

Uma análise sistemática sobre o uso de chatbots para ensino de computação no Brasil

Silvana Morita Melo - UFGD

silvanamelo@ufgd.edu.br - <https://orcid.org/0000-0001-5934-2564>

Eloisiane Barbosa Pessoa - UFGD

eloiziane.pessoa@academico.ufgd.edu.br - <https://orcid.org/0000-0001-8078-2783>

Leo Natan Paschoal - USP

paschoalln@usp.br - <https://orcid.org/0000-0003-1076-9174>

Resumo: *Chatbots têm sido alvo de investigação no contexto educacional, principalmente para ambientes que carecem de interação 24 horas por dia. Apesar de existirem diversos estudos sobre chatbots educacionais, ainda não há um entendimento sobre os chatbots no ensino de computação. Um panorama que apresente os chatbots já desenvolvidos, indique os chatbots disponíveis para uso e esclareça os tópicos de computação para os quais já existem evidências sobre o uso desse tipo de mecanismo, pode ser útil para comunidade que tem interesse em desenvolver novas contribuições para a temática. Buscando colaborar com a pesquisa sobre chatbots na educação em computação, um mapeamento sistemático da literatura foi planejado e conduzido. Este artigo retrata o mapeamento sistemático que identifica os chatbots desenvolvidos e usados no ensino de computação, tendo como base um retrato da pesquisa nacional. Estudos primários foram analisados visando obter um conjunto de evidências sobre os chatbots existentes. Em particular, a análise permite reconhecer os chatbots que estão disponíveis para uso de maneira livre, os papéis desempenhados pelos chatbots, as disciplinas de computação em que os chatbots podem oferecer apoio, os modos de interação dos chatbots, os idiomas que os chatbots utilizam para interagir com o aluno, etc.*

Palavras-chave: *Chatbots, Ensino de Computação, Mapeamento Sistemático.*

A systematic analysis on the use of chatbots for computer science education in Brazil

Abstract: *Chatbots have been the target of investigation in the educational context, especially for environments that require 24 hours a day interaction. Although there are several studies about educational chatbots, there is still no understanding of chatbots in computer science education. An overview that emphasizes the chatbots already developed, indicates the chatbots available for use, and clarifies the computing topics for which there is already evidence about the use of this kind of mechanism, may be useful for the community that is interested in developing new contributions to the topic. Seeking to contribute to research on chatbots in computing education, a systematic mapping was planned and conducted. This paper describes the systematic mapping that identifies chatbots developed and used in computer education. Primary studies were analyzed aimed at obtaining a set of evidence on existing chatbots. In particular, the analysis allows recognizing the chatbots that are available for free use, the roles performed by the chatbots, the computing subjects in which chatbots can provide support, the chatbots' modes of interaction, and the languages that chatbots use to interact with the student, etc.*

Keywords: *Chatbots, Systematic Mapping, Computer Science Education.*

1. Introdução

Um chatbot é uma aplicação capaz de interagir com o usuário por meio de linguagem natural (ALLOUCH; AZARIA; AZOULAY, 2021). Essa interação pode ocorrer através de comandos de voz ou mensagens de texto, transmitidas entre o usuário e o chatbot. Nesse sentido, o usuário poderá emitir uma ordem ao chatbot e o sistema irá se esforçar para compreender a demanda do usuário, usando uma série de mecanismos de processamento de linguagem natural, almejando localizar uma informação solicitada pelo usuário em uma base de conhecimento criada preliminarmente.

A base de conhecimento é responsável por retratar o conhecimento do chatbot sobre um determinado assunto. Ela é um elemento que faz parte da arquitetura do chatbot e normalmente está vinculada com um mecanismo que gerencia o diálogo (CARLANDER-REUTERFELT *et al.*, 2020). A arquitetura desse tipo de software, além de representar os elementos básicos que constituem o chatbot, também deve prever as modalidades de acesso e de interação do chatbot. Um chatbot pode ser desenvolvido para ser acessado por meio de um aplicativo de mensagem instantânea (SMUTNY; SCHREIBEROVA, 2020), um website (GUPTA *et al.*, 2015), um aplicativo móvel (LIU *et al.*, 2020), um ambiente virtual de aprendizagem (NETO; FERNANDES, 2019), um mundo virtual (BURDEN, 2008) ou através de um sistema tutor inteligente (PALADINES; RAMIREZ, 2020).

