

Qual eu prefiro usar? Um estudo comparativo entre plataformas de robótica educacional

Cristiana Pedrosa¹, Jeniffer Macena^{1,2}, Fernanda Pires¹, Marcela Pessoa¹

¹Universidade do Estado do Amazonas - Escola Superior de Tecnologia (UEA/EST)
ThinkTEd Lab - Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em tecnologias emergentes

²Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI)
Instituto de Computação – Universidade Federal do Amazonas (IComp-UFAM)

{cdnp.lic23, fpires, mspessoa}@uea.edu.br, jeniffer.souza@icomp.ufam.edu.br

Abstract. *Due to the challenges in learning programming and the high dropout rates in computer science courses, visual programming languages integrated with educational robotics have been adopted to make abstract concepts more accessible, promoting greater student engagement and motivation through an enhanced user experience. This study evaluates the usability of the Tinkercad and PictoBlox platforms in a programming course with a robotics module. Participants were introduced to the fundamentals of robotics and applied their programming skills in this context. Preliminary results suggest that PictoBlox offers superior usability compared to Tinkercad.*

Resumo. *Devido aos desafios no aprendizado de programação e às elevadas taxas de evasão nos cursos de computação, linguagens visuais integradas à robótica educacional têm sido adotadas para tornar conceitos abstratos mais acessíveis, promovendo maior engajamento e motivação entre os estudantes por meio de uma experiência aprimorada. Este estudo avalia a usabilidade das plataformas Tinkercad e PictoBlox em um curso de programação com módulo de robótica. Os participantes foram introduzidos aos fundamentos da robótica e aplicaram suas habilidades de programação nesse contexto. Resultados preliminares sugerem que o PictoBlox oferece uma usabilidade superior em relação ao Tinkercad.*

1. Introdução

A evasão em cursos de computação tem sido um desafio, sobretudo em um cenário de alta demanda por profissionais de Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). Entre 2021 e 2025, estima-se uma demanda de 797 mil profissionais de TIC no Brasil, enquanto apenas 53 mil formandos são esperados anualmente, resultando em um déficit anual de aproximadamente 106 mil profissionais [Brasscom 2021, for Startups 2024]. Esse cenário destaca uma lacuna crítica na formação de profissionais qualificados, são apontados como motivos as dificuldades enfrentadas pelos estudantes, particularmente na aprendizagem de conceitos de programação, como raciocínio lógico, o que impacta sua motivação [Robins 2019].

Estudiosos têm investigado o uso de ferramentas que podem simplificar a introdução à programação, como linguagens visuais (Logo, Scratch, Blockly, Alice), em

alguns casos estas têm se mostrado eficazes [e Ana Paula Ferreira 2022] por sua proposta visual que permite o uso de um pensamento mais concreto, auxiliando na abstração de temas complexos.

Além disso, a robótica educacional surge como uma solução complementar, permitindo a concretização de conceitos abstratos através de experiências interativas, o que facilita a compreensão e aplicação prática de conceitos complexos [Zhang et al. 2024]. O uso de robôs pode estimular a criatividade, o pensamento crítico e o processo de resolução de problemas [Alam 2022], promovendo também aprendizado ativo e reforçando conceitos matemáticos e científicos [Santos et al. 2024]

Este é um estudo preliminar, uma das fases de levantamento de requisitos, sobre usabilidade e experiência do usuário em duas plataformas de programação em blocos Tinkercad e Pictoblox. O objetivo é verificar como usuários de nível superior, avaliam a interação com as duas interfaces de programação em blocos com Robótica Educacional e assim coletar dados sobre interação que podem ser incorporados ao trabalho em andamento, a criação de uma plataforma gamificada para a aprendizagem de programação com robótica educacional.

Na Seção 2 serão apresentados a fundamentação teórica e os trabalhos relacionados, já na Seção 3, a metodologia, na Seção 4, os resultados e discussões. Por fim, a Seção 5 exibe as considerações finais deste trabalho.

2. Fundamentação teórica e trabalhos relacionados

A robótica educacional consolidou-se como uma ferramenta didática para auxiliar na aprendizagem de conceitos complexos de maneira prática e interdisciplinar, especialmente em áreas STEAM [Zhang et al. 2024, Santos et al. 2024]. Essa prática não só pode facilitar a compreensão dos conceitos, mas também pode desenvolver promover o desenvolvimento de habilidades como comunicação e criatividade. Para que as pessoas se sintam motivadas a usar determinados produtos a sua experiência é fundamental, para isso a usabilidade das plataformas que promovem a aprendizagem de programação através da robótica devem ter uma interface adequadamente elaborada pode aumentar de forma significativa o engajamento e a retenção de conteúdo por parte dos estudantes [Widyanto et al. 2023].

