

Chatbots na Educação Matemática: um mapeamento sistemático de 2018 a 2023

Ana Isabel de A. S. Dias¹, Ariana S. Bohrer², Sérgio Crespo C. S. Pinto³

¹Departamento de Ciências da Natureza - Universidade Federal Fluminense (UFF)

² Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão (UFF)

³Departamento de Ciência da Computação - Universidade Federal Fluminense (UFF)

{anaisabel, screspo}@id.uff.br e arianabohrer@yahoo.com

Abstract. *This article presents a discussion on the results obtained from a systematic mapping of literature conducted on articles, theses, and dissertations published from 2018 to 2023, available with full text in databases of the CAPES Periodicals Portal, addressing the use of Chatbots in Mathematics Education and its implications. Using the software IRaMuTeQ, we performed exploratory analyses of a corpus consisting of the titles, keywords, abstracts, and conclusions of the articles, which helped us interpret 4 thematic categories in the studied universe.*

Keywords: *Chatbot, Mathematics Education, Systematic Mapping*

Resumo. *Este artigo apresenta discussão sobre resultados obtidos em um mapeamento sistemático de literatura conduzido sobre artigos, teses e dissertações publicadas, de 2018 a 2023, disponíveis com texto completo em bases de dados do Portal de Periódicos da CAPES, abordando o uso de Chatbots na Educação Matemática e suas implicações. Usando o software IRaMuTeQ, realizamos análises exploratórias de um corpus formado pelos títulos, palavras-chave, resumos e conclusões dos artigos que nos ajudou a interpretar 4 categorias temáticas no universo estudado.*

Palavras-chave: *Chatbot, Educação Matemática, Mapeamento Sistemático*

1. Introdução

Os avanços da tecnologia e dos métodos em diversas áreas da computação, em especial em Inteligência Artificial (IA) se apresentam como potenciais aliados no auxílio à aprendizagem seja como papel de tutor ou de oferecer recomendações aos estudantes no momento em que interagem com o ambiente. Os chatbots baseados em IA oferecem plataformas interativas e flexíveis. Estes chatbots utilizam técnicas avançadas de processamento de linguagem natural e machine learning para fornecer suporte educacional personalizado.

Os chatbots podem atuar como auxiliares de ensino, ajudar no aprendizado, aprimorar habilidades e coletar informações relevantes para a educação possibilitando ao professor a avaliação da interação dos alunos com a ferramenta e assim, seguir com a correção de rotas no planejamento pedagógico. Têm potencial de uso no ensino a

distância, no ensino presencial e no ensino híbrido.

Hwang e Tu (2021) apresentam uma revisão sistemática sobre os papéis e tendências da IA na Educação Matemática, especificamente, no período de 1996 a 2020, onde analisaram diversos aspectos de 43 artigos científicos. Entre os domínios de aplicação, onde os chatbots foram utilizados, a Matemática Discreta e Álgebra foram as mais frequentes (53,49%).

Apesar do crescimento significativo da pesquisa sobre o uso de chatbots na educação, são necessárias mais investigações empíricas para explorar a integração efetiva dessas tecnologias no processo de aprendizagem, especialmente no contexto da formação de professores. No entanto, uma busca rápida no Google Acadêmico revela muitos artigos que abordam a IA como substituto, no lugar de ferramenta colaborativa útil de auxílio na tarefa educativa, que cabe ao professor.

Neste artigo, apresentamos um mapeamento sistemático da literatura, com recorte temporal de 2018 a 2023, com objetivo de identificar e caracterizar os tipos de uso de chatbots na Educação Matemática norteados pelas perguntas:

1. Em que contextos foram usados os chatbots?
2. Quais as características dos chatbots apresentados?
3. Quais os impactos do uso dos chatbots na aprendizagem de Matemática?

2. Metodologia

O corpus do mapeamento sistemático de literatura foi constituído através de um processo de aplicações sucessivas de critérios de exclusão, inicialmente automáticos nas bases de dados e posteriormente por critérios decididos pelos autores. A coleta de dados aconteceu nos meses de maio e junho de 2023.

