

Flip n' Flop: um jogo educacional para construção interativa de diagramas de tempo

Frederico Dôndici, Luciano Jerez Chaves

¹Departamento de Ciência da Computação
Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora, MG – Brasil

`frederico.dondici@estudante.ufjf.br, luciano.chaves@ufjf.br`

Resumo. *Este documento é um resumo estendido do Trabalho de Conclusão de Curso defendido pelo estudante Frederico Dôndici no curso de Bacharelado em Ciência da Computação da Universidade Federal de Juiz de Fora em 22 de janeiro de 2026. O trabalho apresenta o jogo educacional digital Flip n' Flop para a construção interativa de diagramas de tempo¹. Este jogo foi proposto com base nos resultados de um mapeamento sistemático da literatura sobre jogos para o ensino de Circuitos Lógicos. Uma avaliação preliminar do protótipo destaca os potenciais deste jogo como ferramenta de apoio alinhada aos objetivos pedagógicos propostos.*

1. Introdução

O ensino de Circuitos Lógicos é essencial em cursos de graduação em Computação e áreas afins, oferecendo os fundamentos teóricos necessários para a compreensão da Organização e Arquitetura de Computadores [Zorzo et al. 2017, Tocci et al. 2018]. Contudo, estudantes frequentemente apresentam dificuldade no processo de aprendizagem desses conteúdos, dado sua complexidade e a dificuldade de integrar teoria e prática [Troyer et al. 2019]. Para superar essa dificuldade, as metodologias ativas de aprendizagem buscam transformar o aluno em protagonista do seu próprio processo de aprendizado [Diesel et al. 2017, Da Silva e de Assis Pires 2020]. Dentre elas, destacam-se os Jogos Educacionais Digitais (JEDs), cada vez mais presentes em pesquisas acadêmicas devido ao seu potencial no engajamento dos estudantes e na aprendizagem percebida [Battistella e von Wangenheim 2016, Genesio et al. 2024, Wouters et al. 2013, Connolly et al. 2012].

2. Mapeamento Sistemático da Literatura

A realização prévia de um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) sobre JEDs voltados ao ensino de Circuitos Lógicos [Dôndici et al. 2025] foi guiada por 9 questões de pesquisa abordando aspectos técnicos, como o gênero, os elementos de jogo e as tecnologias de desenvolvimento; além de aspectos pedagógicos, como os conteúdos abordados, o perfil do público-alvo, as metodologias de avaliação e os impactos alcançados. Foram identificados 25 estudos primários, e os resultados do MSL evidenciaram o impacto positivo dos JEDs no processo de ensino e aprendizagem. No entanto, o estudo também revelou lacunas relevantes: a concentração dos jogos em conteúdos de lógica combinacional, com escassez de JEDs voltados ao ensino de lógica sequencial; a baixa disponibilidade pública dos jogos; e limitações nas metodologias de avaliação adotadas. Essas lacunas serviram como motivação e guiaram o desenvolvimento do jogo *Flip n' Flop*.

¹<http://monografias.ice.ufjf.br/tcc-web/tcc?id=1070>

3. O Jogo *Flip n' Flop*

O JED *Flip n' Flop* foi concebido com o objetivo pedagógico de proporcionar a prática interativa na interpretação e construção de diagramas de tempo envolvendo diferentes tipos de *flip-flops* — uma categoria de circuitos lógicos capazes de memorizar um único *bit* de informação. O público-alvo do jogo são estudantes de graduação em Computação áreas afins, previamente introduzidos a este conteúdo.

O *Flip n' Flop* é um jogo de plataformas 2D, do gênero ação, que destaca-se pela integração intrínseca entre o conteúdo pedagógico e sua mecânica principal [Habgood 2007]. Como mostra a Figura 1(a), o cenário representa um diagrama de tempo com as linhas dos sinais de entrada já desenhadas. A movimentação da personagem pelas plataformas, por sua vez, desenha a linha de saída. O deslocamento horizontal da personagem dita o avanço ou o retrocesso temporal no diagrama, enquanto a possibilidade de alternar entre as plataformas superior (*bit* 1) e inferior (*bit* 0) representa a inversão do valor lógico armazenado no *flip-flop*, que deve acontecer nos momentos adequados, de acordo com os sinais de entrada. A Figura 1(b) mostra o fim de uma fase, indicando em diferentes cores os acertos e erros na linha de saída desenhada pela personagem.

