaCy	4	Natural Language Toolkit (NLTK)	8
		TensorFlow	3	Support Vector Machine (SVM)	7
		Keras	3	Convolutional Neural Network (CNN)	7
		Node JS	3	Speech-to-Text (STT)	5
		React-Native	2	Term Frequency (TF)	3
		Google Cloud Platform	2	Inverse Document Frequency (IDF)	3
		Wit.AI	2	Artificial Intelligence Markup Language (AIML)	3
		LiteBody	1	Naive Bayes (NB)	3
		Verbot	1	Deep Neural Network (DNN)	2
		Web of Things (WoT)	1	Language Models (LM)	2
		Tkinter	1	Random Forest (RF)	2
		Flutter	1	Feedforward Neural Network (FNN)	2
		Pharo	1	Bidirecional Recurrent Neural Network (B-RNN)	1
		PyQt	1	Multilayer Perception Network (MPN)	1
		PyTorch	1	Logistic Regression (LR)	1
		Quriobot	1	Q-Learning	1
		activechat.ai	1	Bidirecional Encoder Representations from Transformers (BERT)	1
		Pandorabots	1	Latent Semantic Analysis (LSA)	1
				Reinforcement Learning (RL)	1

4.2. QP2: Quais são os domínios/contexto de aplicação do Chatbot?

Após a extração dos dados de cada estudo, tornou-se possível classificar os contextos ou domínios em diversas categorias e subcategorias. A Figura 2 exibe o resultado dessa

classificação, na qual os contextos foram organizados em 5 categorias e 15 subcategorias distintas. As categorias incluem: (i) **Saúde:** Foram analisados 15 estudos relacionados ao contexto da saúde, distribuídos em 4 subcategorias distintas. A primeira subcategoria, composta por 5 estudos, foca em *chatbots* voltados para diagnóstico de doenças e prevenção de enfermidades. A segunda subcategoria, abrangendo 7 estudos, explora *chatbots* destinados a promover bem-estar, inteligência emocional e saúde mental. Na terceira subcategoria, foram identificados dois estudos que se concentram em fornecer informações sobre COVID-19. Por fim, a quarta subcategoria, composta por 1 estudo, destaca *chatbots* voltados para assistência médica em situações de emergência; (ii) **Atendimento ao Cliente:** Na categoria de atendimento ao cliente, foram escolhidos dois estudos, ambos inseridos na subcategoria de Informação e Suporte durante o Processo de Compras; (iii) **Educacional:** A categoria Educacional é a que possui o maior número de estudos nesse contexto, totalizando 20 artigos, divididos em 3 subcategorias distintas. Destes, 12 artigos se concentram na utilização de *chatbots* para auxiliar estudantes em dúvidas relacionadas aos seus estudos, 2 estudos estão na subcategoria que oferece auxílio aos professores na gestão das perguntas dos alunos, enquanto outros 6 artigos estão focados em oferecer informações e suporte à instituição de ensino; (iv) **Recomendação:** A categoria de Recomendações compreende um total de 10 estudos, distribuídos em 4 subcategorias diferentes. Destes, 5 estudos abordam informações em contexto aberto, 2 estudos se concentram na procura por trabalho e conselhos de carreira profissional, enquanto outros 2 estão relacionados a recomendações de passagens aéreas e transporte público. Além disso, 1 estudo explora recomendações financeiras; (v) **Suporte:** Na categoria de Suporte, há um total de 8 estudos distribuídos em 3 subcategorias distintas. A primeira subcategoria abriga 6 estudos focados em contexto empresarial. Outro estudo se concentra no controle de dispositivos domésticos, enquanto um terceiro se enquadra na subcategoria de consulta SQL em bancos de dados.

4.3. QP3: Quais são os algoritmos e arquitetura de máquinas de aprendizados?

Após a avaliação dos 55 estudos selecionados, notamos uma gama diversificada de tecnologias de AM no desenvolvimento de *chatbots*. Enquanto algumas se destacaram na maioria dos trabalhos, outras tiveram menos evidência. Dentro desses estudos, identificamos o uso de 14 arquiteturas e algoritmos de aprendizado de máquina distintos que podem ser observados na Tabela 3.