Buscamos estudos científicos do tipo artigos em periódicos, artigos de conferência, dissertações e teses, publicados no período de 2018 a 2023, com texto completo disponível em bases de dois portais: Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e o Portal Brasileiro de Publicações e Dados Científicos em Acesso Aberto (Oasisbr). No Portal de Periódicos da CAPES, selecionamos estudos de cinco bases com contrato vigente de disponibilização de conteúdo: Scopus, Web of Science, PubMed, ACM Digital Library e Google Academic.

Realizamos testes com diferentes opções de sentença de busca relativa à questão norteadora da pesquisa, e por fim definimos as expressões booleanas. No Portal da CAPES usamos como estratégia de busca a sentença (“virtual assistant” OR chatbot) AND mathematics AND education, enquanto no Portal Oasisbr usamos a sentença com palavras em português (chatbot OR “assistente virtual” OR “agente virtual”) AND (“ensino de matemática” OR “educação matemática”).

Foram encontrados, inicialmente, 342 estudos, sendo 14 na Scopus, 6 na Web of Science, 5 na PubMed, 6 na ACM, 202 no Google Acadêmico, e 109 no Oasisbr. Dos 342 restaram 21 estudos após aplicação de filtros automáticos disponíveis nas bases, e por sucessivas leituras dos artigos com aplicação dos critérios de elegibilidade, previamente estabelecidos para definir quais registros iriam compor o corpus de análise. Os critérios de inclusão, não automáticos, foram registros no idioma português, espanhol ou inglês, do tipo artigo em periódico, artigo de conferência, dissertações ou teses, publicados de

2018 a 2023. Foram excluídos textos duplicados e estudos não alinhados com a questão norteadora da pesquisa.

Na base Scopus buscamos a expressão apresentada acima nas áreas do título, resumo e palavras-chave, rastreando 14 registros, todos dentro do recorte temporal definido. Aplicando o filtro dos tipos de artigo elegíveis, restaram 8 artigos. Após leitura dos textos completos, 4 foram excluídos por se tratarem de revisões sistemáticas de literatura analisando muito poucos artigos sobre Matemática, e sem as informações que buscávamos. Quatro artigos da SCOPUS ficaram para compor o corpus.

Na base Web of Science (WoS), aplicando a expressão de busca no tópico, ou seja, nos campos título, resumo e palavras-chave, obtivemos 6 registros, todos dentro do recorte temporal definido. Destes, 1 não tinha texto completo disponível e 4 eram repetidos. O artigo restante foi lido e excluído no corpus de análise por não responder a pergunta norteadora.

Na PubMed, com a expressão de busca, obtivemos 5 resultados, que após leitura do artigo completo, 3 foram excluídos por fugirem do escopo da pesquisa, restando 2 artigos, que após leitura do texto completo, foram selecionados para compor o corpus.

Na base ACM Digital Library foram localizados 6 registros, dos quais 4 foram excluídos após leitura por não contemplar a questão norteadora da pesquisa, restando 2.

Na base Google Acadêmico, usamos a sentença de busca em qualquer lugar do texto, obtendo 202 resultados. Desconsiderando registros contendo apenas citações restaram 202, em qualquer idioma. Aplicando o filtro temporal, permaneceram 169 resultados. Aplicando o filtro para selecionar somente artigos de revisão, sobraram 25 artigos, sendo 6 repetidos. Excluindo, após leitura dos textos completos, trabalhos que não contemplavam o objetivo inicial, restaram 3 resultados, que foram todos excluídos por serem revisões sistemáticas de literatura contendo apenas 1 ou 2 artigos da área de Matemática.

