

LogiBots.Ai: Conversação Baseada em Inteligência Artificial para Aprendizagem e Avaliação de Lógica de Programação

Vitória Leda,¹ Marcus Coelho,¹ Ramon Barbosa,¹
Igor Santos,¹ Aline Valente,² Warley Junior,¹ Elton Alves¹

¹Instituto de Geociências e Engenharias - Unifesspa - Marabá, PA - Brasil

²Programa de Pós-Graduação em Computação - UFPA - Belém, PA - Brasil

{vitoria_lnoqueira,marcus.rangel,wmvj}@unifesspa.edu.br

Abstract. *The teaching of programming logic still faces challenges related to students reasoning skills, individualized feedback, and teacher monitoring in large classes. In this context, this work presents LogiBots.Ai, a platform that integrates a chatbot, quizzes, and learning analytics dashboards to support students, teachers, and coordinators. Evaluated with high school and undergraduate students through the CUQ questionnaire, the tool demonstrated good usability, understandable responses, and potential as a teaching support resource, although improvements are still needed in error handling and language adaptation for different educational levels.*

Resumo. *O ensino de lógica de programação ainda enfrenta dificuldades relacionadas ao raciocínio dos estudantes, ao feedback individualizado e ao acompanhamento docente em turmas numerosas. Nesse contexto, o trabalho apresenta o LogiBots.Ai, uma plataforma com chatbot, quizzes e painéis de learning analytics para apoiar alunos, professores e coordenadores. Avaliada com turmas do Ensino Médio e da Graduação por meio do questionário CUQ, a ferramenta demonstrou boa usabilidade, respostas compreensíveis e potencial como apoio ao ensino, embora ainda possa melhorar no tratamento de erros e na adaptação da linguagem a diferentes níveis escolares.*

1. Introdução

Nas últimas décadas, o ensino de lógica de programação tornou-se um dos pilares da formação em Computação, especialmente em disciplinas introdutórias da educação técnica e superior [Bubnic et al. 2024]. Ao mesmo tempo, o aumento do número de estudantes e a diversidade de perfis e níveis de familiaridade com tecnologia têm exigido abordagens mais adaptáveis ao contexto das salas de aula. Paralelamente, os avanços da Inteligência Artificial ampliaram as possibilidades de suporte individualizado por meio de ferramentas capazes de oferecer orientação contínua e personalizada [Okonkwo and Ade-Ibijola 2021].

Nesse contexto, chatbots educacionais têm ganhado destaque ao aproximar estudantes de conceitos abstratos por meio de interações naturais e *feedback* imediato. Estudos recentes indicam que esses sistemas podem apoiar a compreensão de fundamentos, auxiliar em exercícios práticos e elevar o engajamento discente [Groothuijsen et al. 2024], além de registrar dados que favorecem análises pedagógicas e intervenções mais precisas por parte de docentes e coordenações [Labadze et al. 2023].

Ainda assim, persistem desafios no processo de ensino e acompanhamento. Estudantes frequentemente têm dificuldades em estruturar raciocínios e identificar erros lógicos, enquanto professores enfrentam limitações para oferecer *feedback* individualizado em turmas numerosas, situação agravada por fatores como salas superlotadas e falta de atenção personalizada [Labadze et al. 2023]. Do ponto de vista institucional, coordenadores carecem de ferramentas que permitam visualizar o desempenho geral e orientar decisões pedagógicas baseadas em evidências. Diante desse cenário, surge a seguinte questão de pesquisa: como uma plataforma de IA conversacional, integrada a mecanismos de *learning analytics*, pode apoiar simultaneamente estudantes, professores e coordenadores no ensino e na avaliação de lógica de programação?