O uso de plataformas educacionais como Tinkercad e Pictoblox vem sendo explorado no desenvolvimento de ambientes voltados à aprendizagem de programação e robótica educacional. Na Figura 1a, está o Pictoblox que é uma plataforma de programação visual baseada em blocos, ideal para introduzir crianças e iniciantes à codificação, inteligência artificial e robótica, permitindo criar animações, jogos e projetos interativos de forma intuitiva. Já na Figura 1b, está o Tinkercad, uma ferramenta online usada para design 3D, eletrônica e simulação de circuitos, amplamente utilizada em educação para auxiliar com conceitos de eletrônica e design, facilitando a criação de protótipos digitais e físicos, como projetos de impressão 3D e circuitos elétricos.

Pesquisas [Alves et al. 2022, de Lima Sobreira et al. 2020, Erdogan et al. 2023], tem avaliado a usabilidade de plataformas como Be a Maker, Snap4Arduino, App Inventor e Unibotics, utilizando metodologias como a *System Usability Scale* (SUS) e *Cognitive Walkthrough*. O SUS, do ponto de vista de IHC, oferece uma avaliação rápida e

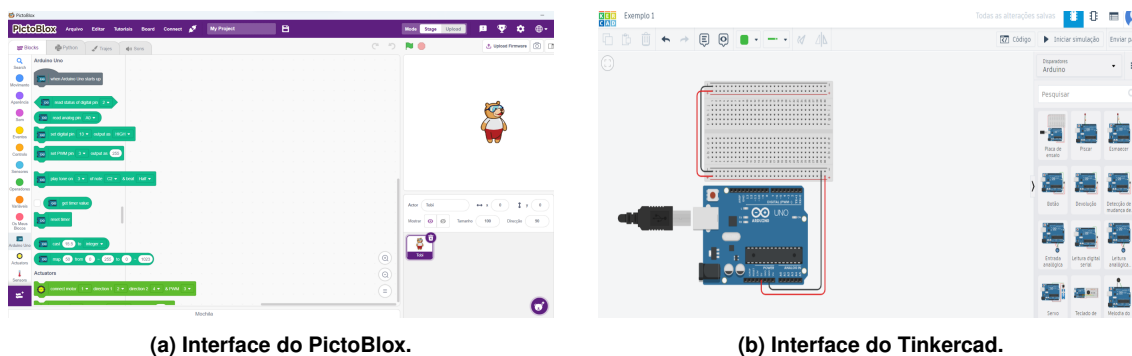


Figure 1. Plataformas utilizadas no estudo.

quantitativa, que é essencial para iterar designs de interface com base na percepção geral dos usuários, enquanto o *Cognitive Walkthrough* examina detalhadamente a interação do usuário com a interface, focando em como as tarefas são compreendidas e executadas, o que ajuda na identificação de barreiras cognitivas durante o processo de aprendizado [Schmidt and Huang 2022].

Este trabalho se diferencia ao combinar o SUS com um formulário comparativo autoral, oferecendo uma análise mais detalhada da usabilidade das plataformas Tinkercad e PictoBlox, especialmente na integração de conceitos de robótica. Exercícios planejados foram utilizados para avaliar como a interação dos estudantes com as interfaces influencia no aprendizado, oferecendo uma perspectiva mais precisa sobre a eficácia dessas ferramentas educacionais.

3. Metodologia

Nesta seção, descreve-se a metodologia inicialmente adotada para avaliar a usabilidade das plataformas Tinkercad¹ e PictoBlox² durante aulas de robótica para estudantes dos cursos de computação da Universidade do Estado do Amazonas.

