

Chatbots com Ferramenta de Learning Analytics no Ensino da Programação: Um Estudo de Mapeamento Sistemático

Aline S.O. Valente¹, Warley M.V. Junior², Maristela Holanda¹

¹Departamento de Ciências da Computação – Universidade de Brasília (UNB)
Brasília – DF – Brazil

²Faculdade de Sistemas de Informação – FACSI
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa) – Marabá – PA – Brazil

{200051687@aluno, mholanda}@unb.br, wmvj@unifesspa.edu.br

Abstract. *The use of chatbots has been applied in different areas, specifically in the area of education. One of the biggest challenges occurs within undergraduate courses, which is to train professionals who know how to use chatbots as tools to aid knowledge, not as the final answer to a problem. This article describes a systematic mapping study that seeks to characterize studies that address the use of chatbots with learning analytics tools to help teachers improve their understanding of student performance in teaching programming. Thirteen relevant articles were identified, from which important information was extracted, such as: chatGPT being the most used chatbot in teaching programming and reports as the most collected type of data. Based on this study, it was possible to obtain insights about chatbots that have learning analytics.*

Resumo. *O uso de chatbot tem sido aplicado em diferentes áreas, especificamente na área de educação, um dos maiores desafios acontecem dentro da graduação, que é formar profissionais que saibam utilizar os chatbots como ferramentas auxiliadoras do conhecimento não como a resposta final para um problema. Este artigo descreve um estudo de mapeamento sistemático que busca caracterizar estudos que abordem o uso de chatbots com ferramenta de learning analytics para auxiliar professores a melhorar o entendimento sobre desempenho dos alunos no ensino da programação. Foi identificado 13 artigos relevantes, dentro dos quais extraiu-se informações importantes como: chatGPT ser o chatbot mais utilizada no ensino da programação e relatórios como tipo de dados mais coletados. Com base neste estudo, foi possível obter insights sobre os chatbots que possuem learning analytics.*

1. Introdução

A primeira disciplina de programação é um tópico central na pesquisa em educação em computação [Robins 2019] [Luxton-Reilly et al. 2018] [Becker and Quille 2019]. Os cursos introdutórios de programação geralmente têm uma alta taxa de reaprovação em diferentes instituições ao redor do mundo, nos Estados Unidos, por exemplo, esta taxa chega a cerca de 30% [Watson and Li 2014]. Dentro do contexto da disciplina de programação, tem-se ferramentas que utilizam a inteligência artificial (IA) e tornam-se capazes de ler e interpretar dados de maneira natural. A IA tem sido aplicada na educação a muito

tempo no mercado. Entretanto, seu desenvolvimento aconteceu gradualmente e lentamente, integrando-se às ferramentas e técnicas usadas no cotidiano. E continuará em constante melhora, da mesma forma como o Google encontra informações, as ferramentas de IA também podem ajudar na vida cotidiana e no ensino [Straková and Válek 2024].

Os *chatbots* foram criados para comunicação entre inteligência artificial e humana, são programas de computador que permitem que os usuários interajam com IA. Baker em [Baker 2023] prevê que os *chatbots* provavelmente substituirão os humanos, na capacidade de coleta, análise e disseminação do conhecimento em diversas áreas. A inteligência artificial adentra o processo educacional como um "novo elemento", capaz de influenciar estudantes e professores [Straková and Válek 2024]. De acordo com [Carreira et al. 2022], o uso de *chatbots* é benéfico para identificar os problemas de aprendizagem do aluno em sala de aula, devido sua capacidade de fornecer suporte individualizado ao estudante. Por exemplo, foi possível observar a evolução nos sistemas de tutoria inteligente, para resolver problemas com relação ao suporte personalizado insuficiente para programadores inexperientes [Okonkwo and Ade-Ibijola 2020][Hobert 2019].

O ensino da programação foi integrado a diferentes sistemas de gerenciamento de aprendizagem LMS (*Learning Management System*), o que gera um grande volume de dados. As informações geradas podem ajudar na aprendizagem dos alunos e, consequentemente, na taxa de sucesso neste curso [Clow 2013] [Siemens 2013].

No entanto, existe uma escassez de informações sobre tecnologias como *chatbots* atrelado ao *learning analytics* e como coletar esses dados para avaliar o desempenho dos alunos em sala de aula. Nesse sentido, este estudo descreve um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) baseado nos protocolos propostos por [Kitchenham et al. 2009] com o objetivo de investigar os trabalhos na literatura que possua um *chatbot* com *learning analytics*.

