

Jogos Sérios em Impressão 3D como Estratégia de Ensino para Fundamentos de Programação no Ensino Superior

Maria de Lourdes do Nascimento de Moraes, Karen da Silva Figueiredo Medeiros
Ribeiro

Instituto de Computação – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)
Cuiabá – MT – Brasil

maria.moraes11@sou.ufmt.br, karen@ic.ufmt.br

Abstract. *This study proposes the development of a physical serious game, produced through 3D printing, as an unplugged computing resource to support the learning of programming fundamentals. The research follows a five-step methodology encompassing a literature review, definition of pedagogical and computational requirements, design, 3D modeling, and pilot testing.*

Resumo. *Este trabalho propõe o desenvolvimento de um jogo sério físico, produzido por meio de impressão 3D, como recurso de computação desplugada para apoiar a aprendizagem de fundamentos de programação. A pesquisa segue uma metodologia em cinco etapas, envolvendo revisão bibliográfica, definição de requisitos, design, modelagem e testes piloto.*

1. Introdução

O ensino de programação e seus fundamentos é um dos principais desafios enfrentados nos cursos de Computação e áreas correlatas. Muitos estudantes ingressam sem experiência prévia em lógica e algoritmos, o que gera dificuldades na compreensão de conceitos básicos relacionados a estruturas de controle e repetição e abstração computacional. Diante desse cenário, torna-se necessário buscar alternativas pedagógicas que promovam maior engajamento e facilitem o aprendizado.

Entre essas alternativas, destacam-se os jogos sérios (do inglês, *serious games*), que integram objetivos educacionais a elementos lúdicos, proporcionando experiências de aprendizagem mais dinâmicas e colaborativas [Wünsche *et al.* 2025]. Da mesma forma, a computação desplugada (do inglês, *unplugged computing*) tem sido aplicada com sucesso para tornar conceitos abstratos mais acessíveis, utilizando recursos físicos, tais como cartazes e *post-its*, em vez de computadores [Huang e Looi 2020].

Diante deste cenário, esta pesquisa tem como objetivo propor o desenvolvimento de um jogo de tabuleiro físico, produzido com impressão 3D, como recurso estratégico para apoiar o ensino de fundamentos de programação no ensino superior. Ao propor o desenvolvimento de um jogo sério físico [Lee *et al.*, 2020] produzido com impressão 3D, esta pesquisa visa contribuir para expandir o repertório de ferramentas educacionais de computação desplugada para além do papel, oferecendo uma alternativa inovadora e inclusiva para o ensino de programação [Mozgovoy e Purgina 2022].

Por se tratar de uma pesquisa em desenvolvimento, o foco deste artigo é discutir os principais conceitos relacionados à proposta (Seção 2) e investigar alguns trabalhos relacionados (Seção 3) a fim de sedimentar a viabilidade do projeto. Por fim, são apresentadas a metodologia traçada para a pesquisa (Seção 4) e as conclusões e trabalhos futuros esperados (Seção 5).

2. Fundamentação Teórica

Jogos sérios são jogos projetados para objetivos sérios, como capacitação corporativa, saúde e educação, mantendo elementos de entretenimento para engajar os participantes [Fadel e Stofella 2020]. Diferem dos jogos tradicionais porque seu foco principal não é apenas divertir, mas também promover aprendizagem, treinamento ou desenvolvimento de habilidades específicas. Eles podem ser físicos/analógicos ou digitais e são utilizados em ambientes formais e informais de ensino [De Mello Rezende e Soares 2023; Fadel e Stofella 2020]. Estudos recentes têm investigado o uso de jogos sérios no ensino de programação, apontando benefícios como o aumento do engajamento e motivação dos estudantes, o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, a compreensão de conteúdos complexos e o estímulo à colaboração entre estudantes [Wünsche et al. 2025; De Classe e De Castro 2020; Rosa *et al.* 2020].

Por sua vez, a **computação desplugada** é uma abordagem de ensino que utiliza atividades lúdicas e concretas, baseadas em materiais produzidos em maioria com papel, sem o uso de computadores, para ensinar conceitos fundamentais da computação e do pensamento computacional [Bell *et al.* 1998]. Com a evolução da proposta original, a computação desplugada se tornou uma metodologia que foi amplamente adotada e adaptada no Brasil e no mundo para o ensino de diversos conteúdos de programação e da área de computação [França *et al.* 2024], nos mais diversos contextos [Silva *et al.* 2020]. Revisões críticas, como a de Huang e Looi (2020) e Sassi *et al.* (2021), reforçam a eficácia dessa abordagem em diferentes níveis de ensino.