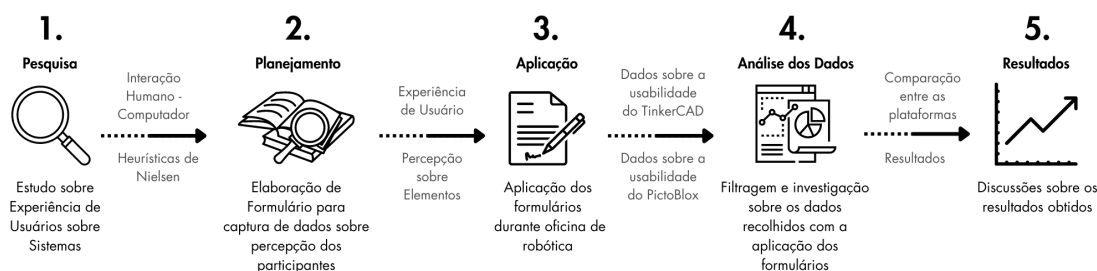


Figure 2. Diagrama do Processo de Pesquisa Comparativa entre Plataformas.

Essa é uma pesquisa de caráter quali-quantitativa [Creswell 1994] em que se conta com múltiplas fontes de dados para avaliar a usabilidade de dois ambientes de programação em blocos bem como a experiência dos usuários, de nível superior de cursos de computação. Esta investigação será descrita a partir de três fontes de dados:

¹Disponível em: <https://www.tinkercad.com/>

²Disponível em: <https://thetempedia.com/product/pictoblox/>

- i) A observação participante realizada pela pessoa autora durante as interações dos estudantes que ocorreram durante aulas, no contexto de um curso de extensão;
- ii) Dados numéricos e qualitativos obtidos a partir do SUS e de formulário autoral oriundos das avaliações realizadas pelos estudantes sobre as duas plataformas;
- iii) Avaliação documental realizada a partir da avaliação dos exercícios resolvidos pelos estudantes.

O diagrama do processo de pesquisa, representado na Figura 2, ilustra as etapas principais do estudo, desde a pesquisa inicial até a análise final dos dados. O estudo começou com uma reunião entre os orientadores e os pesquisadores, onde foi identificado que a coleta dos dados desejados para o desenvolvimento da plataforma de robótica poderia ser viabilizado através do *System Usability Scale*. No entanto, ficou evidente que alguns aspectos adicionais dessa ferramenta precisariam ser abordados para captar informações mais específicas como ao comparar funcionalidades e processo criativo para resolver desafios de robótica utilizando programação em blocos.

A partir disso, optou-se pela criação de um formulário comparativo autoral³ no qual incluiu a disponibilização de um Termo de Consentimento Livre, garantindo a confidencialidade ética da participação dos estudantes. O formulário conteve 14 questões objetivas nas quais os participantes escolheram entre as opções “Tinkercad”, “PictoBlox”, “Ambos” ou “Nenhum”, complementando os dados que o SUS não abordava. Enquanto o SUS foca predominantemente em aspectos técnicos e funcionais da usabilidade, a área de *User Experience* (UX) considera aspectos qualitativos da interação do usuário, como satisfação, frustração, sensação de realização e nível de confiança. Esses aspectos são essenciais para uma compreensão ampla da experiência do usuário, mas não são contemplados explicitamente pelo SUS, que se baseia nas heurísticas de Nielsen.

Em seguida, foi realizado um curso de robótica voltado para estudantes dos cursos de Licenciatura em Computação, Sistemas de Informação e Engenharia da Computação, nos primeiros períodos de suas graduações, onde participaram de uma série de exercícios propostos⁴ pelos pesquisadores, com o objetivo de explorar as funcionalidades das plataformas e solucionar desafios estabelecidos.

Após a realização dessas atividades práticas, foi solicitado aos estudantes que preenchessem um formulário comparativo, que teve a finalidade de avaliar suas experiências com as duas plataformas utilizadas no decorrer do curso, oferecendo dados sobre a interface e como se sentiam ao realizar os desafios em ambas as plataformas.

Por fim, a etapa de análise dos dados consistiu na coleta e estudo das informações adquiridas durante as aulas, por meio da observação dos erros e acertos dos participantes, bem como pela aplicação dos formulários após a realização dos desafios propostos pelos pesquisadores. Esta fase envolveu o uso do ambiente de programação Visual Studio Code, utilizando a linguagem Python, além da distribuição de código aberto Anaconda e das bibliotecas Matplotlib e Pandas para a geração de gráficos com os resultados obtidos.