Este trabalho está dividido em cinco seções: A Seção 2, descreve os trabalhos relacionados a temática deste estudo, Seção 3, disserta sobre a metodologia, ou seja, como o protocolo de pesquisa do mapeamento sistemático da literatura é conduzido. Na Seção 4, os resultados para cada questão de pesquisa, são discutidos, analisados e respondidos. E por fim, a Seção 5, a conclusão com apontamentos para direções futuras.

2. Trabalhos Relacionados

Esta seção descreve os trabalhos relacionados relativos a esta pesquisa.

A revisão sistemática de [Deng and Yu 2023] investiga o efeito da aprendizagem assistida por *chatbot* em vários componentes e com diferentes variáveis. Esta meta análise revisou 32 estudos empíricos com 2.201 participantes publicados entre 2010 e 2022. Os resultados mostraram que a tecnologia de *chatbot* exerceu um efeito médio a alto nos resultados gerais de aprendizagem independentemente das variáveis moderadoras, ou seja, duração da intervenção, funções do *chatbot* e conteúdo de aprendizagem.

Em termos de componentes de aprendizagem, os *chatbots* podem melhorar significativamente o raciocínio explícito, a realização de aprendizagem, a retenção de conhecimento e o interesse pela aprendizagem, apesar das descobertas negativas no pensamento crítico, engajamento na aprendizagem e motivação. Pesquisas futuras podem expandir a pesquisa de *chatbot* incluindo diferentes componentes de aprendizagem.

A revisão sistemática [Kuhail et al. 2023] relata que existe na literatura escassez de estudos que analisem as recentes técnicas de *design* de interação *chatbot*-aluno baseadas em evidências aplicadas na educação. O estudo determinou que: a maioria dos *chatbots* usou um caminho de conversação predeterminado; mais de um quarto utilizou uma abordagem de aprendizagem personalizada que atendia às necessidades de aprendizagem dos alunos e outros *chatbots* utilizaram aprendizagem baseada em experiência e colaboração. Além disso, mais de um terço dos *chatbots* foram avaliados com experimentos, e os resultados apontam principalmente para aprendizagem aprimorada e satisfação subjetiva. Kuhail et al., cita os desafios e limitações incluem treinamento inadequado ou insuficiente de conjunto de dados e falta de confiança em heurísticas de usabilidade [Kuhail et al. 2023].

Em [Zhang et al. 2024] foi proposto um modelo RAISE de aprendizagem efetiva assistida por *chatbot*: Repetitividade, Autenticidade, Interatividade, Centralidade no aluno e Prazer. Dentro dos trabalhos analisados foram identificadas oito teorias que podem ser úteis na análise e suporte à aprendizagem assistida por *chatbot*: teorias construtivistas, teorias de aprendizagem situada/contextualizada, teorias cognitivas de aprendizagem multimídia, teorias de aprendizagem autorregulada, hipóteses de saída, teoria do fluxo, teorias de aprendizagem colaborativa e teorias de motivação.

Percebe-se que os autores estão preocupados em buscar formas de melhorar o raciocínio lógico dos alunos, por meio de variáveis como: duração da intervenção, o tipo de aprendizagem e como esse conhecimento será retido por parte dos alunos [Deng and Yu 2023]. Em [Kuhail et al. 2023] existe uma preocupação com a usabilidade dos *chatbots* quanto a interação entre aluno e *chatbot* para que o conhecimento entregue pela ferramenta e as análises realizadas não aconteçam de forma subjetiva. Enquanto [Zhang et al. 2024] propõe um modelo de aprendizagem assistida. Porém, nenhum dos trabalhos abordados preocupa-se com a visão do professor, ou seja, como a análise destes dados pode ser feita de modo que não caminhe para a subjetividade? O diferencial desta pesquisa com relação as citadas anteriormente, é encontrar na literatura através de MSL, *chatbots* que possuam *learning analytics* em sua composição, com o intuito de facilitar a análise do desempenho do aluno através de uma única ferramenta, para auxiliar no ensino da programação nos cursos de graduação.

3. Metodologia

Esta seção descreve a metodologia utilizada neste trabalho, como bases de dados, questões de pesquisa, *string* de busca, critérios de inclusão e exclusão.