Em razão da possibilidade do usuário se comunicar com o sistema por meio da língua humana, chatbots têm sido alvo de investigação em diferentes domínios. No âmbito educacional, os chatbots são vistos pela comunidade como um tipo de software com potencial para ampliar a interação em ambientes massivos de aprendizagem, que carecem de interação 24 horas por dia, 7 dias por semana. Além disso, podem auxiliar na resolução de problemas e dúvidas dos estudantes, disponibilizar feedback imediato, promover a retenção e o engajamento do aluno, encorajar o aluno a estudar conteúdos extraclasse, oferecer mensagens motivacionais, e até mesmo, informar o aluno sobre eventos que estão prestes a acontecer (SUMIKAWA *et al.*, 2020; SWEIDAN *et al.*, 2021; PASCHOAL; CONTE; SOUZA, 2022a). Por conta disso, chatbots têm sido desenvolvidos para diferentes disciplinas, como matemática, história, enfermagem, linguística e computação.

No contexto do ensino de computação, os chatbots geralmente são usados para resolver dúvidas dos estudantes e apoiar atividades de laboratório. O TOB-STT (PASCHOAL *et al.*, 2019), por exemplo, é um chatbot que busca resolver as dúvidas de estudantes sobre a aplicação de critérios e técnicas que auxiliam na construção de testes capazes de revelar defeitos em software. O chatbot GanttBot (PEREIRA; DÍAZ, 2021) procura lidar com a procrastinação dos alunos que estão envolvidos com projetos Capstone, executando alertas, conselhos, mensagens motivacionais e oferecendo referência a projetos anteriores.

Além de existirem chatbots desenvolvidos para apoiar alunos sobre assuntos associados ao desenvolvimento de software, há chatbots que procuram atender demandas de outras disciplinas da computação, como redes de computadores (LEONHARDT *et al.*, 2007) e introdução à programação (VERLEGER; PEMBRIDGE, 2018). Esses chatbots assumem diferentes características, intenções e desempenham suas atividades com papéis distintos. Conforme Johnson *et al.* (2000), na educação, de um modo geral, os chatbots acabam personificando os papéis dos agentes envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, podem existir chatbots para o ensino de computação que atuam de modo similar a um colega - representando um companheiro de aprendizagem, chatbots que resolvem dúvidas do estudante de modo similar a um tutor humano, dentre

outros (URRUTIA, 2021). Salienta-se que eles também têm sido designados de diferentes maneiras, tais como agentes conversacionais, assistentes virtuais, assistentes digitais, agentes pedagógicos, chatterbots, tutores virtuais, sistemas conversacionais e sistemas de diálogo (PASCHOAL *et al.*, 2020).

Mediante à pluralidade de chatbots para apoiar o ensino de computação (PASCHOAL *et al.*, 2020; KUHAIL *et al.*, 2022), é necessário acentuar os chatbots existentes e socializar para a comunidade de interesse as principais características desses sistemas. Essa demanda também aflora ao passo que há professores que têm interesse em usar chatbots em cursos de computação (LEONHARDT *et al.*, 2007; VERLEGER; PEMBRIDGE, 2018; PASCHOAL *et al.*, 2019) e existe um entendimento que o desenvolvimento de um chatbot demanda um enumerado conjunto de esforços (ABDUL-KADER; WOODS, 2015). Estudos anteriores buscaram identificar as características e perspectivas de uso de chatbots no ensino (PASCHOAL *et al.*, 2020; KUHAIL *et al.*, 2022), mas nenhum estudo abordou com exclusividade os chatbots na educação em computação.

Até o momento, não está claro quais são os chatbots disponíveis para uso no ensino de computação, para quais assuntos de computação eles oferecem suporte, qual o papel desempenhado por estes chatbots, quais os idiomas eles são capazes de usar para se comunicar com o aluno, quais os dispositivos que são utilizados para acessá-los e os seus modos de interação. Essas informações podem beneficiar professores e pesquisadores. Os professores de computação poderão identificar os chatbots disponíveis e que contemplam conteúdos de suas disciplinas. Os pesquisadores da área poderão identificar oportunidades de pesquisa sobre a aplicação e uso de chatbots no domínio de ensino de computação. Desse modo, este artigo surge com a intenção de colaborar com a área, retratando um mapeamento sistemático sobre a identificação de chatbots para uso no ensino de computação.