Para responder a essa pergunta, torna-se relevante investigar soluções que combinem acessibilidade, personalização e capacidade analítica, oferecendo suporte aos estudantes e ampliando o alcance das ações docentes e administrativas. Nesse contexto, a integração entre um chatbot especializado e instrumentos avaliativos representa uma oportunidade promissora para fortalecer o aprendizado nessa área [Okonkwo and Ade-Ibijola 2021]. Portanto, este trabalho apresenta o LogiBots.Ai, uma plataforma de conversação baseada em Inteligência Artificial voltada ao ensino e à avaliação de lógica de programação.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: Os trabalhos relacionados são discutidos na Seção 2. A Seção 3 apresenta as principais funcionalidades da plataforma proposta. Na Seção 4 são apresentados a metodologia de avaliação e os resultados obtidos. Finalmente, a Seção 5 conclui o artigo e aponta direções futuras que podem ser consideradas.

2. Trabalhos Relacionados

Esta seção compara trabalhos relacionados ao uso de chatbots como ferramenta de apoio para ensino de programação, analisando diferentes tecnologias empregadas e os resultados obtidos. Esse comparativo permite uma visão clara sobre as abordagens tecnológicas adotadas e como elas foram aplicadas para superar obstáculos, além de oferecer uma perspectiva sobre o impacto e a eficiência das soluções desenvolvidas.

A Tabela 1 sintetiza a contribuição dos trabalhos mais promissores relacionados a esta pesquisa. Estas referências são categorizadas em quatro aspectos: objetivo geral, *learning analytics*, gestão e avaliação de usabilidade.

Objetivo geral (C1) refere-se à finalidade principal da solução no uso de chatbots para o ensino e a avaliação de algoritmos, lógica de programação e estruturas de dados. Em [Chuang and Wang 2025], o ChatDAC é proposto para aulas universitárias de programação, utilizando GPT-4 para oferecer orientação instrucional diferenciada por meio de dicas progressivas. As propostas de [Palahan 2025] e [Wan-Ru and Kai-Yi 2025] buscam aprimorar o ensino online de Python com *feedback* imediato e personalizado. Já os trabalhos de [Wang et al. 2024] e [Martinez-Araneda et al. 2024] têm como foco ampliar o engajamento e a compreensão dos alunos em programação. Por fim, [ESTRELA 2023] utiliza IA para apoiar a resolução de questões de avaliações anteriores, enquanto [Stupina and Paniotova 2023] visa favorecer a aprendizagem autodirigida em cursos de PHP.

Learning analytics (C2) indica se a solução coleta e analisa dados do processo de

aprendizagem em lógica de programação. Em [Chuang and Wang 2025], são registrados dados de interação, respostas, tentativas, tempos de resposta e pontuações de similaridade geradas pelo GPT. Já [Palahan 2025] analisa interações relacionadas à classificação de intenção e à eficácia do feedback em erros de programação. Em [Wan-Ru and Kai-Yi 2025], o sistema registra tempo de estudo, tópicos acessados e nível de domínio dos alunos, enquanto [Wang et al. 2024] analisa o comportamento dos estudantes, incluindo frequência de uso das funções e padrões de busca por ajuda.

Tabela 1. Tabela Comparativa dos Trabalhos Relacionados.

Solução	C1	C2	C3	C4
[Chuang and Wang 2025]	Ensino e avaliação de programação	✓	Aluno	Quest.
[Palahan 2025]	Ensino de programação em Python	✓	Não se aplica	EUCS
[Wan-Ru and Kai-Yi 2025]	Ensino de programação em Python	✓	Não se aplica	✗
[Wang et al. 2024]	Ensino de programação	✓	Não se aplica	Quest.
[Martinez-Araneda et al. 2024]	Ensino de programação	✗	Não se aplica	✗
[ESTRELA 2023]	Avaliação de lógica e programação	✗	Não se aplica	MEEGA+
[Stupina and Paniotova 2023]	Ensino de programação em PHP	✗	Não se aplica	✗
Trabalho proposto	Ensino e avaliação de lógica de programação	✓	Aluno, Prof. e Coord.	CUQ

Gestão de perfis (C3) verifica se a solução possui funcionalidades relacionadas ao gerenciamento de diferentes perfis associados ao ambiente de aplicação da ferramenta. O sistema ChatDAC de [Chuang and Wang 2025] é limitado aos perfis de aluno e há diferenciação entre grupos para o experimento, e não perfis de usuário/sistema mais amplos como administrador/professor. O LogiBots.Ai é a única solução que contempla a gestão de três perfis essenciais: aluno, professor e coordenador de curso. Essa capacidade funcional garante maior eficiência operacional e segurança reforçada. As demais soluções não contemplam essa capacidade de gestão.