Já no portal Oasisbr, inicialmente, obtivemos 109 registros. Com a restrição temporal entre 2018 e 2023, e escolhendo artigos ou dissertações ou teses, obtivemos 64 resultados. Considerando apenas artigos das áreas de exatas ou multidisciplinares ou de humanas, ficaram 37 resultados, dos quais 34 foram excluídos após a leitura dos textos completos, restando 3, sendo 1 artigo, uma dissertação e uma tese.

Por fim, tivemos um total de $6 + 3 = 9$ registros dos dois portais que compuseram o corpus final.

3. Resultados

3.1. Descrição do corpus

Tabela 1: Dados dos artigos selecionados

Cód	Título	Ano	Autores	Nº de citações
Scopus1	Intelligent Tutoring Chatbot for Solving Mathematical Problems in High-School	2019	Nguyen, H.D., Pham, V.T., Tran, D.A. and Le, T.T.	17
Scopus2	LiveHint: Intelligent Digital Support for Analog Learning Experiences	2020	Fisher, J., Fancsali, S., Lewis, A., Fisher, V., Hausmann, R. G., Pavelko, M. and Ritter, S.	2

Scopus3	Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics	2022	Dabae Lee e Sheunghyun Yeo	9
Scopus4	Math Trainer as a Chatbot Via System (Push) Messages for Android	2022	Mirza Kabiljagić, Josef Wachtler, Markus Ebner, Martin Ebner	2
ACM 1	Supporting children's math learning with feedback-augmented narrative technology	2020	Ruan, S., He, J., Ying, R., Burkle, J., Hakim, D., Wang, A., and Landay, J. A.	32
ACM 2	University Students' Perception on the Usefulness of the Incorporation of Conversational Agents in Mathematics Learning	2021	Tan, C. P., Yeap, C. K., Chong, O. L., and Chan, Y. S.	0
IBICT 1	A comunicação didática mediada por agente conversacional como promotora do processo ensino-aprendizagem na disciplina de matemática (tese de doutorado)	2019	Melo, J.N.B.	Sem Inform.
IBICT 2	CATARINA: Protótipo de uma professora digital para auxiliar alunos no aprendizado (dissertação de mestrado)	2020	Rosa, J. C. M.	Sem Inform.
IBICT 3	Criação e usos do aplicativo LineAlg como objeto de aprendizagem na Educação Básica.	2021	dos Santos, W. L. F. e de Arruda, A. W. A.	Sem Inform.

Fonte: Elaborada pelos autores

Os dados sobre o número de citações dos artigos, nacionalidade dos primeiros autores e ano de publicação encontram-se sintetizados no gráfico 1 (a), (b) e (c), respectivamente. O artigo de título “Supporting children's math learning with feedback-augmented narrative technology”, codificado como ACM1, foi o mais citado, conforme aponta o gráfico 1(a).

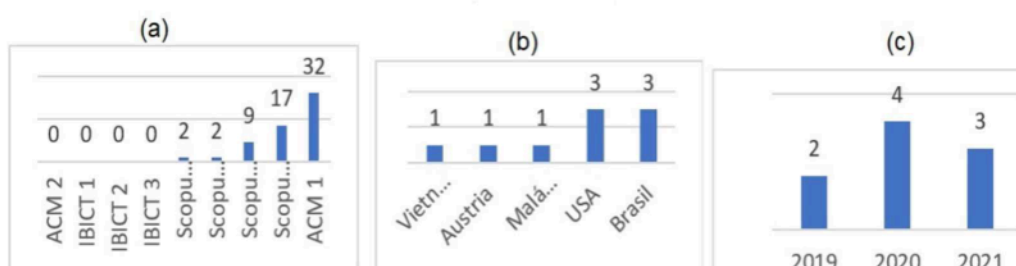


Gráfico 1. (a) Número de citações dos artigos; (b) Distribuição por países e (c) Distribuição por ano

Fonte: Elaborada pelos autores

Nem todos os chatbots apresentados foram testados em experiências práticas. Apresentamos na tabela 2 algumas características e contextos que os chatbots foram usados, respondendo as duas primeiras questões norteadoras do mapeamento, envolvendo contextos de uso e características do chatbot.