Este artigo contempla uma análise de publicações feitas por pesquisadores do Brasil. Conforme Kuyven *et al.* (2018), há instituições de ensino superior do Brasil que estão se destacando na pesquisa sobre chatbots educacionais. Paschoal, Conte and Souza (2022b) complementaram salientando que brasileiros têm produzido investigações sobre o uso de chatbots na educação, mas estão concentrando seus estudos em veículos de divulgação científica nacionais, muitos dos quais não indexados por bases de dados consolidadas como a IEEE Xplore¹ e a ACM Digital Library², o que dificulta a visibilidade dessas pesquisa.

2. Trabalhos relacionados

Diversos estudos secundários surgiram nos últimos anos com o propósito de reunir características e evidências sobre os chatbots na educação. Esses estudos analisaram diferentes aspectos, como o domínio, campo ou a área do conhecimento em que o chatbot foi usado (WOLLNY *et al.*, 2021; OKONKWO; ADE-IBIJOLA, 2021), as funções e os papéis pedagógicos exercidos pelos chatbots (PÉREZ; DARADOUMIS; PUIG, 2020; OKONKWO; ADE-IBIJOLA, 2021), as plataformas e dispositivos que podem ser utilizados para acessar os chatbots (KUHAIL *et al.*, 2022), os estilos de interação do chatbot (KUHAIL *et al.*, 2022). Com exceção do artigo de Bibauw, François and Desmet (2019), até o momento, os estudos secundários não relatam sobre os chatbots definidos para uma área do conhecimento. Por conta disso, os estudos acabam discutindo de forma mais generalizada as contribuições existentes. Vale salientar que apesar do estudo de Bibauw,

¹Mais informações disponíveis em: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

²Mais informações disponíveis em: <https://dl.acm.org/>

François and Desmet (2019) explorar chatbots para o ensino de idiomas, ele é uma revisão sobre CALL (Computer-Assisted Language Learning) baseado em diálogo e, em decorrência disso, chatbots que assumiam a função de um CALL acabaram sendo incluídos. Desse modo, as questões de pesquisa abordadas por esse estudo de revisão não se concentram em compreender o funcionamento de chatbots.

O presente artigo dialoga com os estudos secundários existentes na literatura da área. Ele considera os estudos como fonte de inspiração para projetar uma análise sistemática focada em chatbots construídos para o ensino de computação. Questões de cunho pedagógico foram agrupadas para esclarecer para a comunidade o funcionamento dos chatbots destinados ao ensino de computação. A próxima seção deste artigo apresenta as questões de pesquisa e o conjunto de etapas necessárias para condução da análise sistemática.

3. Metodologia

A pesquisa foi conduzida por meio de um mapeamento sistemático, seguindo as diretrizes para condução de estudos secundários definidas por Petersen, Vakkalanka and Kuzniarz (2015) e Kitchenham and Charters (2007). O processo de seleção dos estudos envolveu cinco etapas: **(1)** Definição das questões de pesquisa, derivação dos termos-chave e busca nas bases de dados (conferências e periódicos); **(2)** Filtragem dos resultados para remoção de estudos repetidos; **(3)** Definição e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão; **(4)** Análise completa dos estudos primários incluídos na etapa anterior utilizando os critérios de seleção; e **(5)** Snowballing³ com os estudos incluídos na etapa 4. Essas etapas são descritas em detalhes nas próximas subseções.

3.1. Questões de pesquisa

Na primeira etapa da pesquisa foram definidas as questões de pesquisa e a partir delas derivadas palavras-chave usadas como guia para a condução da busca nas bases selecionadas. A fim de obter um panorama geral sobre o uso de chatbots no ensino de computação, foram definidas oito questões de pesquisa. Na Tabela 1 são descritas as questões de pesquisas e as métricas utilizadas a fim de quantificar as respostas.