A avaliação de usabilidade (C4) envolve a aplicação de técnicas avaliativas com os usuários da ferramenta proposta. Em [Chuang and Wang 2025] e [Wang et al. 2024], foram utilizados questionários de satisfação com escala Likert de 5 pontos para analisar a usabilidade do sistema, a qualidade das respostas do chatbot e sua contribuição para a aprendizagem. Outras propostas adotam instrumentos consolidados na literatura, como o modelo *End-User Computing Satisfaction* (EUCS) em [Palahan 2025], voltado à satisfação dos alunos quanto à usabilidade e experiência, e uma adaptação do Modelo para Avaliação de Jogos Educacionais (MEEGA+) em [ESTRELA 2023], utilizada para avaliar aspectos como usabilidade, confiança, satisfação, diversão, atenção, relevância e aprendizagem percebida.

Em resumo, a principal contribuição da proposta, que evidencia sua originalidade em comparação aos trabalhos mencionados anteriormente, é que este trabalho se insere no contexto de desenvolver não apenas um chatbot baseado em LLMs (*Large Language Models*) treinados para atender dúvidas relacionadas a tópicos de lógica de programação, mas também uma plataforma que unifica a geração adaptada de quiz conforme o interesse do aluno e a coleta precisa de dados de desempenho (quantidade de respostas corretas e incorretas) e comportamento (tópicos mais/menos acessados, tempo de permanência na plataforma entre outros) do aluno e da turma, que são informações estratégicas para melhoria da qualidade do aprendizado e detecção precoce de dificuldades dos alunos.

3. A Plataforma LogiBots.Ai

Inicialmente, o fluxo da plataforma ocorre pela tela de login, na qual o usuário pode autenticar-se ou ser redirecionado para a criação de uma nova conta. Após o acesso, o sistema identifica sua categoria e carrega a interface correspondente: Aluno, Professor ou Coordenador. Além disso, em todos os perfis, as funcionalidades e os dados pessoais ficam reunidos no menu de usuário, localizado no canto superior direito da tela.

Em seguida, na área destinada aos estudantes, a plataforma concentra recursos voltados ao aprendizado de lógica de programação. Nesse ambiente, o aluno pode realizar quizzes personalizados, definidos por nível de dificuldade, assunto e tópico, bem como interagir com um chatbot para esclarecer dúvidas relacionadas ao conteúdo.

Por sua vez, a interface docente é voltada à análise do desempenho dos estudantes. Para isso, o professor pode acessar a área de resultados e aplicar filtros por turma, disciplina ou aluno. Além disso, o sistema disponibiliza relatórios sobre engajamento, proficiência, Matriz de Desempenho vs. Esforço e Jornada de Aprendizagem.

Por fim, a interface de coordenação amplia as possibilidades de acompanhamento pedagógico. Assim como o professor, o coordenador pode visualizar resultados e acessar a listagem completa de alunos. Entretanto, seus filtros de consulta são mais abrangentes, permitindo análises por estudante, turma, curso e instituição.

3.1. Funcionamento

Nesta seção, apresentamos o comportamento da plataforma tanto para o perfil do aluno, quanto para o professor. Ao final, são sugeridas práticas pedagógicas para o uso da plataforma como ferramenta de apoio ao professor. A plataforma está disponível em: <https://saelllogibot.com/>.

3.1.1. Utilização por Alunos

A plataforma disponibiliza duas principais funcionalidades para o aluno: resolução de questões por meio do formato de quiz e um módulo de conversação com o chatbot.