Tabela 2. Características dos chatbots e Contextos dos Estudos Mapeados

	Nº participantes	Nível de Ensino	Duração	Plataforma	Conteúdo	Usa Inteligência Artificial?
Scopus 1	Não informado	Ensino Médio	Não informado	Não informado	Função	Não
Scopus 2	173 sessões	Grade 6 a 8, Ensino Fund e Médio	2 meses	Smartphone, tablet e computador	Conjuntos Numéricos	Não
Scopus 3	12	Graduação (formação de professores)	11 semanas	Não informado	Fração	Não
Scopus 4	18	Escola elementar	1 semana	Tablet	Problemas de Matemática	Sim
ACM 1	72	Grade 3 a 5, Ensino Fundamental	Não informado	Tablet	Multiplicação, Fração e Volume	Sim
ACM 2	37	Graduação	1 mês	Não informado	Matemática	Não
IBICT 1	109	Ensino Médio	2 anos	Smartphone, tablet e computador	Análise Combinatória e geometria espacial	Não
IBICT 2	Não informado	Alfabetização	Não informado	Smartphone, tablet e computador	Números e Contagem	Sim
IBICT 3	Não fez	Ensino Médio	Não fez	Smartphone, tablet e computador	Álgebra Linear	Não

Fonte: Elaborada pelos autores

3.2. Análise Textual do Corpus

O software *IRaMuTeQ*¹, versão 0.7 alpha 2, nos ajudou a fazer análises exploratórias no corpus obtido, permitindo uma posterior análise temática abordada nos artigos, verificando pontos de convergência dos artigos entre si, e a aderência dos temas ao nosso problema de pesquisa. *IRaMuTeQ* (Interface R para Análises Multidimensionais de Textos e Questionários) é gratuito e foi desenvolvido por Pierre Ratinaud sob licença de software livre e código aberto, de acordo com Ratinaud, Déjean e Skalinder (2014). Trata-se de uma interface para o software de processamento estatístico R, desenvolvido na linguagem Python. O *IRaMuTeq* tem reconhecida precisão e crescente utilização no apoio a pesquisas qualitativas, o que justifica nossa escolha por este software.

O corpus codificado incluiu títulos, palavras-chave, resumos e conclusões dos 9 estudos. Usamos os recursos de análise de similitude e da classificação hierárquica descendente (CHD) e por consequência, da Análise Fatorial de Correspondência (AFC), o que nos possibilitou uma organização mais precisa das palavras do corpus codificado e uma melhor compreensão.

As análises estatísticas textuais permitiram a recuperação do contexto em que as palavras pertencem, fundamentando a construção das categorias temáticas. As chaves escolhidas para análise foram os adjetivos, formas não reconhecidas e nomes comuns. A partir da lematização definida, a classificação hierárquica descendente (CHD) gerou 45 textos, separados em 198 segmentos de texto (ST), com aproveitamento de 165 ST (83,33%), valor este superior à retenção mínima requerida (75%) para ser útil à classificação do material textual, conforme Camargo e Justo (2021).

¹ Iramuteq.org

Emergiram 6.563 ocorrências de 1600 formas distintas e 619 hapax (palavras com frequência igual a 1) da lematização escolhida (adjetivos, formas não reconhecidas e nomes comuns). O conteúdo analisado foi categorizado em seis classes, sendo a Classe 1, com 23 ST (13,94%), a Classe 2, com 34 ST (20,61%), a Classe 3, com 22 ST (13,33%), a Classe 4, com 24 ST (14,55%), a Classe 5, com 26 ST (15,76 %) e a Classe 6, com 36 ST (21,82 %).

O dendrograma (Figura 1b) com seis classes, gerado na análise de CHD, nos permitiu interpretações que nos auxiliaram na formação das classes temáticas. Além dessas características, ressaltamos que mais de 60% dos estudos abordam chatbots com conversação dirigida pelo próprio chatbot e não direcionada pelo usuário.