3.2. Busca por estudos primários

A segunda etapa corresponde a realização da busca manual pelos estudos primários nas bases de dados, para isso primeiramente as bases de dados utilizadas na busca foram definidas. As bases escolhidas para esta pesquisa envolvem as principais conferências e periódicos indexados na área de informática na educação do Brasil, são elas: **SBIE** (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação); **WIE** (Workshop de Informática na Escola); **WEI** (Workshop sobre Educação em Computação); **RENOTE** (Revista Novas Tecnologias na Educação); **RBIE** (Revista Brasileira de Informática na Educação); **INFO-EDU** (Informática na Educação: teoria & prática); **EDUCOMP** (Simpósio Brasileiro de Educação em Computação); **LACLO** (Conferência Latino-Americana sobre Tecnologias de Aprendizagem); e **CLEI** (Conferência Latino-Americana de Tecnologia de Informação). Uma busca manual foi realizada em cada uma das bases (abrangendo o período da primeira edição do evento/periódico até o ano corrente) e, a partir dessa busca, 1894 artigos foram localizados. Durante a busca foram adotados os seguintes termos: chatbot, agente pedagógico, agente conversacional, sistema de diálogo, agente inteligente, e seus derivados (PASCHOAL *et al.*, 2020).

³ Wohlin (2014) define snowballing como o uso das referências de um estudo ou citações do estudo para a identificação de estudos relevantes adicionais.

Tabela 1. Questões de pesquisa e métricas definidas para o mapeamento

Questões de Pesquisa (Q)	Métricas de análise (M)
Q1: Quais são os chatbots disponíveis para o ensino de computação e quais deles estão disponíveis ao público?	M1.1: Nome usado pelos autores para identificar o chatbot.
	M1.2: Quantidade de ocorrência.
	M1.3: Link de acesso ao chatbot.
Q2: Quais os tópicos na área de computação são apoiados pelos chatbots?	M2.1: Tópico/especialidade da área de computação apresentado no estudo.
	M2.2: Quantidade de ocorrência para cada tópico.
Q3: Qual o papel do chatbot?	M3.1: Tipo de papel desempenhado pelo chatbot, conforme a classificação apresentada por Urrutia (2021).
	M3.2: Quantidade de estudos que indicam o papel desempenhado pelo chatbot.
Q4: Qual modo de interação com o chatbot?	M4.1: Modo como o chatbot interagem com o usuário.
	M4.2: Quantidade de estudos que mencionam cada modo de interação.
Q5: Qual o idioma usado pelo chatbot para se comunicar com o usuário?	M5.1: Idioma suportado pelo chatbot.
	M5.2: Quantidade de ocorrência.
Q6: Para quais tipos de plataformas os chatbots são desenvolvidos?	M6.1: Tipo de plataforma suportada pelo chatbot.
	M6.2: Quantidade de contribuições que indicam o uso de cada plataforma.
Q7: Por meio de quais dispositivos os chatbots podem ser acessados?	M7.1: Tipo de dispositivo de acesso suportado pelo chatbot.
	M7.2: Quantidade de contribuições que indicam o uso de cada dispositivo.
Q8: Quais os autores envolvidos na criação de chatbots?	M8.1: Nomes dos principais autores identificados nos estudos primários.
	M8.2: Quantidade de ocorrência de cada autor.

3.3. Critérios de Seleção

Após a busca nas bases, os estudos identificados foram analisados, considerando os critérios de inclusão (CI) e exclusão (CE) definidos. Os critérios definidos para a seleção dos estudos primários são **CI-1** - o artigo reporta um chatbot para o ensino de computação. **CE-1** - o artigo está em um idioma diferente de Português e Inglês; **CE-2** - o artigo está incompleto, é um resumo ou possui menos de quatro páginas; **CE-3** - o estudo reporta um chatbot para uma área diferente da computação; e **CE-4** - o artigo não reporta a proposição de um chatbot. Após a aplicação dos critérios de seleção nos 1894 estudos retornados, 48 estudos foram selecionados, conforme ilustrado na Figura 1.

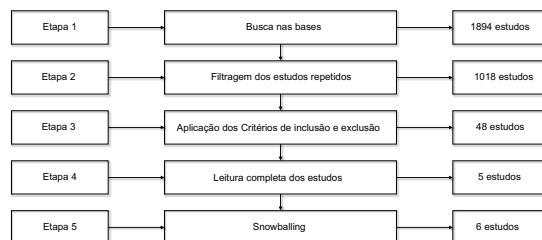


Figura 1. Processo de seleção dos estudos primários.