Como um recurso educacional mais recente, a **impressão 3D** amplia a inclusão, o engajamento e a compreensão de conceitos complexos no ensino, especialmente ao transformar conteúdos abstratos em experiências táteis concretas e acessíveis para estudantes [Ford e Minshall 2019; Basniak e Liziero 2017]. No contexto específico de **jogos físicos/analógicos**, Lee *et al.* (2020) demonstraram o potencial desses recursos na introdução de conceitos de codificação e pensamento computacional. Mozgovoy e Purgina (2022) relacionaram mecânicas de jogos físicos a exercícios de programação, evidenciando a relevância dessa conexão. Além disso, a integração com tecnologias de fabricação digital, como a impressão 3D, abre novas possibilidades para a personalização e acessibilidade de materiais didáticos [Chytas *et al.* 2019]. Desta forma, acreditamos que a criação de um jogo sério físico/analógico em impressão 3D é uma estratégia educacional viável para o ensino de fundamentos de programação no ensino superior, uma vez que pode unir os benefícios da aprendizagem ativa proporcionada pelos jogos sérios à concretude e acessibilidade das atividades desplugadas.

3. Trabalhos Relacionados

Apesar da impressão 3D ter se popularizado a partir de meados da década de 2010, quando se tornaram mais acessíveis para o mercado doméstico, com preços mais baixos

e designs de escritório, sem realizar uma revisão profunda e sistematizada é possível encontrar poucos os trabalhos que exploram o potencial das impressões 3D para o ensino de computação.

O trabalho de Riel & Romeike (2021) teve como ideia central usar a noção de *turtle graphics* em dimensões 3D, de modo a conectar programação, geometria e impressão 3D. O objetivo do trabalho foi oferecer uma abordagem mais intuitiva e criativa para iniciantes em programação, permitindo que eles originalmente “desenhem” em 3D por meio de comandos de movimento da “*turtle*” e depois imprimam fisicamente os artefatos gerados. Segundo Riel & Romeike (2021), a impressão 3D no ensino de programação permite que estudantes visualizem e materializem o código, tornando conceitos abstratos mais concretos e compreensíveis. Os autores destacam que imprimir os artefatos criados aumenta o engajamento, estimula a criatividade e fortalece a compreensão de relações espaciais e geométricas associadas à programação. Além disso, o processo de transformar código em objeto físico reforça o vínculo entre pensamento computacional e construção tangível, promovendo a motivação.

Em [Hamidi *et al.* 2017], os autores descrevem um programa educacional prático para estudantes do ensino médio, com a meta de introduzir conceitos de engenharia eletromecânica e ciência da computação por meio de oficinas envolvendo robótica e impressão 3D. O estudo demonstra que ambientes *maker* de robótica + impressão 3D podem servir como veículos eficazes para introduzir disciplinas de engenharia e computação no ensino médio, engajando estudantes e ajudando-os a desenvolver familiaridade com temas técnicos, além de tornar mais acessível o aprendizado para jovens com pouco ou nenhum *background* técnico.

O artigo de Papazafiropulos *et al.* (2016) teve como objetivo desenvolver uma metodologia para criar modelos táteis de estruturas de dados, especificamente *arrays*, utilizando impressão 3D, de modo a facilitar o entendimento de conceitos fundamentais de computação por estudantes com deficiência visual. Em seus achados, a impressão 3D facilitou o aprendizado de estudantes com deficiência visual, ajudando na compreensão de algoritmos e estruturas de dados de forma mais interativa e concreta, tornando o ensino de computação mais acessível e inclusivo.

A partir destes trabalhos, é possível perceber que há espaço para o desenvolvimento de jogos em impressão 3D para o ensino de programação com benefícios para estudantes de diferentes níveis, fomentando ainda a inclusão.

4. Metodologia

Considerando o exposto, para a realização desta pesquisa uma metodologia de cinco etapas é proposta:

1. Revisão bibliográfica sistematizada em bases acadêmicas (ACM Digital Library, IEEE Xplore, Scopus), visando identificar experiências de uso de jogos sérios, atividades desplugadas e impressão 3D no ensino de programação (Em desenvolvimento).
2. Definição de requisitos pedagógicos e computacionais do jogo, considerando os conceitos de programação básica e o perfil dos estudantes (Em desenvolvimento).

3. Design do protótipo, incluindo regras, mecânicas, peças e layout visual, utilizando ferramentas como Tinkercad e Figma.
4. Modelagem e produção do jogo por meio de software de design 3D Blender e impressão 3D, garantindo qualidade e acessibilidade.
5. Testes piloto com estudantes de graduação, avaliando a jogabilidade, clareza das regras e potencial pedagógico, com base em observações e questionários.

Os resultados desses testes subsidiarão ajustes na mecânica e no design do jogo, conduzindo à versão final do produto. Ressalta-se que este é um trabalho de pesquisa de Iniciação Científica, com 12 meses de duração, dos quais foi concluído apenas o 1º mês.

5. Conclusão e Trabalhos Futuros

Os resultados teóricos e conceituais discutidos ao longo deste trabalho apontam para a viabilidade e relevância de integrar impressão 3D, jogos sérios e computação desplugada no ensino de fundamentos de programação. Como trabalho em andamento, esta pesquisa encontra-se atualmente na fase de levantamento bibliográfico e definição dos requisitos pedagógicos e computacionais do jogo. A etapa seguinte consistirá na elaboração e modelagem do protótipo, incluindo o design das peças e regras do jogo, seguido da impressão 3D e dos testes piloto com estudantes de graduação. Essa fase experimental permitirá avaliar não apenas a clareza e a jogabilidade do recurso, mas também seu impacto sobre a motivação e a aprendizagem dos participantes em comparação com abordagens tradicionais.