A metodologia utilizada neste trabalho é baseada no protocolo de [Kitchenham et al. 2009]. Inicialmente foi realizado um mapeamento dos documentos existentes na literatura com o intuito de responder a seguinte questão de pesquisa: **Existe na literatura um chatbot que possua learning analytics integrado a sua tecnologia?** Definimos, para esta questão de pesquisa mais oito subquestões de pesquisas (QP) que estão listadas a seguir na Tabela 1 e que serão respondidas nesta pesquisa. Conforme a Tabela 2, para a seleção dos documentos que compõem este artigo, foram criados os critérios de inclusão (CI) e de exclusão (CE).

O objetivo foi recuperar o máximo de artigos acadêmicos que tratavam sobre o tema da pesquisa, sendo assim, foram utilizadas nesta busca as bases de dados *Scopus*,

Web of Science e *IEEE Xplorer*. A *string* de busca envolveu todos os tópicos relacionados a esta pesquisa: *chatbots*, *learning analytics*, programação 1 e alunos de graduação. Dessa forma, também foram utilizadas palavras que são sinônimos ou temas que atuam no mesmo propósito da busca:

(chatgpt OR chatbot OR "artificial intelligence") AND (analytics OR "learning analytics" OR "E-learning" OR "learning system") AND (programming OR "programming course" OR "cs1" OR "introductory programming" OR "programming education") AND ("higher education" OR "undergraduate" OR "major")

Tabela 1. Questão de Pesquisa (QP).

ID	Questão de pesquisa	Motivação
QP1	Qual linguagem de programação abordada para a utilização do <i>chatbot</i> ?	Investigar qual linguagem de programação foi utilizada pelo <i>chatbot</i> para auxiliar o aluno no ensino.
QP2	Quais os tipos de <i>chatbots</i> encontrados nos artigos?	Busca compreender se foram utilizados <i>chatbots</i> já existentes ou se foram desenvolvidos.
QP3	Existe alguma metodologia ativa aplicada ao funcionamento do <i>chatbot</i> educacional?	Verificar a existência de metodologia ativa envolvendo a criação do <i>chatbot</i> .
QP4	Existe algum ambiente virtual de aprendizagem atrelado ao <i>chatbot</i> ?	Algum ambiente de aprendizagem é utilizado junto ao <i>chatbot</i> .
QP5	Qual a forma de interação do <i>chatbot</i> avaliado?	O tipo de linguagem utilizada pelo <i>chatbot</i> .
QP6	Qual tipo de dado coletado para avaliação do aluno?	Identificar a forma de interação utilizada pelo <i>chatbot</i> avaliado como: compreensão de linguagem natural (NLU), processamento de linguagem natural (PLN), gerenciador de diálogos, fonte de dados e gerador de resposta.
QP7	A pesquisa é qualitativa ou quantitativa?	Observar se a pesquisa é de cunho qualitativo ou quantitativo.
QP8	Existe alguma solução de <i>learning analytics</i> integrado ao <i>chatbot</i> ?	A existência de um <i>chatbot</i> que possua <i>learning analytics</i> integrado a sua tecnologia.

O critério de busca foi adaptado de acordo com as bases de pesquisa, os metadados foram coletados e analisados um de cada vez. A *string* de busca foi realizada na língua inglesa.

Foi criada uma planilha no *Google Sheets*, foram incluídos todos os estudos selecionados após o critério de inclusão, no qual foi possível abstrair apenas as informações

que são essenciais para responder as questões de pesquisas. Os conteúdos extraídos foram: tipo de tecnologia; *learning analytics*, metodologias utilizadas no *chatbot*; linguagem de programação utilizada, tipo de dado extraído. Todas as informações acima foram extraídas a partir de uma lista contendo opções pré-selecionadas.

Tabela 2. Critérios de Inclusão (CI) e Critérios de Exclusão (CE).

ID	Descrição
CI1	Artigos publicados entre os anos de 2019 e 2024
CI2	Estar relacionado com o tema <i>chatbot</i> educacional no ensino de introdução a programação e/ou possuir <i>learning analytics</i>
CI3	Artigos relacionados com nível educacional no ensino superior (graduação)
CI4	Artigos da área de ciência da computação, sistemas de informação e engenharia da computação.
CE1	Dissertações de Mestrado, Teses de Doutorado, Posters, Revisões Sistemáticas, Estudo de Mapeamento Sistemático e Metanálise
CE2	Artigos com menos de 4 páginas e artigos duplicados
CE3	Estudos que não disponibilizam textos completos
CE4	Estudos que não fazem menção ao <i>chatbot</i> educacional com foco na área de computação.