3.4. Análise completa dos estudos primários retornados na busca

Nessa fase foi feita a leitura completa dos estudos incluídos após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. A análise integral do estudo teve como objetivo confirmar sua inclusão na pesquisa, tendo em vista a resolução das questões de pesquisa. Ao final dessa fase foram incluídos 5 estudos, os quais serviram de base para iniciar o snowballing.

3.5. Snowballing

A partir da lista de estudos incluídos na fase anterior, foi aplicado o processo de snowballing, buscando encontrar estudos relevantes que não haviam sido retornados pelas bases de dados definidas na pesquisa e contemplar estudos primários que são de pesquisadores brasileiros e foram publicados em conferências e periódicos não incluídos no processo de busca. Ao final do processo de snowballing 6 estudos foram adicionados.

Tabela 2. Estudos primários incluídos no mapeamento.

Título do estudo primário	Ano de publicação	ID do estudo
An experimental study on a conversational agent in software testing lessons	2022	[e01]
Uma Arquitetura de Agente Conversacional para o ensino de Algoritmos e Programação	2021	[e02]
Towards a Conversational Agent to Support the Software Testing Education	2019	[e03]
The Impact of Effective Communication between Users in 3D Collaborative Virtual Environments: the conversational agent use case	2019	[e04]
A Chatterbot Sensitive to Student's Context to help on Software Engineering Education	2018	[e05]
Concepção, Implementação e Avaliação de um Agente Conversacional com Suporte à Aprendizagem Ubíqua	2017	[e06]
Ensino de Testes de Software por meio de Digital Storytelling e Chatterbots	2017	[e07]
UBIBOT: Um agente conversacional ciente do contexto de aprendizagem do usuário	2016	[e08]
AGIMC: agente inteligente conversacional como guia em um museu virtual 3D da computação	2015	[e09]
Integração de uma Metodologia de Ensino Presencial de Programação com um Sistema Tutor Inteligente	2014	[e10]
Chatterbots em ambientes de aprendizagem – uma proposta para a construção de bases de conhecimento	2005	[e11]

3.6. Execução do mapeamento

A execução do mapeamento seguiu o processo definido no decorrer desta seção. Os resultados intermediários de cada uma das etapas são apresentados na Figura 1. Cinco estudos primários foram incluídos seguindo os critérios de inclusão e exclusão e leitura completa dos estudos. Após a condução do snowballing, 6 artigos adicionais foram adicionado ao grupo de estudos, totalizando 11 estudos considerados para análise e discussão dos resultados. Os estudos incluídos, ao final do mapeamento, são apresentados na Tabela 2.

4. Resultados

A partir dos estudos incluídos realizou-se a extração e análise dos dados a fim de responder as questões de pesquisa. Nas próximas seções são apresentados os resultados e discussões para cada uma das questões propostas.

4.1. Quais são os chatbots disponíveis para o ensino de computação e quais deles estão disponíveis ao público?

Após análise dos dados dos estudos primários incluídos no mapeamento, foi possível identificar 7 chatbots distintos para o ensino de computação. A Tabela 3 lista os chatbots disponíveis, relacionando os estudos em que os chatbots são descritos como objetos de estudo (Id do estudo). Ainda, nessa questão foi possível identificar para quais dos chatbots encontrados, é disponibilizado o código fonte ou o link de acesso do chatbot para uso pela comunidade. A maioria dos autores não disponibilizam acesso aos chatbots propostos. Somente os chatbots TuxBot⁴ e TOB-STT⁵ possuem link de acesso e código fonte disponibilizado.

4.2. Quais os tópicos na área da computação são apoiados pelos chatbots?

Dentre as áreas da computação que dispõem de suporte de chatbots ao ensino estão as disciplinas de: (i) Introdução à Computação (4 contribuições); (ii) Teste de Software (3 contribuições); (iii) Introdução à Engenharia de Software (2 contribuições); (iv) Engenharia de Requisitos (1 contribuição) e (v) Sistemas Operacionais (1 contribuição). Os chatbots relacionados a cada um dos tópicos são apresentados na Tabela 3.