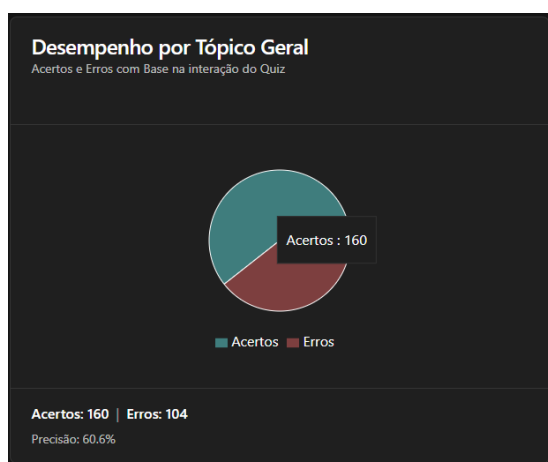
O quiz apresenta cinco alternativas de resposta, identificadas da alternativa "A" até a alternativa "E", e, ao final, são exibidas as alternativas corretas e incorretas, além da justificativa textual para ambas as situações, elaborada no momento da criação da questão, seja pela geração automática via LLM, seja pela criação manual do professor. Essas questões são dadas de acordo com o tema e subtema escolhidos pelo aluno, dando total liberdade para escolher entre os temas definidos na plataforma. Já a tela de conversação permite que o aluno escreva perguntas sobre lógica de programação e receba respostas detalhadas, acompanhadas de exemplos teóricos e práticos, utilizando pseudocódigo e, em alguns casos, linguagens de programação.

3.1.2. Utilização por Professores

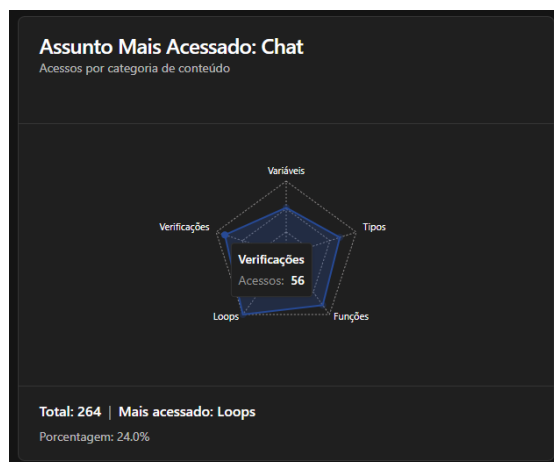
A Figura 1 resume as principais interfaces correspondentes aos resultados de desempenho e comportamento dos alunos individualmente e da turma, tais como: desempenho da

turma no quiz, assuntos mais acessados pelos alunos e desempenho vs. esforço. A Figura 1a revela o gráfico de desempenho da turma no quiz, identificando a quantidade de acertos e erros dos alunos ao responderem às questões, além de mostrar a porcentagem de precisão, utilizando um gráfico de pizza. Essas informações auxiliam a avaliação da turma, pois acompanham o desempenho dos alunos durante a resolução de questões e permitem avaliar de forma mais precisa o entendimento dos alunos em lógica de programação.