³Formulário disponível em: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1GhKi5ZtxXG3cM5-5J-hUqi78A_Rkeazs/edit?usp=sharing&oid=115592550598505301922&rtpof=true&sd=true

⁴Plano de aula disponível em: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1EnXA4aREgwpCUPKWN6jhl0-OPdWa2vXODOOncrddDBg/edit?usp=sharing>

4. Resultados Preliminares e Discussão

Nesta seção, são apresentados os resultados preliminares obtidos a partir dos formulários de usabilidade e das percepções dos participantes após as aulas de Robótica Educacional. Os dados coletados indicam as percepções dos estudantes sobre as plataformas Tinkercad e PictoBlox, e a possível eficiência dessas ferramentas no contexto educacional.

4.1. Resultados SUS

Nesta seção, apresentam-se os resultados do questionário SUS aplicado nas plataformas Tinkercad e PictoBlox. O formulário, composto por 10 itens, avalia diferentes aspectos da usabilidade das plataformas, com respostas coletadas em uma escala Likert de 1 a 5, onde 1 significa “discordo totalmente” e 5 “concordo totalmente”.

4.1.1. Tinkercad

O gráfico representado na Figura 3 apresenta a distribuição das respostas às perguntas relacionadas à experiência dos estudantes durante a utilização do Tinkercad na aula introdutória do módulo de Robótica. A plataforma foi considerada fácil de usar por 88,9% dos participantes, com 77,7% discordando que a plataforma é excessivamente complexa. Em relação à necessidade de assistência técnica, 55,5% dos estudantes indicaram que precisariam de ajuda especializada. Além disso, 88,9% dos participantes concordaram que as funcionalidades do Tinkercad estão bem integradas, e 88,9% também discordaram da existência de inconsistências na plataforma.

A maioria dos participantes (88,9%) acredita que outros usuários aprenderiam a utilizar o Tinkercad rapidamente, e 77,7% relataram sentir-se confiantes ao usar a plataforma, sem a necessidade de aprender muitas coisas novas previamente.

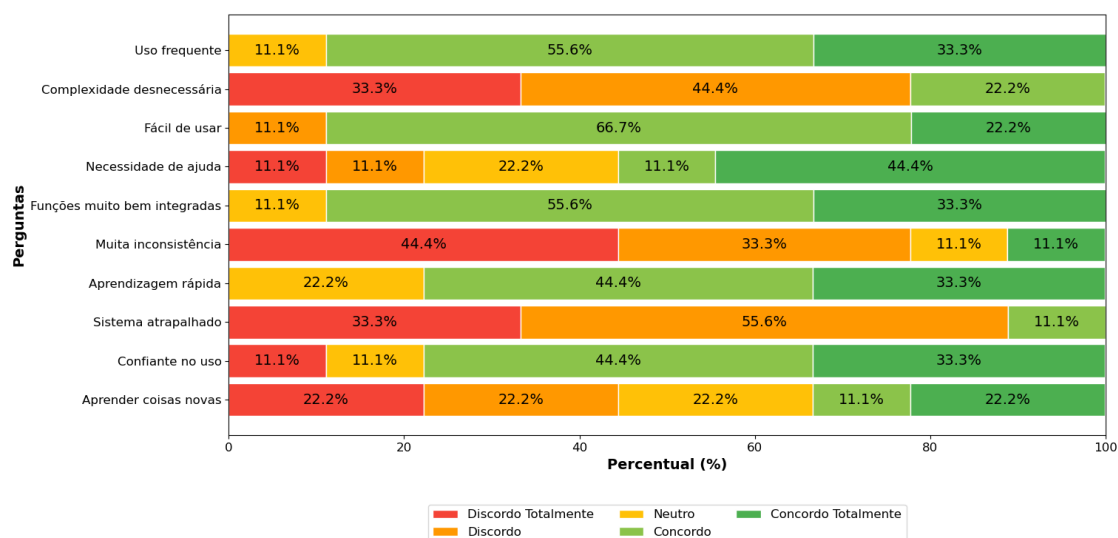


Figure 3. Resultados da Aplicação do Formulário SUS para o Tinkercad

4.1.2. PictoBlox

O gráfico representado na Figura 5 mostra a distribuição das respostas às perguntas sobre a experiência dos estudantes durante a utilização do PictoBlox na segunda aula do módulo

de Robótica. A plataforma foi considerada intuitiva por 88,9% dos estudantes, com 66,7% dos participantes avaliando positivamente sua facilidade de uso. No entanto, 44,4% dos estudantes indicaram que necessitariam de ajuda para utilizar o software de forma eficaz. Em termos de integração das funcionalidades, 88,9% dos participantes concordaram que as funcionalidades do PictoBlox estão bem integradas, e 66,7% discordaram que a plataforma apresenta inconsistências.