4.3. Qual o papel do chatbot?

Uma aspecto analisado foi o papel desempenhado pelo chatbot. Conforme Urrutia (2021), dentre as possibilidade de atuação pedagógica do chatbot, três papéis se destacam: (i) tutor; (ii) estudante; (iii) companheiro de aprendizagem. Com base na análise dos resultados, 46% dos estudos (5 contribuições) reportaram os chatbots realizando o papel de tutor, solucionando dúvidas dos estudantes durante sessão de aprendizado. Outros 27% (3

⁴Mais informações disponíveis em: <http://www.ensino.org.br/tuxbot/>

⁵Mais informações disponíveis em: <https://github.com/paschoall/tob-stt>

contribuições) apresentam chatbots atuando como companheiro de aprendizagem, envolvidos com os alunos e oferecendo assistência emocional e colaboração. Por fim, 27% dos estudos (3 contribuições), citam chatbots desempenhando tanto o papel de tutor quanto companheiro de aprendizagem.

4.4. Qual modo de interação com o chatbot?

Considerando o modo de interação entre o chatbot e o aluno, por meio da análise dos dados é possível concluir que a maioria dos chatbots, um total de 64% (7 contribuições) utilizam o modelo de comunicação onde o aluno que inicia a interação, os demais 36% (4 contribuições) utilizam um formato híbrido, em que o aluno pode iniciar a interação ou se ele não o fizer, dada uma determinada condição, o próprio chatbot inicia a interação a fim de auxiliar o aluno.

4.5. Qual o idioma usado pelo chatbot para se comunicar com o usuário?

Os chatbots identificados no estudo dão suporte principalmente ao idioma português (82%) e inglês (18%). Nenhum dos chatbot identificados suportam interação em dois idiomas. Esse fato pode estar diretamente relacionado aos critérios e bases definidos na pesquisa onde foram considerados apenas estudos em português e inglês no processo de inclusão.

4.6. Para quais tipos de plataformas os chatbots são desenvolvidos?

A analisando as principais plataformas para as quais os chatbots são desenvolvidos, por meio dos resultados obtidos foi possível estabelecer a porcentagem de acordo com o número de contribuições, onde é possível notar que a maioria dos chatbots atuam em ambientes virtuais de aprendizagem (28%) (*e.g.*, Moodle), outra parcela para websites pessoais (27%) e para simuladores de mundos virtuais (27%) (*e.g.*, OpenSimulator), em menor escala estão os chatbots desenvolvidos como sistemas tutores inteligentes (9%) e nos demais estudos os autores não especificam a plataforma que o chatbot atua (9%).

4.7. Por meio de quais dispositivos os chatbots podem ser acessados?

Além da plataforma que atuam, buscamos entender por meio de quais dispositivos é possível fazer acesso aos chatbots. Para esse fator a distribuição foi similar para os tipos de dispositivos, em que, 55% dos chatbots podem ser acessados exclusivamente por meio de desktop e 45% via desktop ou dispositivos móveis.

4.8. Quais os autores envolvidos na criação de chatbots?

A Figura 2 ilustra os principais autores que têm publicado trabalhos que propõem chatbots ao ensino de computação. Organizados por relevância em relação a quantidade de publicações estão: Leo Natan Paschoal (5 contribuições); Patricia Mariotto Mozzaquatro Chicon (3 contribuições); Andréia Solange Bos, Gilse Antoninha Morgental Falkembach, Simone do Rocio Senger de Souza e Tayana Uchôa Conte (ambos com 2 contribuições); os demais autores que aparecem na nuvem de palavras contribuíram com 1 estudo cada.

5. Discussões

A partir dos resultados alcançados por meio do mapeamento sistemático, foi possível organizar as contribuições e estabelecer uma síntese que categoriza as principais características dos chatbots. A Tabela 3 apresenta uma visão sobre os chatbots que foram identificados neste estudos. A síntese foi definida considerando o nome atribuído pelos



Figura 2. Autores que mais publicam na área.