Durante a extração dos resultados, é comum observar que muitos estudos não mencionam algoritmos específicos de AM, preferindo adotar tecnologias que já possuem a implementação da solução desejada. Essa preferência é frequentemente impulsionada pelo uso de ferramentas e *frameworks* que já integram suas próprias arquiteturas e algoritmos, simplificando o processo de treinamento dos *chatbots* e otimizando a eficiência no desenvolvimento dessas soluções.

As tecnologias RNN, LSTM, SVM e CNN se destacam entre as arquiteturas mencionadas nos estudos de *chatbots* em relação a outras técnicas. Esse destaque é atribuído à sua comprovada eficácia em lidar com diversos aspectos do processamento de dados. As RNN e LSTM são reconhecidas por sua capacidade de lidar eficientemente com informações sequenciais, como texto, mantendo a memória de longo prazo das sequências. As SVM se destacam em tarefas de classificação e regressão, sendo úteis para categorizar dados em múltiplas classes. Por outro lado, as CNN demonstraram exce-

lentes resultados em tarefas de processamento de imagens e reconhecimento de padrões.

A robustez e a capacidade comprovada dessas tecnologias em lidar com tarefas específicas de *chatbots*, como análise de sentimentos, compreensão de linguagem natural e classificação de dados, explicam sua predominância nas menções dos estudos. Sua aplicabilidade e eficácia em diferentes contextos dentro do desenvolvimento de *chatbots* impulsionam sua relevância e destaque entre outras arquiteturas/algoritmos de AM.

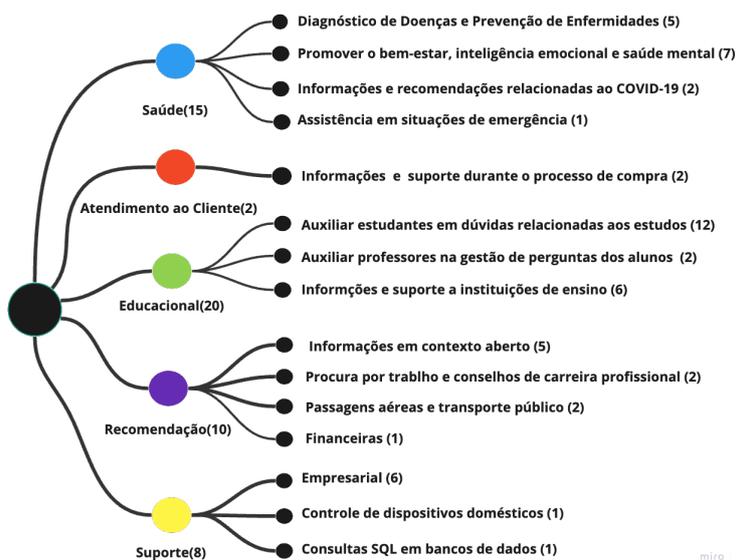


Figura 2. Categorias e subcategorias de domínios/contextos dos chatbots

Arquiteturas/Algoritmos de AM	#
Recurrent Neural Network (RNN)	19
Long Short Term Memory (LSTM)	14
Support Vector Machine (SVM)	7
Convolutional Neural Network (CNN)	6
Naive Bayes (NB)	3
Deep Neural Network (DNN)	3
Random Forest (RF)	2
Feedforward Neural Network (FNN)	2
Bidirecional Recurrent Neural Network (B-RNN)	1
Multilayer Perception Network (MPN)	1
Logistic Regression (LR)	1
Q-Learning	1
Bidirecional Encoder Representations from Transformers (BERT)	1
Reinforcement Learning (RL)	1

Tabela 3. Arquiteturas e algoritmos de AM

5. Considerações Finais

A análise realizada neste estudo evidencia a crescente relevância dos *chatbots* na educação. A RSL revelou que os *chatbots* não apenas facilitam a interação entre alunos e IES, mas também desempenham papéis pedagógicos significativos, como a personalização da aprendizagem e o suporte na resolução de dúvidas acadêmicas. Os dados coletados indicam que a implementação de *chatbots* pode melhorar a experiência educacional, oferecendo respostas rápidas e precisas às perguntas dos estudantes, além de auxiliar os professores na gestão de interações e na orientação dos alunos. No entanto, também foram identificados desafios, como a necessidade de alinhar as avaliações dos *chatbots* com os objetivos educacionais e explorar seu potencial adaptativo.