Além disso, 33,3% dos estudantes acreditam que outros usuários aprenderiam a utilizar o PictoBlox rapidamente, enquanto 77,7% relataram sentir-se confiantes ao utilizar a plataforma. Por fim, 55,5% dos estudantes indicaram que não precisaram aprender muitas coisas novas antes de começar a utilizar o PictoBlox, reforçando a ideia de que a plataforma é acessível mesmo para aqueles com pouca experiência prévia.

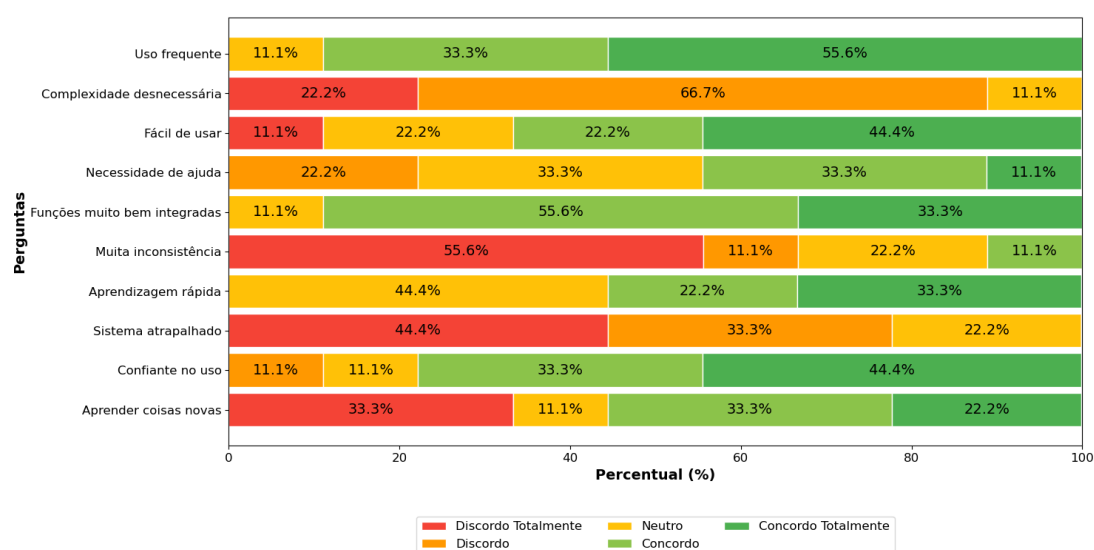


Figure 4. Resultados da Aplicação do Formulário SUS para o PictoBlox

4.2. Resultados do Formulário Autoral

Após a aplicação dos formulários de usabilidade no curso de programação, os resultados indicaram uma preferência clara pela plataforma PictoBlox em várias dimensões da experiência do usuário. PictoBlox foi preferido por 42,9% dos participantes em termos de engajamento e por 35,7% em termos de desafio. A satisfação ao completar projetos foi maior no PictoBlox, com 57,1% dos participantes escolhendo essa plataforma. A criatividade também foi destacada, com 46,2% dos estudantes optando pelo PictoBlox.

Em relação à motivação para aprender e explorar, 50,0% dos participantes relataram maior motivação ao usar o PictoBlox, e a mesma porcentagem sentiu-se mais à vontade para experimentar e cometer erros na plataforma. A capacidade de resolver problemas de forma independente foi superior no PictoBlox, com 50,0% dos participantes. A confiança nas habilidades de programação também foi maior no PictoBlox, com 42,9% dos participantes se sentindo mais confiantes.

PictoBlox foi escolhido por 53,8% dos participantes como a plataforma que mais inspirou a criar e compartilhar seus projetos. Finalmente, 50,0% dos participantes não

se sentiram frustrados em nenhuma das plataformas, sendo essa a maior porcentagem na dimensão de frustração.

A familiaridade com o layout do PictoBlox, similar ao Scratch, facilitou a adaptação dos estudantes, destacando-se como um diferencial importante. Em contraste, o Tinkercad foi percebido como mais complexo e limitado, impactando sua avaliação. Em resumo, enquanto o Tinkercad é uma ferramenta útil, o PictoBlox mostrou uma vantagem relevante em usabilidade, sendo preferido em várias dimensões da experiência do usuário.