3.1. Seleção dos artigos

A Figura 1, ilustra os passos do processo de coleta e extração de dados. Inicialmente, a busca retornou um total de 583 documentos, todos os artigos foram acessados através da internet, utilizando as bases de dados disponíveis por meio das universidades do autores. Quando um artigo com título e resumo correspondentes ao tema eram encontrados, mas não estavam disponíveis pela universidade do autor, os autores dos devidos artigos eram contactados porém, dos 5 emails enviados não obtivemos nenhuma resposta. Dessa forma, o total foi de 578 documentos.

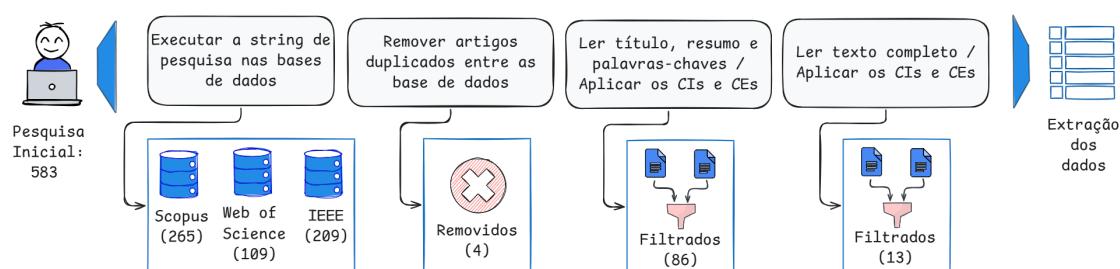


Figura 1. Etapas do processo de condução.

A *string* de busca foi executada em três bases de dados: *Scopus*, *Web of Science* e *IEEE Xplorer*. A seguir, foram removidos 4 documentos repetidos. A primeira análise foi realizada com a leitura dos títulos, resumo e palavras-chaves, utilizando também os critérios de inclusão, que resultou em 86 artigos. Na segunda etapa, para garantir que os artigos estavam dentro do tema, realizou-se a leitura de cada documento, aplicando os critérios de inclusão e exclusão resultando em 13 artigos.

4. Resultados

A Tabela 3 apresenta os artigos selecionados neste estudo, são 13 documentos separados por um ID. A segunda coluna é a referência, onde encontramos o nome dos autores, a terceira referencia o ano de publicação. Em resumo: 5 documentos publicados em 2024, 3 no ano de 2023, 3 de 2022, 1 de 2021 e 1 publicado no ano de 2019.

Na quarta coluna está o tipo de publicação: jornal ou conferência, no qual encontramos 8 documentos de conferências e 5 de journal. Dentro desta busca, encontramos os documentos A4, A7, A8 e A9, que não abordam o uso de *chatbots*, somente plataformas de *learning analytics*. Os documentos foram mantidos porque tratam do ensino de programação e trazem *insights* interessantes.

Tabela 3. Estudos selecionados nas bases de dados.

ID	Referência	Ano	Tipo de publicação
A1	[Chen et al. 2024]	2023	Conferência
A2	[Liu and M'hiri 2024]	2024	Conferência
A3	[Woerner et al. 2024]	2024	Conferência
A4	[Krishnan et al. 2022]	2022	Journal
A5	[Valoyes-Porras et al. 2022]	2022	Conferência
A6	[Shukla and Verma 2019]	2019	Conferência
A7	[Raza et al. 2022]	2022	Journal
A8	[Chen et al. 2021]	2021	Journal
A9	[Ilic et al. 2024]	2024	Journal
A10	[Dunder et al. 2024]	2024	Conferência
A11	[Ouyang et al. 2024]	2024	Journal
A12	[Tang et al. 2023]	2023	Conferência
A13	[Stupina and Paniotova 2023]	2023	Conferência

4.1. Resultado das questões de pesquisa

Nesta subseção são apresentadas as respostas das questões de pesquisa abordadas neste trabalho. A Tabela 4 apresenta um resumo das análises realizadas. Esta análise busca responder quais *chatbots* possuem *learning analytics* integrado e qual o diferencial da tecnologia.