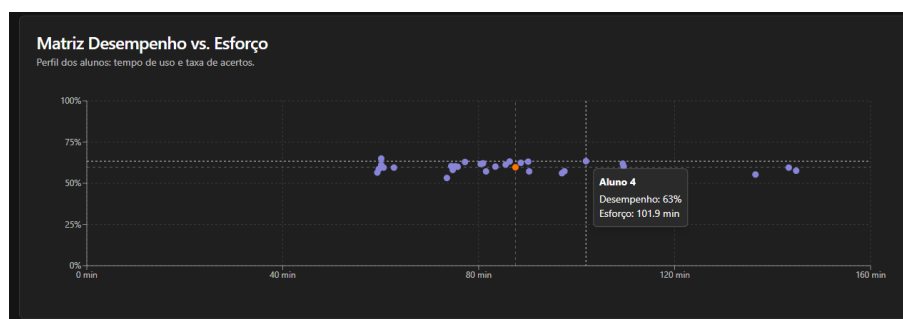
Na Figura 1b, relativa aos tópicos mais acessados entre os temas do chat, utiliza-se um gráfico de radar que retorna informações como: assunto mais acessado, total de acessos e porcentagem de acesso. Já na Figura 1c, é utilizado um gráfico de dispersão que plota pontos em cor roxa representando os alunos da turma, em que o eixo X representa o esforço (tempo de uso da plataforma, em minutos) e o eixo Y representa o desempenho (percentual de acertos). Assim, a avaliação demonstra-se mais precisa e com maior observabilidade da situação dos alunos em relação aos outros colegas de turma, identificando alunos com dificuldades de aprendizado (esforço alto e desempenho baixo) e alunos com maior facilidade de aprendizado (esforço baixo e desempenho alto).



(a) Desempenho da turma no quiz.



(b) Resultados dos tópicos mais acessados.



(c) Resultado do desempenho vs. Esforço.

Figura 1. Interfaces dos principais resultados da plataforma.

Como sugestão de uso pedagógico, a plataforma pode ser facilmente adaptada em diferentes metodologias ativas de ensino, pois em vez de ser apenas uma ferramenta para

atividades extraclasse, se torna principalmente o motor de personalização da aula.

Na metodologia de Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*), os alunos podem utilizar o chatbot antes da aula para estudar conceitos básicos de lógica de programação, como condicionais e laços de repetição, e, em seguida, testar seus conhecimentos no Quiz. Com base nos resultados registrados no painel de desempenho, o professor pode identificar previamente os conteúdos com maior índice de acertos e dificuldades. Dessa forma, a aula presencial pode ser direcionada aos tópicos que exigem maior atenção, otimizando o tempo e favorecendo atividades práticas mais aprofundadas.

4. Avaliação e discussão dos Resultados

Por se tratar de um estudo exploratório e descritivo voltado à avaliação de usabilidade, não foram formuladas hipóteses de pesquisa. Para avaliar a satisfação de usabilidade e identificar melhorias na plataforma, foram selecionadas duas turmas de 30 alunos: uma do Ensino Médio, via Pronatec, e outra da Graduação em Sistemas de Informação. Todos possuíam conhecimentos prévios em lógica de programação. Os participantes utilizaram a plataforma por 30 minutos em laboratório, com login anônimo para preservar a identidade e o uso de dados sensíveis. Em seguida, responderam ao questionário CUQ (*Chatbot Usability Questionnaire*) proposto por [Holmes et al. 2019] planejado especificamente para chatbots.

O questionário consiste em quinze afirmações, permitindo que os alunos classifiquem sua concordância em uma escala *Likert* de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente). As afirmações usadas para o questionário CUQ são mostradas na Tabela 2.

A análise dos resultados obtidos por meio dos gráficos da Figura 2, referentes ao teste CUQ, evidencia diferenças relevantes entre os grupos de alunos do Ensino Médio e Graduação quanto ao uso do chatbot, sobretudo nos eixos de personalidade, engajamento, usabilidade e tratamento de erros. As respostas de ambos os grupos revelam padrões de convergência e divergência que auxiliam na compreensão da experiência de uso da ferramenta.

Tabela 2. Estrutura das afirmações baseadas no CUQ.

Id	Questão
Q1	A personalidade do chatbot era realista e envolvente.
Q2	O chatbot parecia muito robótico.
Q3	O chatbot foi acolhedor durante a configuração inicial.
Q4	O chatbot parecia muito hostil.
Q5	O chatbot explicou bem seu escopo e propósito.
Q6	O chatbot não deu nenhuma indicação quanto à sua finalidade.
Q7	O chatbot era fácil de navegar.
Q8	O chatbot foi muito fácil de usar.
Q9	O chatbot era muito complexo
Q10	O chatbot me entendeu bem.
Q11	O chatbot não conseguiu reconhecer muitas das minhas entradas.
Q12	As respostas do chatbot foram úteis, apropriadas e informativas.
Q13	As respostas do chatbot eram irrelevantes.
Q14	O chatbot lidou bem com quaisquer erros ou enganos.
Q15	O chatbot parecia incapaz de lidar com quaisquer erros.