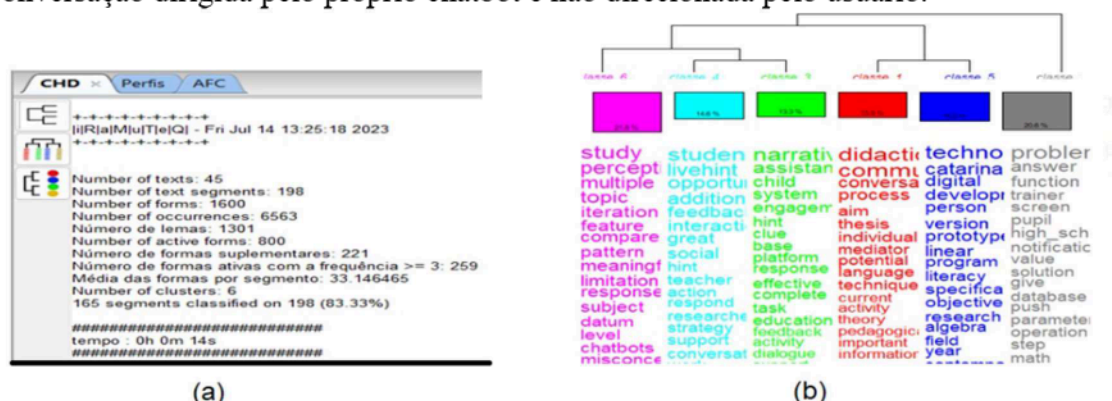


Figura 1. (a) Análise de CHD e (b) Dendrograma gerado pela CHD

Fonte: Geradas pelo Iramuteq

4. Discussão

A partir das classes textuais indicadas pelo *IRaMuTeQ* interpretamos 4 categorias temáticas. A categoria 1 coincide com a classe 6. A categoria 2 é obtida pela junção das classes 2 e 3 expostas no dendrograma. A categoria 3 foi obtida juntando as classes 1 e 5 do dendrograma, e a categoria 4 coincide com a classe 4.

Tabela 3. Categorias Temáticas do Mapeamento

Categoria	Temas
1	Percepções de estudantes universitários sobre chatbots na Educação Matemática
2	Orientação da aprendizagem através de dicas e feedbacks com chatbots
3	A tecnologia de chatbots viabilizando e potencializado a comunicação
4	Melhoria do desempenho na resolução de problemas através de chatbots

Fonte: Elaborada pelos Autores

4.1 Categoria 1

De acordo com análises exploratórias que realizamos no *IRaMuTeQ*, a palavra “hint” teve $\chi^2 = 17,8$ e p-valor menor que 0,0001, sendo significativa e com boa adesão à classe. Algumas pesquisas tinham como objetivo fazer análise das percepções de estudantes universitários a respeito do uso de chatbots, ou de algum chatbot em especial, na educação matemática. Enquanto adultos em formação, as percepções destes estudantes

são bastante relevantes para o processo contínuo de aperfeiçoamento dos chatbots.

Lee e Yeo (2022) apresentam um chatbot com propósito de desenvolver habilidades em futuros professores através de treinamento, que age como um estudante com dificuldade ou com concepções equivocadas a respeito do conteúdo de frações para que os estudantes universitários, professores em formação, pudessem treinar em situações simuladas a dar respostas para tirar dúvidas, elaborar perguntas indutivas e conduzir adequadamente o raciocínio matemático do aluno virtual. São oportunidades práticas de interagir com o aluno virtual e segundo o estudo, oferece um contexto realístico de ensino.

Na grande maioria dos artigos, o chatbot tem função principal de instrução, ainda que de formas diferentes. Este foi o único estudo em que o chatbot não exerceu papel de instrutor, e onde os pesquisadores analisaram as percepções dos futuros professores/usuários. No geral, a percepção dos participantes foi bastante positiva em relação à experiência com o chatbot em auxílio às suas formações.