4.1.1. QP1: Qual linguagem de programação abordada para a utilização do chatbot?

As linguagens de programação mais utilizadas são: *Java* com 21,42% e *Python* 28,57%. Existe uma repetição do documento A3, pois aborda duas linguagens de programação que são a *Java* e o *Python*. Na linha referente a “Outras” com 28,57%, corresponde a linguagens de programação que foram citadas apenas em um documento: O primeiro utiliza a linguagem de programação NetLogo (artigo A1), que é uma linguagem simples, adaptada para simulações de fenômenos naturais e sociais; A linguagem referente ao

Tabela 4. Resultados do MSL para cada uma das questões de pesquisa.

Questões de pesquisa	Resposta	Quant.	Porcent.	Artigos
QP1: Qual linguagem de programação abordada?	Java	3	21,42%	A3, A4, A9
	Python	4	28,57%	A2, A3, A10, A12
	Outras	4	28,57%	A1, A6, A11, A13
	Todas	1	7,14%	A5
QP2: Quais os tipos de chatbots encontrados nos artigos?	Não especifica	2	14,28%	A7, A8
	ChatGPT	6	46,15%	A1, A2, A3, A10,A11, A12
	Bot conversacional	1	7,69%	A5
	Outros	2	15,38%	A6, A13
QP3: Existe alguma metodologia?	Não possui	4	30,76%	A4, A7, A8, A9
	Criada pelo autor	3	23,07%	A1, A2, A8
QP4: Existe algum ambiente virtual de aprendizagem?	Não especifica	10	76,92%	A3, A4, A5, A6, A7, A9, A10 A11, A12, A13
	Lang Chain framework	1	7,69%	A2
	Moodle	1	7,69%	A4
	Blackboard LS	1	7,69%	A7
	Ica-ai Framework	1	7,69%	A8
	Criado pelo autor	2	15,38%	A5, A9
QP5: Qual a forma de interação?	Pode ser integrado	1	7,69%	A13
	Não possui	6	46,15%	A1, A3, A6, A10, A11, A12
	PLN	6	46,15%	A1, A2, A3, A10, A11, A12
	NLU	1	7,69%	A5
	ChatBot baseado em regras	1	7,69%	A6
QP6: Qual tipo de dado coletado para avaliação do aluno?	Não especifica	1	7,69%	A13
	Não possui	4	30,76%	A4,A7,A8, A9
	Fórum	2	12,5%	A1, A2
	Entrevistas	2	12,5%	A1, A3
	Atividades	3	18,75%	A3, A6, A8
	Relatórios	4	25%	A4, A8, A9, A11
QP7: Qualitativa ou quantitativa?	Questionários	3	18,75%	A6, A7, A12
	Metadados	1	6,25%	A10
	Não informa	1	6,25%	A13
	Quantitativo	7	50%	A3, A4, A5, A7, A8, A9, A11
	Qualitativo	2	14,28%	A1, A11
QP8: Existe alguma solução de <i>learning analytics</i> integrado ao chatbot?	Não informa	5	35,71%	A2, A6, A10, A12, A13
	Sim	4	30,76%	A2, A5, A6, A13
	Não possui	9	69,23%	A1, A3, A4, A7, A8, A9, A10, A11, A12

artigo A6 é a linguagem de programação R, amplamente utilizada na análise de dados estatísticos e gráficos.

Com 7,14% (porcentagem equivalente a 1 artigo) tem-se o artigo A5, que abrange todas as linguagens de programação citadas neste trabalho. E com 14,28 % encontramos os artigos A7 e A8, que não especificam quais linguagens de programação foram utilizadas. Em resumo, as informações encontradas nesta questão de pesquisa irão auxiliar os pesquisadores sobre quais linguagens são mais utilizadas nos chatbots de ensino da programação.

4.1.2. QP2: Qual o tipo de *chatbot* encontrados nos artigos?

Cerca de 46,15% dos trabalhos utilizaram o ChatGPT, apenas 7,69% abordaram sobre *chatbots* conversacionais, que interagem a partir de um conjunto de perguntas pré definidas, levando em consideração também os sentimentos do usuários. A Tabela 4 na linha referente a “Outros”, 15,38% dos documentos refere-se a chatbots baseado em regras e o trabalho A13, não especifica qual o tipo de *chatbot*.

Resumindo, 30,76% dos documentos não possui *chatbot*, ou seja, são artigos que utilizaram somente *learning analytics*: com técnicas de predição e inteligência artificial para refinamento das informações.