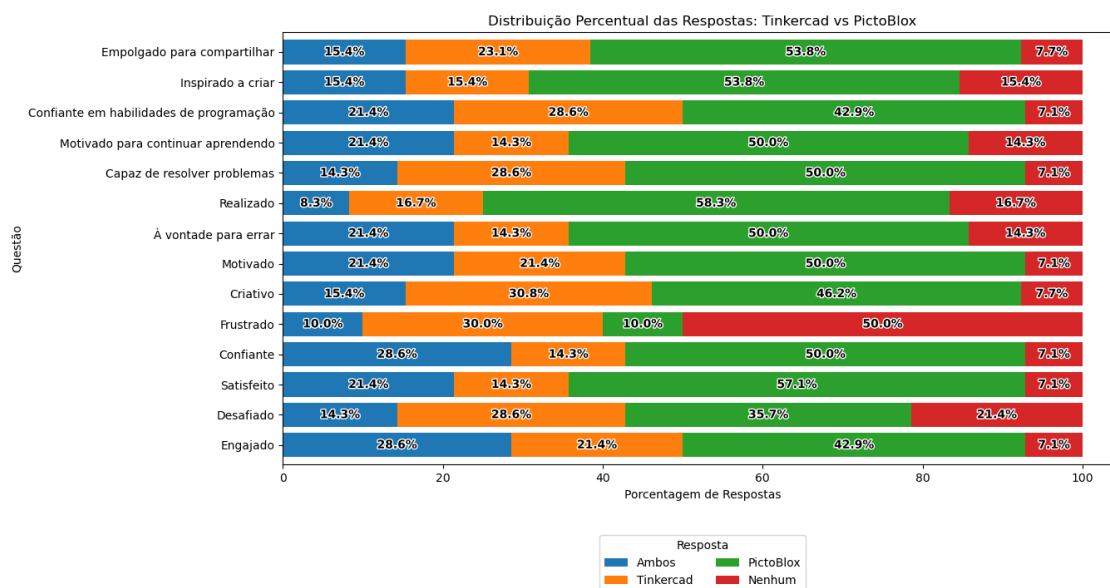


Figure 5. Resultados da Aplicação do Formulário Autoral

4.3. Discussão

Os resultados preliminares deste estudo revelaram uma preferência dos estudantes pela plataforma PictoBlox, especialmente devido à sua interface intuitiva e familiar, semelhante ao Scratch. Essa familiaridade facilitou o engajamento dos usuários, fator que é particularmente relevante para o desenvolvimento de uma plataforma gamificada de aprendizagem de programação. A simplicidade e a facilidade de uso são elementos fundamentais para garantir que uma plataforma educacional seja acessível e motivadora, permitindo que os estudantes se concentrem mais na aprendizagem do que na navegação pela interface.

Os dados do questionário de usabilidade e do formulário comparativo mostraram que o PictoBlox teve melhor desempenho em várias áreas, incluindo engajamento, criatividade e capacidade de resolução de problemas. A maior motivação relatada pelos usuários do PictoBlox, em comparação ao Tinkercad, destaca a importância de interfaces que incentivem a exploração e o aprendizado ativo, características essenciais para uma plataforma educacional eficaz. Esses resultados sugerem que uma interface bem projetada pode não apenas facilitar o aprendizado, mas também aumentar a satisfação e a confiança dos acadêmicos ao completar tarefas complexas.

Embora o Tinkercad tenha sido bem avaliado por suas funcionalidades integradas, ele foi percebido como mais complexo, o que pode ter limitado sua eficácia para alguns

usuários. Esse feedback complementa informações sobre a importância de criar uma plataforma que seja fácil de usar e ofereça suporte adequado, especialmente para iniciantes. A necessidade de assistência técnica mais frequente no Tinkercad indica que a acessibilidade deve ser um foco central no design da nova plataforma, garantindo que todos os usuários, independentemente de seu nível de experiência, possam usufruir de uma experiência de aprendizado fluida e concreta.

Esses dados preliminares sobre as interfaces de plataformas já existentes de robótica aliadas à programação em blocos contribuem para o desenvolvimento de uma plataforma gamificada para a aprendizagem de programação juntamente com a utilização da robótica educacional. Serão implementados os feedbacks ao projeto em andamento para que haja uma interface intuitiva, aliada a funcionalidades que promovam o engajamento e a experimentação por parte dos estudantes, com o intuito de promover uma experiência de aprendizagem significativa com base em heurísticas de design desenvolvidas por Nielsen.

