

Um Assistente Virtual para Apoiar a Aprendizagem de Programação por meio de *Worked examples*: Um Resumo Estendido

Renato de S. Garcia^{1,2}, Pedro Henrique Dias Valle³, Williamson Silva^{1,2},

¹Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA (Alegrete), Alegrete, RS, Brasil

²PPGES (UNIPAMPA - Alegrete), Alegrete, RS, Brasil

³Universidade de São Paulo – USP (IME), São Paulo, SP, Brasil

{^{1,2}renatogarcia.aluno, ^{1,2}williamsonsilva}@unipampa.edu.br

³pedrohenriquevalle@usp.br

Abstract. *This paper presents CoderBot, a chatbot that aims to support programming learning in undergraduate courses. CoderBot is grounded on Example-Based Learning, which uses correct and incorrect examples. We conducted an experimental study to assess the feasibility of applying CoderBot and analyze whether the virtual assistant is viable and performs well.*

Resumo. *Este artigo apresenta o CoderBot, um assistente virtual possui o intuito de apoiar a aprendizagem de programação em cursos de graduação. CoderBot é fundamentado na Aprendizagem Baseada em Exemplos ao qual utiliza exemplos corretos e incorretos. A fim de avaliar o CoderBot, realizou-se um estudo experimental visando avaliar a viabilidade de aplicação do CoderBot para analisar se o assistente virtual é viável e possui bom desempenho.*

1. Sumarização da Pesquisa

Contexto.

O ensino de programação apresenta desafios significativos devido à sua complexidade, refletindo-se em baixas taxas de aprovação e elevada retenção de estudantes [Alves et al. 2019, Penney et al. 2023]. Diante dessas dificuldades, professores têm repensado suas abordagens pedagógicas, buscando estratégias para aumentar o engajamento e a motivação dos estudantes [Calderon et al. 2021, Guerino et al. 2021]. Nesse contexto, os *chatbots* emergem como uma solução inovadora, pois oferecem suporte contínuo e interação baseada em linguagem natural [Mageira et al. 2022, Dahiya 2017]. Estudos indicam que os *chatbots* permitem que os estudantes avancem no aprendizado com maior autonomia, recebam *feedback* imediato e reduzam sua dependência dos professores [Smutny and Schreiberova 2020]. Com base nesses avanços, este trabalho apresenta o CoderBot, um assistente virtual educacional baseado na Aprendizagem Baseada em Exemplos (*Worked Examples*) para apoiar o ensino de programação, promovendo um aprendizado mais eficaz e envolvente. A proposição do CoderBot fundamentou-se a partir de evidências experimentais obtidas por meio de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) e de Estudos Exploratórios, que serão explicados a seguir.

Resultados do Mapeamento Sistemático da Literatura.

O MSL teve por objetivo investigar os *chatbots* propostos na literatura que apoiam o

aprendizado de programação em cursos de graduação. Os resultados indicam que a maioria dos *chatbots* identificados foram desenvolvidos para apoiar o ensino da linguagem Python, possivelmente devido à sua popularidade, embora também existam *chatbots* voltados para outras linguagens. Outro ponto identificado foi a necessidade de mais experimentos e especificações detalhadas para avaliar a eficácia desses *chatbots* no ensino de programação. Por fim, observou-se a falta de um padrão na construção dos exemplos de programação apresentados pelos *chatbots*. Cada um fornece respostas de maneira distinta, sem uma base consolidada para estruturar exemplos eficazes no apoio à aprendizagem.

Template de *Worked Examples*.

Diante da necessidade de padronizar a forma de criar os exemplos de programação, foi realizado um estudo exploratório onde desenvolveu-se um *template* de *worked examples* com base nas informações obtidas pela literatura. Além disso, foi realizado um experimento com a participação de quatro docentes. Os resultados apresentaram *insights* relevantes sobre a aplicabilidade do *template* em diferentes contextos educacionais, bem como a possibilidade de personalização para atender às necessidades específicas de cada professor e turma. No entanto, algumas críticas foram levantadas quanto ao *layout* e à estrutura do *template*, sugerindo a necessidade de ajustes para uma solução computacional que simplifique e agilize o uso do *template* no contexto do ensino: aos docentes para a criação dos *worked examples* e aos estudantes como forma de apoio à aprendizagem.

Proposta do CoderBot.