Na Figura 2a referente à Personalidade e Engajamento, observa-se que, ao avaliarem a questão Q1, a tendência foi à opção "Neutro", escolhida por 43% do Ensino Médio e 54% da Graduação. Contudo, diante da afirmação de que "O chatbot parecia muito robótico"(Q2), nota-se uma divergência: enquanto 47% dos alunos do Ensino Médio concentraram suas respostas entre "Concordo" e "Concordo Totalmente", apenas 33% dos graduandos tiveram a mesma percepção. Esse comportamento sugere que o público universitário pode ser mais tolerante ou estar mais habituado a interações com IA. Já em relação à assertiva "O chatbot parecia muito hostil"(Q4), a rejeição foi expressiva, com 70% do Ensino Médio e 73% da Graduação marcando a opção "Discordo Totalmente", confirmando que o sistema mantém um tom adequado para ambos os níveis.

Quanto aos aspectos Usabilidade e Clareza (veja Figura 2b), os dados indicam uma avaliação mais favorável por parte dos universitários. Ao responderem à questão Q5, 47% dos graduandos avaliaram com "Concordo Totalmente", contra 30% dos estudantes do Ensino Médio. Essa tendência se repete na avaliação de que "O chatbot foi muito fácil de usar"(Q8), em que 73% dos alunos da Graduação assinalaram "Concordo Totalmente", superando os 61% observados no Ensino Médio. Em contrapartida, a afirmação de que "O chatbot era muito complexo"(Q9) foi amplamente rejeitada, com 73% dos graduandos marcando "Discordo Totalmente", o que valida a interface amigável do chatbot, embora o público escolar tenha demonstrado uma leve dispersão nas respostas negativas.