5. Considerações Finais

Este artigo apresenta uma análise comparativa preliminar da usabilidade das plataformas Tinkercad e PictoBlox, escolhidas tanto pela familiaridade do PictoBlox com o Scratch, tanto pela diferença de utilização de arduinos físicos e arduinos digitalizados, a análise das plataformas utilizadas em aulas de robótica teve como foco a programação em blocos. A avaliação, realizada através de questionários SUS e um modelo adicional, revelou que ambas as plataformas oferecem usabilidade aceitável, com uma leve vantagem para o PictoBlox devido à sua interface intuitiva e familiaridade com o Scratch.

Os resultados iniciais indicam que a usabilidade desempenha um papel crucial na experiência do usuário, influenciando diretamente o engajamento e a motivação dos estudantes. A facilidade de uso do PictoBlox permitiu que os estudantes se concentrassem mais no aprendizado de conteúdo do que em dificuldades técnicas, destacando a importância de interfaces amigáveis em contextos educacionais.

Apesar das contribuições iniciais, o estudo continua em andamento e possui limitações, como a coleta de dados realizada fora do ambiente de aula, o que pode ter influenciado as respostas dos participantes. Para mitigar essa questão e aprimorar a validade dos resultados, futuras etapas incluirão a aplicação controlada de questionários e a utilização de *HeatMaps* e *Eye Tracking* para um estudo mais detalhado das interfaces. Além disso, planeja-se utilizar os dados obtidos para o desenvolvimento de uma nova plataforma de programação gamificada, voltada para a aprendizagem por meio da robótica educacional.

References

- Alam, A. (2022). Educational robotics and computer programming in early childhood education: A conceptual framework for assessing elementary school students' computational thinking for designing powerful educational scenarios. In *2022 International Conference on Smart Technologies and Systems for Next Generation Computing (IC-STSN)*, pages 1–7.

- Alves, L. F. D., Junior, A. d. d. O. C., and Rivera, J. A. (2022). Avaliação de usabilidade do aplicativo be a maker com alunos de licenciatura em computação. *Anais do Computer on the Beach*, 13:014–020.
- Brasscom (2021). Demanda de talentos em tic e estratégia tcem. <https://brasscom.org.br/pdfs/demanda-de-talentos-em-tic-e-estrategia-tcem/>. Accessed: 2024-03-04.
- Creswell, J. W. (1994). Research design: Qualitative and quantitative approach. *London: Publications*.
- de Lima Sobreira, P., Abijaude, J. W., Viana, H. D. G., Santiago, L. M. S., El Guemhioui, K., Wahab, O. A., and Greve, F. (2020). Usability evaluation of block programming tools in iot contexts for initial engineering courses. In *2020 IEEE world conference on engineering education (EDUNINE)*, pages 1–5. IEEE.
- e Ana Paula Ferreira, M. S. (2022). Linguagens visuais para o ensino de programação: uma revisão da literatura com foco em paradigmas de programação. *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)*, pages 18–28.
- Erdogan, R., Saglam, Z., Cetintav, G., and Yilmaz, F. G. K. (2023). Examination of the usability of tinkercad application in educational robotics teaching by eye tracking technique. *Smart Learning Environments*, 10(1).
- for Startups, G. (2024). Gap de talentos. Acessado em: 04 de março de 2024.
- Robins, A. V. (2019). 12 novice programmers and introductory programming. *The Cambridge handbook of computing education research*, pages 327–376.
- Santos, L. M. M., Paulino, O. F., and dos Santos, S. C. M. (2024). Contribuições da robótica educacional para o ensino:: Uma perspectiva bibliográfica. *Amazônica-Revista de Psicopedagogia, Psicologia escolar e Educação*, 17(1 jan-jun):63–86.
- Schmidt, M. and Huang, R. (2022). Defining learning experience design: Voices from the field of learning design & technology. *TechTrends*, 66(2):141–158.
- Widyanto, R. A., Avisenna, M. H., and Rahadyan, R. V. (2023). Usability e-learning system at university: A systematic literature. In *AIP Conference Proceedings*, volume 2706. AIP Publishing.
- Zhang, X., Chen, Y., Li, D., Hu, L., Hwang, G.-J., and Tu, Y.-F. (2024). Engaging young students in effective robotics education: An embodied learning-based computer programming approach. *Journal of Educational Computing Research*, 62(2):532–558.