4.1.3. QP3: Existe alguma metodologia ativa aplicada ao *chatbot* educacional?

Melo e Sant’ana em [Melo and Sant’Ana 2012] explicam que as metodologias ativas de ensino aprendizagem (MAEA) possibilitam trazer o estudante para o centro da discussão, sendo ele o responsável pela construção do seu conhecimento. Esta QP busca responder se os *chatbot* fazem uso de metodologia ativa ou não em sua criação. Apenas 23,07% dos trabalhos possuem alguma metodologia na criação do *chatbot*. No artigo A1, por exemplo, foi introduzido a documentação oficial do NetLogo e exemplos de código. O autor do documento A2, criou uma sequência de cinco passos para a análise de *feedbacks* dos usuários. No artigo A3, o autor cita que existe metodologia de ensino envolvendo a criação de seu *chatbot*, mas não faz menção sobre qual seja.

No documento A5 o autor não deixa claro se existe metodologia, somente que usa uma rota educacional baseada na interação com o aluno. O artigo A8 diz que o autor criou sua própria metodologia. Cerca 76,92% dos documentos encontrados nesta pesquisa não informam metodologias existentes em seus trabalhos. Em resumo, os autores A1, A2 e A8, abordam sobre o uso de uma metodologia por trás da criação de seus *chatbot*, porém, não caracterizam qual seja e não aprofundam em suas pesquisas.

4.1.4. QP4: Existe algum ambiente virtual de aprendizagem atrelado ao *chatbot*?

Cerca de 46,15% dos documentos não possuem um ambiente virtual atrelado ao *chatbot*. 7,69% são ambientes virtuais citados apenas em um único documento.

Cerca de 15,38% dos ambientes citados foram desenvolvidos pelos autores, um exemplo é o documento A5, uma plataforma web chamada RetonôsApp que apresenta um *bot* de conversação que cumpre a tarefa de um tutor virtual autônomo e síncrono. Por fim, 7,69% corresponde a *chatbots* com capacidade de integração com qualquer ferramenta AVA.

4.1.5. QP5: Qual a forma de interação do *chatbot* avaliado?

De acordo com a Tabela 4, cerca de 46,15% dos trabalhos utilizam *chatbots* baseados em PLN . Foi evidenciado que apenas um artigo dos trabalhos fazem uso de técnicas de compreensão de linguagem natural (do inglês *Natural Language Understanding* - NLU)

ou processamento de linguagem natural (do inglês, *Natural Language Processing* - NLP). O artigo A6 corresponde ao *chatbot* baseado em regras. E 30,76% não possuem *chatBots*, somente ambiente virtual virtual de aprendizagem (AVA).

4.1.6. QP6: Qual tipo de dado coletado para avaliação do aluno?

De acordo com a Tabela 4, cerca 2 (12,5%) documentos utilizaram fóruns educacionais para coleta de dados, 2 (12,5%) entrevistas, 3 (18,75%) atividades em sala de aula, 4 (25%) relatórios, 3 (18,75%) questionários, 1 (6,25%) metadados de ferramentas e 1 (6,25%) não informam como coletam esses dados.

4.1.7. QP7: A pesquisa é qualitativa ou quantitativa?

A análise quantitativa concentra-se na coleta de dados numéricos. O que envolve testar hipóteses por meio de estatísticas e tendências de dados para identificar padrões e assim prever a ocorrência e o comportamento. Na análise qualitativa envolve atividades, como interpretação, associação e correlação. Este tipo de análise pode ser vista como subjetiva. Ambos os tipos de análise são essenciais para o avanço da tecnologia.

Os métodos quantitativos abordados somam cerca de 7 (50%) trabalhos e 2 (14,28%) são os qualitativos e os outros 5 (35,71%) não informam qual dos métodos foi utilizado. O documento A11 faz uso tanto da pesquisa qualitativa quanto da quantitativa.

4.1.8. QP8: Existe alguma solução de *learning analytics* integrado ao *chatbot*?

Apenas 30,76% dos artigos apresentaram em sua estrutura um *chatbot* com *learning analytics*. Como: o documento A2 que possui *learning analytics* agregado ao chatGPT para o ensino da programação; o A5 um *chatbot* baseado em regras e A6 que utiliza o *framework AIML* e A13 que não especifica qual *chatbot* foi utilizado, porém informa que pode ser acoplada a qualquer AVA. Resumindo, 69,23% dos trabalhos encontrados nesta pesquisa não possuem *learning analytics* junto com o *chatbot*, na literatura são poucos os trabalhos que buscam agregar as duas tecnologias.