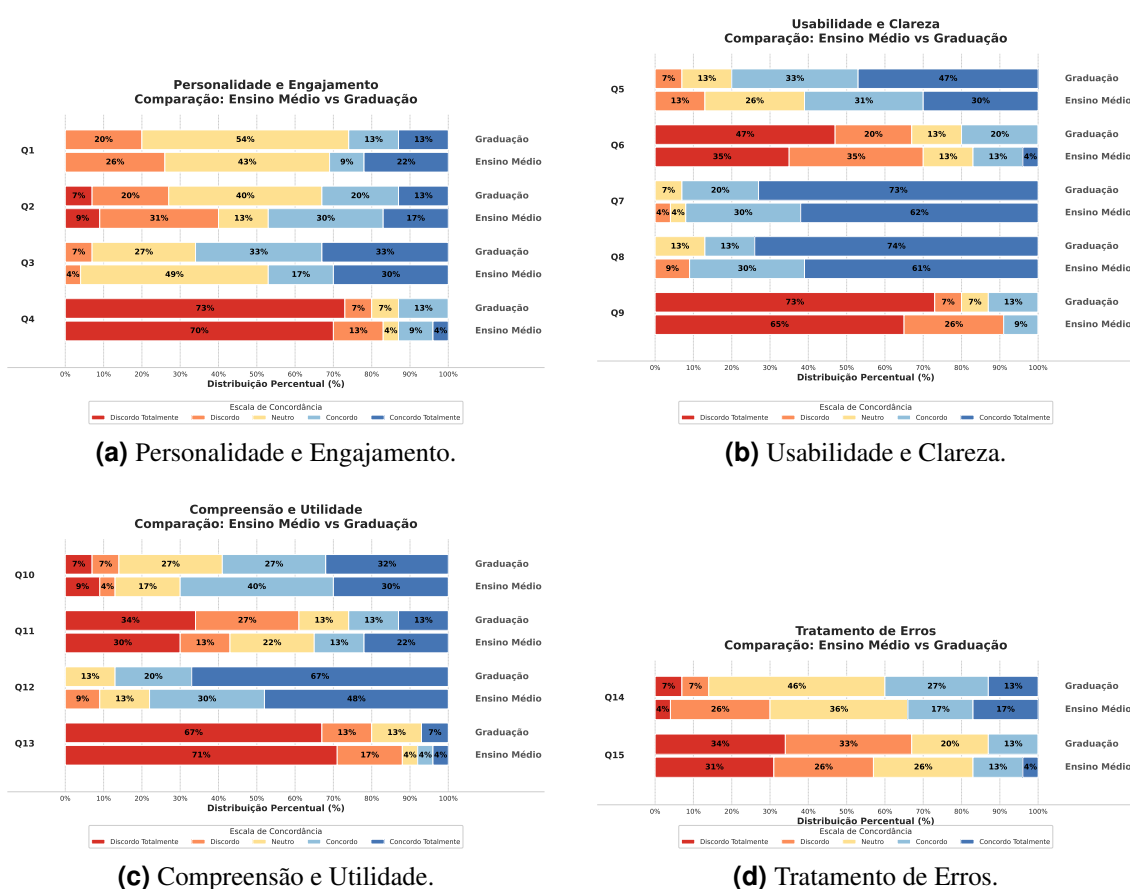


Figura 2. Resultados referentes à pesquisa com alunos do Ensino Médio e da Graduação.

Em relação à Figura 2c, sobre Compreensão e Utilidade, os resultados indicam que a Graduação avaliou mais positivamente a utilidade, adequação e informatividade das respostas do chatbot (Q12), com 67% de concordância total, contra 48% no Ensino Médio. Já no item sobre dificuldades de reconhecimento das entradas pelo chatbot (Q11), os alunos do Ensino Médio relataram mais problemas, sugerindo possíveis ruídos na comunicação com a ferramenta.

Quanto à Figura 2d, referente ao Tratamento de Erros, os dados apontam maior incerteza, com predominância de respostas neutras quando os participantes avaliaram se o chatbot lidou bem com erros ou enganos (Q14). Apesar disso, a maioria não considerou o chatbot incapaz de lidar com erros (Q15), especialmente na Graduação. No Ensino Médio, porém, as respostas foram mais divididas, reforçando a necessidade de aprimorar o reconhecimento de entradas e o suporte diante de erros.

Os resultados do CUQ indicam que o chatbot é uma ferramenta educacional funcional, não hostil e tecnicamente viável para diferentes níveis de ensino. Entretanto, a experiência dos usuários variou conforme a escolaridade: estudantes da Graduação apresentaram maior facilidade de navegação, melhor compreensão do escopo e maior satisfação com as respostas, enquanto alunos do Ensino Médio demonstraram mais dificuldades de interação, percebendo o sistema como mais robótico e enfrentando barreiras no reconhecimento de entradas.

Essa diferença sugere que futuras versões devem priorizar melhorias no tratamento de erros e na adaptação da linguagem, especialmente para o público secundarista. Assim, embora o chatbot já apresente maturidade suficiente para aplicação no Ensino Superior, sua interface comunicativa pode ser aprimorada para atender melhor às expectativas e ao nível de proficiência digital dos estudantes do Ensino Médio.

5. Conclusão e Direções Futuras

Este trabalho buscou apresentar a plataforma LogiBots.Ai, como ferramenta de apoio aos professores para ensino e avaliação de lógica de programação, de gestão para coordenadores de curso, apoiando a tomada de decisões pedagógicas, visando maior engajamento de estudantes e diversidade nas estratégias didáticas para acompanhamento preciso de desempenho e comportamento do estudante. Esta solução foi avaliada por meio do método CUQ junto a duas turmas, cada uma formada por trinta alunos, do Ensino Médio, por meio do programa Pronatec e da Graduação de uma universidade pública federal.