O CoderBot é um assistente virtual educacional que oferece uma abordagem interativa e eficaz para que os estudantes aprimorem suas habilidades de programação. O CoderBot é fundamentado na Aprendizagem Baseada em Exemplos, para isso disponibiliza aos estudantes exemplos corretos e incorretos, facilitando a aprendizagem e permitindo a construção de mapas mentais pelos estudantes. Além disso, proporciona um ensino estruturado e personalizado, permitindo ajustes por parte dos professores e servindo como um repositório de exemplos dentro da própria ferramenta. O CoderBot também estimula a reflexão dos estudantes ao identificar erros e aprender a forma correta de estruturar o código, além de possibilitar um ritmo de aprendizagem individualizado. Ele está disponibilizado sob licença *Creative Commons* e pode ser acessado em: <http://chatcoderbot.s3-website-sa-east-1.amazonaws.com/>. O CoderBot tem como objetivos educacionais: (i) apoiar a aprendizagem de programação em cursos de graduação, por meio de uma abordagem baseada em exemplos, com foco na prática e no desenvolvimento da lógica de programação; (ii) facilitar a compreensão da lógica de programação, utilizando exemplos corretos e incorretos como ferramentas de aprendizado; (iii) estimular o desenvolvimento do pensamento computacional, incentivando os estudantes a analisar, interpretar e solucionar problemas de código; (iv) oferecer *feedback* imediato e personalizado, ajudando os estudantes a identificar erros e a aprimorar suas habilidades de programação; (v) promover um ambiente interativo que incentive a participação ativa dos estudantes. Integrado a um site intuitivo, o CoderBot torna o aprendizado mais acessível e dinâmico. Sua interface amigável e recursos inteligentes fazem dele um valioso aliado para estudantes e educadores no ensino de programação.

Avaliação do CoderBot

O estudo experimental teve como foco principal avaliar o potencial do CoderBot como ferramenta de apoio à aprendizagem de programação. A execução do experimento ocor-

reu em duas universidades e dois institutos, onde os participantes cursavam disciplinas iniciais de Computação em cursos de graduação. As instituições participantes foram: UNIPAMPA, UFAM, IFMS e o IFPA. No estudo foram aplicados questionários visando avaliar a percepção dos estudantes em relação à aceitação (Modelo de Aceitação de Tecnologia), usabilidade (*System Usability Scale*), experiência de uso (*User Experience Questionnaire*); autoeficácia percebida (questionário de Raiche *et al.* (2023)), motivação intrínseca (*Intrinsic Motivation Inventory*); experiência de fluxo (*Flow Experience Questionnaire*); atitudes dos estudantes (*Attitude Questionnaire*); e percepção de aprendizagem percebida (*Perceived Learning Assessment Questionnaire*). Além disso, realizou-se uma análise qualitativa, seguindo os procedimentos de codificação, a partir dos comentários dos estudantes coletados a partir dos questionários. Os resultados do experimento enfatizaram de que a maioria dos estudantes se sentiu mais motivada e engajada ao utilizar o CoderBot, evidenciando seu potencial para auxiliar na compreensão e resolução de problemas. As evidências encontradas indicam que, embora o CoderBot tenha facilitado a aprendizagem, há oportunidades de melhoria, especialmente em relação à interatividade e inovação. Comentários dos participantes sugerem a necessidade de funcionalidades adicionais, como um ambiente para escrita e teste de código, além de maior integração de elementos de gamificação para aumentar a imersão e o foco dos usuários. A análise dos questionários também revelou que, apesar dos benefícios, alguns estudantes apontaram limitações em relação à sua utilidade comparada a outras Inteligências Artificiais (IAs) mais avançadas. No entanto, o foco da ferramenta está na abordagem metodológica baseada em exemplos, o que justifica sua aplicação para iniciantes. De modo geral, os resultados indicam que o CoderBot tem grande potencial para auxiliar estudantes no aprendizado de programação, oferecendo suporte acessível e confiável. Desta forma, conclui-se que as implicações do uso do CoderBot afetam tanto discentes quanto docentes e pesquisadores da área de Educação em Programação. Para os estudantes, a ferramenta serve como apoio ao aprendizado, mas deve ser utilizada em conjunto com outros métodos de ensino. Para os professores, há um impacto inicial no planejamento e criação de exemplos, embora a ferramenta reduza a demanda por esclarecimento de dúvidas rotineiras. Já para os pesquisadores, o CoderBot abre novas possibilidades de estudo, como a exploração de metodologias inovadoras e a avaliação de seu impacto na redução de taxas de reprovação e desistência em disciplinas de programação.

Contribuições Científicas e Tecnológicas

Esta dissertação contribui para a área de Educação em Computação por meio do desenvolvimento e avaliação de uma ferramenta para apoiar a aprendizagem de programação. A principal inovação é um assistente virtual interativo baseado em cliques de botão, que apresenta exemplos trabalhados, tanto corretos quanto incorretos, fornecendo *feedback* imediato aos estudantes. Além disso, a pesquisa propõe e avalia um *template* para a construção de *worked examples*, definindo atributos essenciais que tornam esses exemplos mais eficazes no ensino de programação.