5. Ameaças à validade

Mesmo com o rigor do protocolo deste MSL, algumas ameaças podem ocorrer, e a elaboração da *string* de busca é a mais comum. Para diminuir estes riscos, as buscas aconteceram nas principais bases de dados digitais da área da computação, além de trabalhos e palavras chaves de apoio e sinônimos para a elaboração das buscas. Para minimizar as falhas relacionadas aos processos de seleção criou-se um conjunto de critérios de inclusão e exclusão para diminuir qualquer discrepância com os resultados dos dados [Petersen et al. 2015] [Ampatzoglou et al. 2019].

As limitações deste trabalho são com relação aos mecanismos de busca, não foi possível encontrar alguns documentos, além da limitação de trabalhos com o tema. Além disso, desde que esta pesquisa foi iniciada, entendemos que outros trabalhos com este tema podem ter sido publicados.

6. Conclusão

Este trabalho apresentou um mapeamento sistemático sobre *chatbots* que utilizam *learning analytics* no ensino da programação na graduação. Os dados foram coletados de três bases de dados: *Web of science*, *Scopus* e *IEEE*, cobrindo o período de 2019 á 2024. Na busca inicial 583 publicações foram encontradas, restando apenas 13 após a aplicação dos critérios de exclusão e inclusão. Os resultados deste trabalho contribuíram para identificar as tecnologias existentes e utilizadas na criação de *chatbots*, preenchendo uma lacuna no estado da arte desses sistemas de informação. Na literatura existe uma escassez de *chatbots* que possuam *learning analytics*. A maioria dos autores prefere utilizar *chatbots* que já estão consolidados no mercado, como é o caso do chatGPT, o mesmo acontece com ambientes virtuais (AVA), onde para alguns autores é mais "fácil" criar um plugin para conectar-se a esses ambientes, do que gerar novas tecnologias. O mesmo acontece com os relatórios para análise dos alunos, é pouco o aprofundamento em utilizar outras técnicas como: predição para gerar esses resultados. Foi possível observar que existem *chatbots* que não contemplam apenas disciplinas de programação, e podem por sua vez, ser utilizado em outras disciplinas dos cursos de computação. É necessário que existam novas pesquisas que contemplam as duas tecnologias, *chatbot* e *learning analytics* integradas e que gerem relatórios mais profundos do desempenho dos alunos em sala de aula.

6.1. Trabalhos Futuros

Com relação a pergunta que motivou essa pesquisa: Existe na literatura um *chatbot* que possua *learning analytics* integrado a sua tecnologia? Nesta pesquisa, somente quatro autores desenvolveram *chatbots* que possuíam a tecnologia do *learning analytics* o que torna um campo a ser investigado. Como trabalhos futuros, esta pesquisa busca a partir destas informações, desenvolver um *chatbot* que possua *learning analytics*, afim de auxiliar na aprendizagem dos alunos na graduação ao mesmo tempo, informar ao professor o desempenho dos mesmos.

Referências

- Ampatzoglou, A., Bibi, S., Avgeriou, P., Verbeek, M., and Chatzigeorgiou, A. (2019). Identifying, categorizing and mitigating threats to validity in software engineering secondary studies. *Information and Software Technology*, 106:201–230.
- Baker, P. (2023). *ChatGPT für Dummies*. John Wiley & Sons.
- Becker, B. A. and Quille, K. (2019). 50 years of cs1 at sigcse: A review of the evolution of introductory programming education research. In *Proceedings of the 50th acm technical symposium on computer science education*, pages 338–344.
- Carreira, G., Silva, L., Mendes, A. J., and Oliveira, H. G. (2022). Pyo, a chatbot assistant for introductory programming students. In *2022 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, pages 1–6. IEEE.
- Chen, J., Lu, X., Du, Y., Rejtig, M., Bagley, R., Horn, M., and Wilensky, U. (2024). Learning agent-based modeling with llm companions: Experiences of novices and experts using chatgpt & netlogo chat. In *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–18.