Diante disso, propostas de desenvolvimento de *chatbots* personalizados à cursos de graduação é uma proposta promissora, visando atender às necessidades específicas dos alunos e contribuir para a melhoria da retenção e do desempenho acadêmico. Este estudo não apenas busca preencher lacunas informativas, mas também se alinha às tendências atuais de tecnologias educacionais, promovendo um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e acessível. Assim, o estudo conclui que a integração de *chatbots* na educação é um passo importante para a inovação pedagógica e para a formação de profissionais mais preparados para os desafios do mercado de trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPERGS (Projeto 22/2551-0000841-0) pelo apoio ao trabalho.

Referências

- Audibert, R., Lemos, H., Avelar, P., Tavares, A., and Lamb, L. (2022). On the Evolution of A.I. and Machine Learning: Towards Measuring and Understanding Impact, Influence, and Leadership at Premier A.I. Conferences.
- Bishop, C. M. (2007). *Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics)*. Springer, 1 edition.
- Bocklisch, T., Faulkner, J., Pawlowski, N., and Nichol, A. (2017). Rasa: Open Source Language Understanding and Dialogue Management.
- de Andrade, G., Silva, G., Júnior, F., Santos, G., Mendonça, F. L., and de Sousa Junior, R. (2020). EvaTalk: A Chatbot System for the Brazilian Government Virtual School. pages 556–562.
- Fontanari, J. V. A. (2022). GURIBO: Chatterbot para auxílio à Secretaria Acadêmica do campus Alegrete. TCC em Engenharia de Software, Universidade Federal do Pampa.
- Gartner Inc. (2019). The Future of Customer Engagement: Chatbots and Advanced AI. *Gartner Research*.
- Hastie, T., Tibshirani, R., and Friedman, J. (2001). *The Elements of Statistical Learning*. Springer Series in Statistics. Springer New York Inc., New York, NY, USA.
- Khin, N. N. and Soe, K. M. (2020). University chatbot using artificial intelligence markup language. In *IEEE Conference on Computer Applications (ICCA)*, pages 1–5.
- Labadze, L., Grigolia, M., and Machaidze, L. (2023). Role of ai chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(56).
- Martin, C. and Li, Y. A scalable self-learning chatbot for classroom. In *12th Annual Computing and Communication Workshop and Conference*, pages 915–921. IEEE.
- McTear, M. F., Callejas, Z., and Griol, D. (2016). *The Conversational Interface: Talking to Smart Devices*. Springer.
- Oliveira, J. d. S., Espíndola, D. B., Barwaldt, R., Ribeiro, L. M., and Pias, M. (2019). Ibm watson application as faq assistant about moodle. In *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–8.
- Reyes, R., Garza, D., Garrido, L., De la Cueva, V., and Ramirez, J. (2019). Methodology for the implementation of virtual assistants for education using google dialogflow. In Martínez-Villaseñor, L., Batyrshin, I., and Marín-Hernández, A., editors, *Advances in Soft Computing*, pages 440–451, Cham. Springer International Publishing.
- Saka, A. B., Oyedele, L. O., Akanbi, L. A., Ganiyu, S. A., Chan, D. W., and Bello, S. A. (2023). Conversational artificial intelligence in the aec industry: A review of present status, challenges and opportunities. *Advanced Engineering Informatics*, 55:101869.
- Wollny, S., Schneider, J., Di Mitri, D., Weidlich, J., Rittberger, M., and Drachsler, H. (2021). Are we there yet? - a systematic literature review on chatbots in education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4.