Tabela 3. Uma visão geral sobre os chatbots para o ensino de computação

Chatbot	Id do estudo	Assunto	Papel	Idioma	Interação
AGIMC	e04 e e09	Introdução à Ciência da Computação	Companheiro/Tutor	Português	Texto
Halyen	e10	Introdução à Ciência da Computação	Companheiro	Português	Texto
TOB-STT	e01 e e03	Teste de Software	Tutor	Inglês	Texto
TuxBot	e11	Sistemas Operacionais	Tutor	Português	Texto
Ubibot	e05, e06 e e08	Introdução à Engenharia de Software, Engenharia de Requisitos	Companheiro/Tutor	Português	Texto
Zac	e07	Teste de Software	Companheiro	Português	Texto

autores dos estudos ao chatbot, tópico em que o chatbot possui conhecimentos e é capaz de apoiar no aprendizado do aluno, o papel desempenhado pelo chatbot, o idioma usado pelo chatbot para interagir com o aluno e o estilo de interação (*i.e.*, se a interação entre usuário-chatbot é conduzida por meio de voz ou texto).

A análise do conjunto de evidências reunidas no mapeamento demonstrou que há temáticas de computação que ainda não possuem investigações e chatbots desenvolvidos. Neste estudo, foram identificadas contribuições apenas para os tópicos de: Introdução à Computação, Teste de Software, Introdução à Engenharia de Software, Engenharia de Requisitos e Sistemas Operacionais, respectivamente. Esses chatbots interagem principalmente em português. É possível que já existam chatbots produzidos por pesquisadores de outras nacionalidades que são capazes de contemplar outras especialidades da computação. Provavelmente o idioma usado pelos chatbots para efetuar a comunicação deve corresponder a nacionalidade dos autores ou inglês, um dos idiomas mais falados atualmente no mundo.

A fim de entender o modo de operação dos chatbots, investigamos para quais plataformas eles são desenvolvidos. A maioria dos chatbots estão disponíveis em ambientes virtuais de aprendizagem, principalmente para o AVA Moodle. Podendo ser acessados via Desktop e também via aplicativos móveis.

Além disso, foi possível constatar que os chatbots, muitas vezes, não são disponibilizados pelos autores para uso da comunidade. Apenas dois estudos oferecem acesso que possibilitavam o uso do chatbot. Esse fato pode comprometer a disseminação da pesquisa e inviabilizar a aplicação prática das propostas.

6. Conclusões

Este estudo apresentou um mapeamento sistemático para identificar chatbots propostos para o contexto de ensino na área da computação. Sete chatbots, desenvolvidos em pesquisas brasileiras, foram identificados para 5 tópicos/disciplinas da computação. A pesquisa envolveu a seleção, catalogação e classificação das contribuições realizadas até o momento e oferece uma visão sobre chatbots para um domínio específico, considerando diferentes aspectos operacionais e de interação do chatbot. O conjunto de evidências

reunidos neste trabalho pode servir de base para pesquisas futuras na área, destacando lacunas que ainda carecem do desenvolvimento de pesquisas. Os principais pesquisadores que têm atuado na área também foram listados, sendo uma fonte de possíveis colaborações em pesquisa para quem busca ingressar na área. Como possibilidades de trabalhos futuros pode-se evidenciar o desenvolvimento de chatbots de apoio ao ensino das demais áreas da computação ainda não apoiadas por chatbots e que podem se beneficiar do uso desses recursos, tendo em vista a baixa cobertura ainda existente de contribuições específicas para o ensino de computação. Ainda, espera-se analisar as contribuições produzidas em um aspecto mais amplo, considerando o contexto internacional.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a CAPES - Código de Financiamento 001, ao CNPq pelo apoio financeiro e a PROPP/UFGD - SIGProj nº 322855.1174.8276.11032019.