Como trabalhos futuros que poderão derivar deste estudo, destacam-se: (i) aprimoramento do tratamento de erros, identificado como o ponto de maior incerteza geral na avaliação. Melhorar a capacidade do chatbot de lidar com erros e enganos é uma prioridade para futuras iterações; (ii) adaptação da linguagem para maior naturalidade, de modo a implementar e avaliar diferentes tipos de RAGs (*Retrieval-Augmented Generation*), tais como o RAG convencional, RAG agente e RAG com memória, para garantir o uso de uma linguagem mais natural e reduzir a percepção de que o chatbot é robótico; (iii) implementar módulo de recomendação de conteúdo adaptativo tanto individualmente para o aluno, quanto coletivamente para a turma, de modo a fazer uso de técnicas de *Deep Learning* e *LLMs*; (iv) avaliar o impacto real da plataforma na melhoria do ensino de lógica em diferentes instituições do Ensino Médio e superior, visando ter uma maior margem de confiança na aceitação da ferramenta.

6. Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

No presente estudo, foram utilizadas tecnologias de Inteligência Artificial como ferramentas de apoio à revisão da escrita original dos autores, com o objetivo de corrigir erros pontuais e aprimorar a padronização do trabalho.

Referências

- [Bubnic et al. 2024] Bubnic, B., Mernik, M., and Kosar, T. (2024). Exploring the predictive potential of complex problem-solving in computing education: A case study in the introductory programming course. *Mathematics*, 12(11):1655.
- [Chuang and Wang 2025] Chuang, Y.-T. and Wang, H.-T. (2025). A chatgpt-based dynamic assessment chatbot. *Journal of Computer Languages*, page 101366.
- [ESTRELA 2023] ESTRELA, I. R. B. (2023). Ferramenta cosmobot: Um chatbot de apoio a alunos em avaliações de algoritmos.
- [Groothuijsen et al. 2024] Groothuijsen, S., van den Beemt, A., Remmers, J. C., and van Meeuwen, L. W. (2024). Ai chatbots in programming education: Students use in a scientific computing course and consequences for learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7:100290.
- [Holmes et al. 2019] Holmes, S., Moorhead, A., Bond, R., Zheng, H., Coates, V., and McTear, M. (2019). Usability testing of a healthcare chatbot: Can we use conventional methods to assess conversational user interfaces? In *Proceedings of the 31st European conference on cognitive ergonomics*, pages 207–214.
- [Labadze et al. 2023] Labadze, L., Grigolia, M., and Machaidze, L. (2023). Role of ai chatbots in education: systematic literature review. *International journal of Educational Technology in Higher education*, 20(1):56.
- [Martinez-Araneda et al. 2024] Martinez-Araneda, C., Gutiérrez, M., Maldonado, D., Gómez, P., Segura, A., and Vidal-Castro, C. (2024). Designing a chatbot to support problem-solving in a programming course. In *INTED2024 Proceedings*, pages 966–975. IATED.
- [Okonkwo and Ade-Ibijola 2021] Okonkwo, C. W. and Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2:100033.
- [Palahan 2025] Palahan, S. (2025). Pythonpal: Enhancing online programming education through chatbot-driven personalized feedback. *IEEE Transactions on Learning Technologies*.
- [Stupina and Paniotova 2023] 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.
- [Wan-Ru and Kai-Yi 2025] Wan-Ru, H. and Kai-Yi, C. (2025). Study on the impact of ai-based adaptive learning chatbots on programming education effectiveness. In *2025 IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan (ICCE-Taiwan)*, pages 697–698. IEEE.

- [Wang et al. 2024] Wang, J. Y., Wang, W. Y., and Liang, J. C. (2024). Designing an educational chatbot for enhanced learning in programming courses. In *2024 12th International Conference on Information and Education Technology (ICIET)*, pages 237–242. IEEE.