Referências

- Basniak, M. e Liziero, A. (2017) “A Impressora 3D e Novas Perspectivas para o Ensino: Possibilidades Permeadas pelo Uso de Materiais Concretos”, *Revista Observatório*, v. 3, p. 445–466.
<https://doi.org/10.20873/UFT.2447-4266.2017V3N4P445>
- Bell, T. *et al.* (1998) *Computer Science Unplugged: Off-line Activities and Games for All Ages*. Christchurch, New Zealand: University of Canterbury.
- Chytas, C. *et al.* (2019) “Exploring Computational Thinking Skills in 3D Printing: A Data Analysis of an Online Makerspace”, In: *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON 2019)*, Dubai. Dubai: IEEE, 2019. p. 1173–1179.
<https://doi.org/10.1109/EDUCON.2019.8725202>
- De Classe, T. e De Castro, R. (2020) “Ludificando os Fundamentos de Computação Através de Aprendizagem Ativa”, In: *Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2020)*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020.
<https://doi.org/10.5753/wei.2020.11141>
- De Mello Rezende, F. e Soares, M. (2023) “Articulação Teórica entre os Atributos do Jogo para a Aprendizagem e a Classificação do Jogo em Roger Caillois: Possibilidades para o Ensino de Química”, *Ensino & Multidisciplinaridade*.
<https://doi.org/10.18764/2447-5777v9n1.2023.10>
- Fadel, L. e Stofella, A. (2020) “A Representação Gráfica de Modelos Conceituais de Jogos Sérios | Graphic Representation of Conceptual Model of Serious Games”, *InfoDesign – Revista Brasileira de Design da Informação*.

<https://doi.org/10.51358/ID.V17I3.840>

- Ford, S. e Minshall, T. H. W. (2019) “Where and How 3D Printing Is Used in Teaching and Education”, Elsevier. <https://doi.org/10.17863/CAM.35360>
- França, E. L. *et al.* (2024) “Computação Desplugada e IA: Novas Abordagens para a Educação Contemporânea”, In: *Workshop de Informática na Escola (WIE 2024)*, 30th, Rio de Janeiro/RJ. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2024. p. 461–472. <https://doi.org/10.5753/wie.2024.242646>
- Hamidi, F. *et al.* (2017) “Using Robotics and 3D Printing to Introduce Youth to Computer Science and Electromechanical Engineering”, In: *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '17)*, Denver, Colorado, USA. New York: Association for Computing Machinery, 2017. p. 942–950. <https://doi.org/10.1145/3027063.3053346>
- Huang, W. e Looi, C. K. (2020) “A Critical Review of Literature on ‘Unplugged’ Pedagogies in K-12 Computer Science and Computational Thinking Education”, *Computer Science Education*, v. 31, n. 1, p. 83–111. <https://doi.org/10.1080/08993408.2020.1789411>
- Lee, V. R. *et al.* (2020) “Introducing Coding Through Tabletop Board Games and Their Digital Instantiations Across Elementary Classrooms and School Libraries”, In: *ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '20)*, 51st. New York: Association for Computing Machinery, 2020. p. 787–793. <https://doi.org/10.1145/3328778.3366917>
- Mozgovoy, M. e Purgina, M. (2022) “Designing Programming Exercises from Board Games”, arXiv preprint. <https://arxiv.org/abs/2208.00823>
- Papazafiropulos, N. *et al.* (2016) “Haptic Models of Arrays Through 3D Printing for Computer Science Education”, In: *International Conference on Computers Helping People with Special Needs (ICCHP 2016)*. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 491–498.
- Rosa, A. *et al.* (2020) “Iron Ears: Primeiras Impressões de um Jogo Educativo para Ensino de Estrutura de Dados Lineares”, In: *Workshop sobre Educação em Computação (WEI 2020)*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. <https://doi.org/10.5753/wei.2020.11124>
- Sassi, S. B. *et al.* (2021) “Revisão Sistemática de Estudos sobre Computação Desplugada na Educação Básica e Superior de 2014 a 2020: Tendências no Campo”, *Revista Contexto & Educação*, v. 36, n. 114, p. 10–30, 2021.
- Silva, D. *et al.* (2020) “Educação 4.0: Um Estudo de Caso com Atividades de Computação Desplugada na Amazônia Brasileira”, In: *Computer on the Beach (COTB 2020)*, XI. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2020. p. 141–147. <https://doi.org/10.14210/cotb.v11n1.p141-147>
- Wünsche, B. C. *et al.* (2025) “Leveling Up Learning: Serious Games for Computing Education – Long-Term Opportunities and Risks”, In: *Australasian Computing Education Conference (ACE '25)*, 27th Proceedings. New York: Association for Computing Machinery, 2025. p. 134–143. <https://doi.org/10.1145/3716640.371665>