Destacamos aqui a funcionalidade de simulação, retratada acima, que foi testada com bons resultados, e que se configurou como espaço de aprendizagem para os futuros professores. É provável que se configure como bom recurso complementar na formação de professores.

4.2 Categoria 2

De acordo com análises exploratórias que realizamos no *IRaMuTeQ*, a palavra “hint” teve $\chi^2 = 17,8$ e p-valor menor que 0,0001, sendo portanto significativa e com boa adesão à classe 4. Este tema se repetiu em diferentes contextos, e se refere à característica dos chatbots, que pode ser principal ou secundária, de dar dicas. Podem ser dicas em várias etapas da resolução de problemas para ajudar os alunos a raciocinar e a vislumbrar formas de resolver, ou ainda, para orientar estudos dando dicas de sites ou vídeos onde o aluno pode encontrar material pertinente de estudo.

Nesta mesma classe, discute-se também a importância dos chatbots fornecerem feedbacks imediatos aos alunos, ajudando na compreensão, sabendo se acertaram ou erraram alguma questão, o que os estimula a continuar nos estudos. Fisher et al. (2020) apresentam o chatbot *Livehint* que surgiu como suporte aos alunos, pais e professores na aprendizagem no contexto da pandemia da Covid 19. O chatbot tem função principal de dar dicas aos alunos em tarefas de casa práticas, com 3 a 5 dicas para cada problema de Matemática do livro adotado. As dicas são concretas, sugerem caminhos de ação e estão relacionados especificamente ao problema que está sendo tratado. Os alunos podem avaliar cada dica – o que nem sempre fazem -- de acordo com sua utilidade para ajudar na melhoria do sistema.

O chatbot, objeto de estudo de Ruan et al. (2020), aparece em um cenário didático mais amplo envolvendo o uso de narrativas, feedbacks e um sistema de dicas. O chatbot dá dicas em cada etapa formulando-a de forma mais conversacional, na ordem que considera mais apropriado para o momento, além de encorajar caso um aluno permaneça na mesma etapa por muito tempo, usando linguagem simples e mais próxima a dos alunos. Ele não dá a resposta final, mesmo se solicitado, mas encoraja o estudante a continuar através de perguntas indutivas e dicas, como por exemplo: “Pense em volume como o

número de chocolates que você pode colocar na caixa. Isso faz sentido para você?”

4.3 Categoria 3

De acordo com análises exploratórias que realizamos no *IRaMuTeQ*, a palavra “technology” teve $\chi^2 = 56,17$ e p-valor menor que 0,0001, sendo portanto significativa e com grande adesão à classe 5. A palavra “communication” teve $\chi^2 = 94,61$ e p-valor menor que 0,0001, sendo portanto significativa e com muito grande adesão à classe 1.

O tema da tecnologia dos chatbots viabilizando a interação apareceu também em diferentes contextos. Em alguns artigos foi apresentada e descrita a parte técnica tecnológica da construção do chatbot que permitiu a materialização de certas funcionalidades da interação, e em outros artigos foi dada ênfase na importância da interação no processo de ensino-aprendizagem, e como os chatbots viabilizam uma forma de mediação didática para auxiliar os alunos em suas dificuldades. Em especial, vários estudos se dedicaram a dar suporte através do chatbot na realização de tarefas de casa ou no ensino remoto em ocasiões não previstas, como foi a da pandemia da Covid 19.

Alguns autores ressaltam o papel da tecnologia dos chatbots na educação, e que têm potencial para serem usados tanto no ensino presencial quanto na educação a distância. Afirmam: 1) que o chatbot é a interação entre tecnologia e educação, 2) que a tecnologia pode contribuir para diminuir as lacunas de aprendizagem do ensino remoto, 3) que os chatbots se constituem como nova estratégia de ensino e aprendizagem que estimula o estudo e permite prática com feedback imediato, 4) que o chatbot é técnica pedagógica que melhora a performance dos alunos; 5) permite ensino individualizado quando for adequado, etc.