Outra contribuição relevante é a disseminação dos resultados obtidos, com diversas publicações em conferências ([Garcia et al. 2023], [Miranda et al. 2023], [Silva et al. 2023], [Cargnelutti et al. 2023], [Mendes et al. 2024], [Villa et al. 2024], [Miranda et al. 2024], [Carvalho et al. 2024] e [Calderon et al. 2023]) e periódico ([Bernardino et al. 2024]) da área.

Referências

- Alves, G., Rebouças, A., and Scaico, P. (2019). Coding dojo como prática de aprendizagem colaborativa para apoiar o ensino introdutório de programação: Um estudo de caso. In *Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 276–290. SBC.
- Bernardino, M., Cargnelutti, R., de Souza Garcia, R., and Silva, W. (2024). The use of chatgpt in improving and reviewing scientific paper writing: An exploratory study. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje*, 19:120–128.
- Calderon, I., Silva, W., and Feitosa, E. (2021). Um mapeamento sistemático da literatura sobre o uso de metodologias ativas durante o ensino de programação no brasil. In *Anais do XXXII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1152–1161. SBC.
- Calderon, I., Valle, P., Oran, A., Vilela, R., Lima, R., Garcia, R., Silva, W., and Feitosa, E. (2023). Percepção docente sobre o uso do whatsapp como ferramenta de comunicação no ensino remoto emergencial. In *Anais do VIII Workshop sobre Aspectos Sociais, Humanos e Econômicos de Software*, pages 31–40, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Cargnelutti, R., Bernardino, M., Garcia, R., and Silva, W. (2023). Um estudo exploratório sobre o uso do chatgpt na melhoria e revisão da escrita de artigos científicos. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1271–1281, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Carvalho, L. V. d., Valle, P. H. D., Leifheit, B. R., Cabrejos, L. E. R., Nakamura, W., Guerino, G. C., Garcia, R. D. S., and Silva, W. (2024). What do we know about usability evaluation for chatbots?: A systematic mapping study. In *Proceedings of the 20th Brazilian Symposium on Information Systems*, SBSI '24, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Dahiya, M. (2017). A tool of conversation: Chatbot. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 5(5):158–161.
- Garcia, R., Valle, P., Basso, F., and Silva, W. (2023). Em direção ao desenvolvimento de um chatbot baseado em exemplos para prática de conteúdos de programação. In *Anais Estendidos do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 14–15, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Guerino, G., Nakamura, W., Paschoal, L., Valle, P., and Silva, W. (2021). Lições aprendidas sobre ensino remoto emergencial sob a perspectiva de docentes dos cursos de computação. In *Educação e ensino em diferentes espaços e áreas do conhecimento: desafios, contextos e diálogos [recurso eletrônico]*, pages 60–73. Editora Bagai, uritiba, PR, BR.
- Magiera, K., Pittou, D., Papasalouros, A., Kotis, K., Zangogianni, P., and Daradoumis, A. (2022). Educational ai chatbots for content and language integrated learning. *Applied Sciences*, 12(7):3239.
- Mendes, A., Garcia, R., Villa, J., Oran, A., Santana, B., Guedes, G., Silva, D., Valle, P., and Silva, W. (2024). Avaliando a autoeficácia e a aceitação do coderbot em cursos introdutórios de programação: um estudo exploratório. In *Anais do XXXV Simpósio*

Brasileiro de Informática na Educação, pages 3264–3273, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Miranda, A., Garcia, R., Lunardi, G., Vilela, R., Vale, P., and Silva, W. (2023). Projeto e avaliação de um template de worked examples para o ensino de programação. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1673–1684, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Miranda, A., Garcia, R., Oran, A., Guedes, G., Santana, B., Silva, D., Valle, P., and Silva, W. (2024). Avaliação de usabilidade do coderbot como recurso pedagógico no ensino de programação. In *Anais do I Workshop sobre Bots na Engenharia de Software*, pages 11–20, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Penney, J., Pimentel, J. F., Steinmacher, I., and Gerosa, M. A. (2023). Anticipating user needs: Insights from design fiction on conversational agents for computational thinking. In *International Workshop on Chatbot Research and Design*, pages 204–219. Springer.

Silva, W., Mendes, A., Garcia, R., Ribeiro, M., Vilela, R., Nakamura, W., Lunardi, G., and Valle, P. (2023). Aprendendo com os erros dos outros: Um relato sobre a adoção de exemplos errôneos como ferramenta de aprendizagem de casos de uso. In *Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 69–80, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

Smutny, P. and Schreiberova, P. (2020). Chatbots for learning: A review of educational chatbots for the facebook messenger. *Computers Education*, 151:103862.

Villa, J., Garcia, R., Miranda, A., Oran, A., Guedes, G., Santana, B., Silva, D., Valle, P., and Silva, W. (2024). Perspectiva dos estudantes sobre um agente pedagógico baseado em exemplos para a aprendizagem de programação: uma análise qualitativa. In *Anais do XXXV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 459–473, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.