- Chen, Z., Xu, M., Hu, Z., Zhang, S., Zhang, J., Jiang, X., and Jumani, A. K. (2021). Multimedia educational system and its improvement using ai model for a higher education platform. *Journal of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, 36.
- Clow, D. (2013). An overview of learning analytics. *Teaching in Higher Education*, 18(6):683–695.
- Deng, X. and Yu, Z. (2023). A meta-analysis and systematic review of the effect of chatbot technology use in sustainable education. *Sustainability*, 15(4):2940.
- Dunder, N., Lundborg, S., Wong, J., and Viberg, O. (2024). Kattis vs chatgpt: Assessment and evaluation of programming tasks in the age of artificial intelligence. In *Proceedings of the 14th Learning Analytics and Knowledge Conference*, pages 821–827.
- Hobert, S. (2019). Say hello to ‘coding tutor’! design and evaluation of a chatbot-based learning system supporting students to learn to program.
- Ilic, M., Kekovic, G., Mikic, V., Mangaroska, K., Kopanja, L., and Vesin, B. (2024). Predicting student performance in a programming tutoring system using ai and filtering techniques. *IEEE Transactions on Learning Technologies*.
- Kitchenham, B., Brereton, O. P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., and Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. *Information and software technology*, 51(1):7–15.
- Krishnan, R., Nair, S., Saamuel, B. S., Justin, S., Iwendi, C., Biamba, C., and Ibeke, E. (2022). Smart analysis of learners performance using learning analytics for improving academic progression: a case study model. *Sustainability*, 14(6):3378.
- Kuhail, M. A., Alturki, N., Alramlawi, S., and Alhejori, K. (2023). Interacting with educational chatbots: A systematic review. *Education and Information Technologies*, 28(1):973–1018.
- Liu, M. and M'hiri, F. (2024). Beyond traditional teaching: Large language models as simulated teaching assistants in computer science. In *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, pages 743–749.
- Luxton-Reilly, A., Simon, Albluwi, I., Becker, B. A., Giannakos, M., Kumar, A. N., Ott, L., Paterson, J., Scott, M. J., Sheard, J., et al. (2018). Introductory programming: a systematic literature review. In *Proceedings companion of the 23rd annual ACM conference on innovation and technology in computer science education*, pages 55–106.
- Melo, B. and Sant'Ana, G. (2012). A prática da metodologia ativa. *Com Ciências Saúde [Internet]*, 23(4):327–39.
- Okonkwo, C. W. and Ade-Ibijola, A. (2020). Python-bot: A chatbot for teaching python programming. *Engineering Letters*, 29(1).
- Ouyang, F., Guo, M., Zhang, N., Bai, X., and Jiao, P. (2024). Comparing the effects of instructor manual feedback and chatgpt intelligent feedback on collaborative programming in china’s higher education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*.
- Petersen, K., Vakkalanka, S., and Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and software technology*, 64:1–18.

- Raza, S. A., Qazi, Z., Qazi, W., and Ahmed, M. (2022). E-learning in higher education during covid-19: evidence from blackboard learning system. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 14(4):1603–1622.
- Robins, A. V. (2019). 12 novice programmers and introductory programming. *The Cambridge handbook of computing education research*, pages 327–376.
- Shukla, V. K. and Verma, A. (2019). Enhancing lms experience through aiml base and retrieval base chatbot using r language. In *2019 International Conference on Automation, Computational and Technology Management (ICACTM)*, pages 561–567. IEEE.
- Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10):1380–1400.
- Straková, N. and Válek, J. (2024). Chatbots as a learning tool: Artificial intelligence in education. *R&E-SOURCE*, pages 245–265.
- Stupina, M. and Paniotova, V. (2023). An educational chatbot in a blended learning environment. In *2023 3rd International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education (TELE)*, pages 276–279. IEEE.
- Tang, J., Li, B., and Li, Z. (2023). Application and exploration of artificial intelligence technology in student learning in higher education. In *2023 5th International Workshop on Artificial Intelligence and Education (WAIE)*, pages 60–64. IEEE.
- Valoyes-Porras, D. M., Rodríguez-Obregón, J. S., Salamanca-Sánchez, D. S., and Feijóo-García, M. A. (2022). Retoñosapp: Work in progress on a platform to support the teaching of programming in cs through the automation and customization of learning processes guided by artificial intelligence. In *CHIRA*, pages 179–186.
- Watson, C. and Li, F. W. (2014). Failure rates in introductory programming revisited. In *Proceedings of the 2014 conference on Innovation & technology in computer science education*, pages 39–44.
- Woerner, J. H., Turtova, A. P., and Lang, A. S. (2024). Transformative potentials and ethical considerations of ai tools in higher education: Case studies and reflections. In *SoutheastCon 2024*, pages 510–515. IEEE.
- Zhang, R., Zou, D., and Cheng, G. (2024). A review of chatbot-assisted learning: pedagogical approaches, implementations, factors leading to effectiveness, theories, and future directions. *Interactive Learning Environments*, 32(8):4529–4557.