Referências

- ABDUL-KADER, S. A.; WOODS, J. C. Survey on chatbot design techniques in speech conversation systems. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, v. 6, n. 7, 2015.
- ALLOUCH, M.; AZARIA, A.; AZOULAY, R. Conversational agents: Goals, technologies, vision and challenges. *Sensors*, v. 21, n. 24, 2021.
- BIBAUW, S.; FRANÇOIS, T.; DESMET, P. Discussing with a computer to practice a foreign language: Research synthesis and conceptual framework of dialogue-based call. *Computer Assisted Language Learning*, v. 32, n. 8, p. 827–877, 2019.
- BURDEN, D. J. Deploying embodied ai into virtual worlds. In: *International Conference on Innovative Techniques and Applications of Artificial Intelligence*, 2008. p. 103–115.
- CARLANDER-REUTERFELT, D. *et al.* Jaicob: A data science chatbot. *IEEE Access*, v. 8, p. 180672–180680, 2020.
- GUPTA, S. *et al.* An e-commerce website based chatbot. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, v. 6, n. 2, p. 1483–1485, 2015.
- JOHNSON, W. L. *et al.* Animated pedagogical agents: Face-to-face interaction in interactive learning environments. *International Journal of Artificial intelligence in education*, v. 11, n. 1, p. 47–78, 2000.
- KITCHENHAM, B. A.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*, 2007.
- KUHAIL, M. A. *et al.* Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies*, p. 1–46, 2022.
- KUYVEN, N. L. *et al.* Chatbots na educação: uma revisão sistemática da literatura. *RE-NOTE*, v. 16, n. 1, 2018.
- LEONHARDT, M. D. *et al.* Using chatbots for network management training through problem-based oriented education. In: *International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2007. p. 845–847.
- LIU, Q. *et al.* Cbet: design and evaluation of a domain-specific chatbot for mobile learning. *Universal Access in the Information Society*, v. 19, n. 3, p. 655–673, 2020.

- NETO, A. J. M.; FERNANDES, M. A. Chatbot and conversational analysis to promote collaborative learning in distance education. In: *International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2019. v. 2161-377X, p. 324–326.
- OKONKWO, C. W.; ADE-IBIJOLA, A. Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 2, p. 100033, 2021.
- PALADINES, J.; RAMIREZ, J. A systematic literature review of intelligent tutoring systems with dialogue in natural language. *IEEE Access*, v. 8, p. 164246–164267, 2020.
- PASCHOAL, L. N.; CONTE, T.; SOUZA, S. O que revelam os estudos secundários sobre chatbots na educação? In: *XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2022. p. 1126–1137.
- PASCHOAL, L. N.; CONTE, T. U.; SOUZA, S. d. R. S. d. On the experimental process in evaluations of brazilian conversational agents in education. *IEEE-RITA*, v. 17, n. 1, p. 99–107, 2022.
- PASCHOAL, L. N. *et al.* A systematic identification of pedagogical conversational agents. In: IEEE. *IEEE Frontiers in Education Conference*, 2020. p. 1–9.
- PASCHOAL, L. N. *et al.* Towards a conversational agent to support the software testing education. In: *Brazilian Symposium on Software Engineering*, 2019. p. 57–66.
- PEREIRA, J.; DÍAZ, O. Struggling to keep tabs on capstone projects: A chatbot to tackle student procrastination. *ACM Transactions on Computing Education*, v. 22, n. 1, oct 2021.
- PÉREZ, J. Q.; DARADOUMIS, T.; PUIG, J. M. M. Rediscovering the use of chatbots in education: A systematic literature review. *Computer Applications in Engineering Education*, v. 28, n. 6, p. 1549–1565, 2020.
- PETERSEN, K.; VAKKALANKA, S.; KUZNIARZ, L. Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, v. 64, p. 1–18, 2015.
- SMUTNY, P.; SCHREIBEROVA, P. Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the facebook messenger. *Computers & Education*, v. 151, p. 103862, 2020.
- SUMIKAWA, Y. *et al.* Supporting creation of faq dataset for e-learning chatbot. In: *Intelligent Decision Technologies*, 2020. p. 3–13.
- SWEIDAN, S. Z. *et al.* Siaaa-c: A student interactive assistant android application with chatbot during covid-19 pandemic. *Computer Applications in Engineering Education*, v. 29, n. 6, p. 1718–1742, 2021.
- URRUTIA, E. K. M. *MEDIE_LECOE: propuesta de metodología para la integración de emociones en Compañeros de Aprendizaje para la enseñanza de la programación en Educación Primaria*. Tese (Doutorado) — Universidad Rey Juan Carlos, 2021.
- VERLEGER, M.; PEMBRIDGE, J. A pilot study integrating an ai-driven chatbot in an introductory programming course. In: *IEEE Frontiers in Education Conference*, 2018. p. 1–4.
- WOHLIN, C. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: *International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, 2014.
- WOLLNY, S. *et al.* Are we there yet?-a systematic literature review on chatbots in education. *Frontiers in artificial intelligence*, v. 4, 2021.