Em nossa compreensão existe um equívoco na interpretação feita, em alguns estudos, caracterizando os chatbots como estratégia de ensino ou como técnica de aprendizagem. O chatbot é um recurso tecnológico com potencial de auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem, e não uma estratégia ou técnica em si.

4.4 Categoria 4

De acordo com análises exploratórias que realizamos no *IRaMuTeQ*, a palavra “problem” teve $\chi^2 = 72,13$ e p-valor menor que 0,0001, sendo, portanto, significativa e com muita adesão à classe 2. Nesta classe encontram-se os chatbots voltados para a resolução de problemas de Matemática. Na pesquisa relatada em Nguyen et al. (2019), o chatbot fornece instruções para orientar o aluno em relação ao método de resolução de 5 tipos de problemas sobre determinação de funções, seguindo um roteiro de tutoria de métodos de resolução com perguntas sugestivas para lembrar o conteúdo. Repete lista de definições, teoremas e fórmulas necessárias à resolução em questão. Se o aluno não entende, o chatbot apresenta solução de etapa semelhante, e dá dicas passo a passo. Ao final do processo, mostra a solução completa do problema.

Kabiljagić et al. (2022) apresentam a ideia embrionária de um chatbot, chamado Mathbot, que cria uma espécie de cronograma de estudo, com várias sessões curtas ao longo do dia. O usuário define nas configurações o intervalo de tempo escolhido, e o chatbot envia notificações programadas, do sistema do telefone, quando for para resolver um problema envolvendo operações aritméticas. A criança lê, resolve e coloca o resultado no espaço reservado, e o chatbot responde dizendo se está correto ou não. Alunos e professores consideraram o chatbot útil. A funcionalidade de ajudar o estudante com dicas

para solução de problemas pode ser um aliado do professor no ensino híbrido e no EAD.

5. Conclusão

Fizemos um mapeamento sistemático sobre o uso de chatbots na Educação Matemática, de 2018 a 2023. Depois de aplicar os critérios de inclusão e de exclusão aos artigos encontrados em várias bases de dados da plataforma de periódicos da CAPES, selecionamos e analisamos 9 artigos com objetivo de conhecer as características dos chatbots envolvidos, e em que contextos foram usados.

Usando o software *IRaMuTeQ*, realizamos análises exploratórias de um corpus formado pelos títulos, palavras-chave, resumos e conclusões dos artigos que nos ajudou a interpretar 4 categorias temáticas no universo estudado. As categorias interpretadas a partir dos dados coletados foram: 1) Percepções de estudantes universitários sobre chatbots na Educação Matemática; 2) Orientação da aprendizagem através de dicas e feedbacks com chatbots; 3) A tecnologia de chatbots viabilizando e potencializando a comunicação, e 4) Melhoria do desempenho na resolução de problemas através de chatbots.

A última questão norteadora do mapeamento diz respeito aos impactos do uso de chatbots na Educação Matemática. Ainda há poucos exemplos em termos de variedade de conteúdo matemático. Além disso, as análises de impacto são muito restritas a um curto período de exposição. Nenhum dos estudos detectados traz análise aprofundada sobre os impactos do uso do chatbot como recurso na aprendizagem efetivamente, o que não significa que não existam trabalhos assim na literatura. É possível que nossa escolha de palavras chave e de período temporal tenha sido uma limitação, não nos permitindo detectar estudos com análises mais aprofundadas dos impactos na Educação Matemática. Alguns dos estudos detectados apontaram justamente a falta de análise de impacto mais detalhada como sendo uma limitação, e outros apontaram isto como importante direcionamento de trabalho futuro. Alguns dos estudos apresentam estudos de percepções de usuários a respeito do uso, salientando a motivação gerada com a utilização do recurso. Entretanto, não localizamos nos estudos reflexões a respeito da perda de interesse ao longo do tempo, quando deixam de ser novidade.

A função de dar dicas tanto de estudo quanto de caminhos na resolução de problemas podem ser bastante pertinentes para tarefas escolares que são feitas sem a presença do professor, como em tarefas de casa, por exemplo. Além de auxiliarem os próprios estudantes, a depender da idade, podem auxiliar também os pais ou responsáveis na orientação de realização de tarefas de casa do ensino presencial ou do ensino híbrido.

Uma lacuna detectada nos estudos analisados foi a ausência de discussão sobre o impacto dos chatbots na atividade profissional do professor. Não percebemos ênfase no papel de coadjuvante, auxiliar e complementar dos chatbots e não de substituição do professor, o que pode ser fonte de dúvida para o professor. Além disso, não foram mencionadas preocupações com acessibilidade dos chatbots, nem houve experiências de uso no âmbito da educação escolar inclusiva.

6. Referências

Camargo, B.V. e Justo, A.M. (2021) “Tutorial para uso do software *IRaMuTeQ*”, Laboratório de Psicologia Social da Comunicação e Cognição, UFSC, Brasil. www.lacco.com.br

- Nguyen, H.D., Pham, V.T., Tran, D.A. and Le, T.T. (2019) "Intelligent Tutoring Chatbot for Solving Mathematical Problems in High-School", In: Proceedings of the International Conference on Knowledge Systems Engineering (KSE), Organized by Mothe J., Son L.H., and Vinh N.T.Q. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., <https://doi.org/10.1109/KSE.2019.8919396>.
- Fisher, J., Fancsali, S., Lewis, A., Fisher, V., Hausmann, R. G., Pavelko, M. and Ritter, S. (2020) "LiveHint: Intelligent Digital Support for Analog Learning Experiences", In: *CEUR Workshop Proc.*, organizado por Sosnovsky S., Department of Information and Computing Sciences, iTextbooks@ AIED, p. 80-89.
- Lee, D., and Yeo, S. (2022), "Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics", In *Computers & Education*, 191, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104646>.
- Kabiljagić, M., Wachtler, J., Ebner, M., & Ebner, M. (2022) "Math Trainer as a Chatbot Via System (Push) Messages for Android", In: *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 16(17), 75-87. <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i17.33351>
- Kuhail, M. A., Alturki, N., Alramlawi, S., and Alhejori, K. (2023) "Interacting with educational chatbots: A systematic review", In: *Education and Information Technologies*, 28(1), 973-1018. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11177-3>
- 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", In: *Frontiers in artificial intelligence*, 4, <https://doi.org/10.3389/frai.2021.654924>.
- Ruan, S., He, J., Ying, R., Burkle, J., Hakim, D., Wang, A. and Landay, J. A. (2020) "Supporting children's math learning with feedback-augmented narrative technology", In: *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference*, p. 567-580.
- Tan, C. P., Yeap, C. K., Chong, O. L. and Chan, Y. S. (2021) "University Students' Perception on the Usefulness of the Incorporation of Conversational Agents in Mathematics Learning", In: *4th Artificial Intelligence and Cloud Computing Conference*, Kyoto Japan: ACM p. 229-233 <https://doi.org/10.1145/3508259.3508292>
- Hwang, G. J. and Tu, Y. F. (2021) "Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review.", In *Mathematics*, 9(6), 584.
- Melo, J.N.B. (2019) "A comunicação didática mediada por agente conversacional como promotora do processo ensino-aprendizagem na disciplina de matemática", Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação do Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Rosa, J. C. M. (2020), "CATARINA: Protótipo de uma professora digital para auxiliar alunos no aprendizado", Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional em Mídia e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Unesp, Bauru.
- dos Santos, W. L. F. e de Arruda, A. W. A. (2021). Criação e usos do aplicativo LineAlg como objeto de aprendizagem na Educação Básica. *Diversitas Journal*, 6(1), 1415-1427. Disponível em <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i1-1596>