Para promover a diversão e o engajamento, os cenários incluem obstáculos que impõem desafios lúdicos ao jogador, como buracos nas plataformas e pedras móveis. A Figura 1(c) ilustra a personagem pulando sobre um buraco. Além do aspecto lúdico, os obstáculos assumem papel pedagógico estratégico, podendo bloquear rotas incorretas para guiar o aprendizado. A Figura 1(d) mostra como linhas verticais sincronizadas com os sinais de entrada podem funcionar como mecanismos de *scaffolding* [Oren et al. 2021], auxiliando o jogador na identificação dos possíveis instantes de inversão da saída.

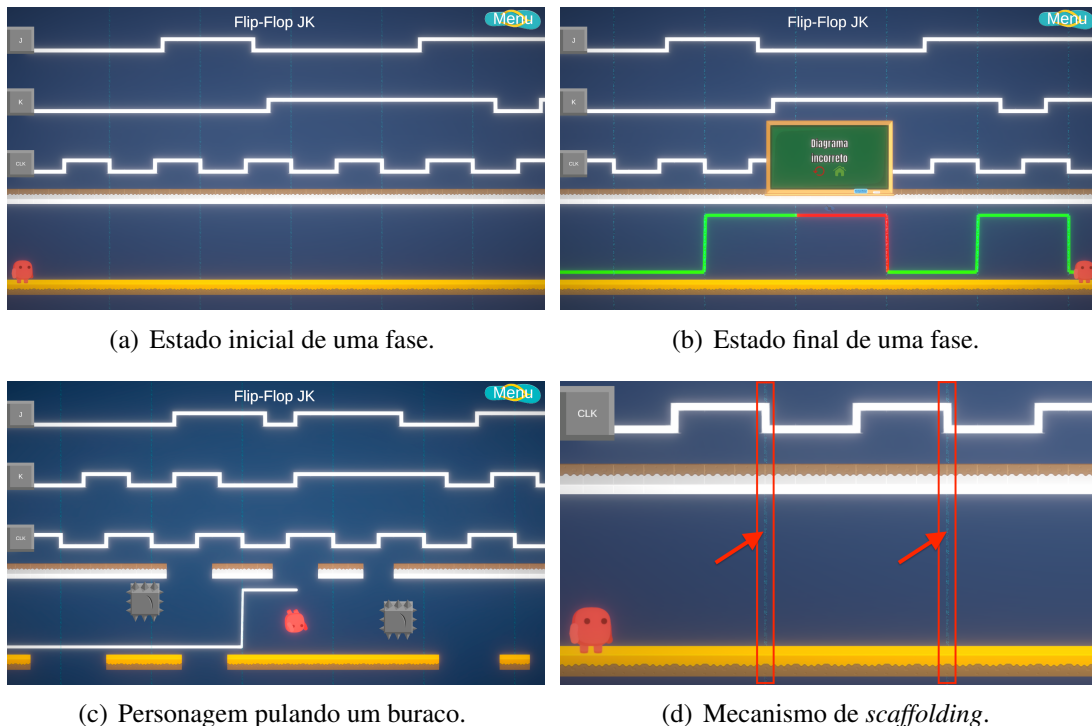


Figura 1. Imagens do jogo *Flip n' Flop*.

O protótipo foi desenvolvido na *engine Unity* e está disponível na Web². A implementação utiliza uma arquitetura modular e orientada a dados, onde a especificação das fases é parametrizável via arquivos de configuração em formato JSON. Dessa forma, atributos como o tipo de *flip-flop*, sinais de entrada e obstáculos são carregados em tempo de execução, permitindo que novos cenários sejam criados com facilidade pelos educadores, sem a necessidade de alterar o código-fonte do jogo.

Focado no *flip-flop* do tipo *J-K* operando unicamente de forma síncrona, o protótipo conta com seis fases de dificuldade progressiva. Embora preliminar — com identidade audiovisual simplificada e ausência de elementos de jogo como sistema de pontuação e pressão temporal —, as mecânicas centrais de movimentação, física e validação de diagramas mostraram-se plenamente funcionais.

4. Avaliação preliminar

A avaliação do jogo utilizou o instrumento *MEEGA+* [Petri et al. 2019], já consolidado no contexto de jogos para o ensino de computação. O instrumento aborda os fatores de usabilidade e experiência do jogador, possuindo 35 itens com resposta em escala *Likert* de cinco pontos e três perguntas abertas para sugestões. A avaliação foi realizada com 19 estudantes de graduação cursando a disciplina de Circuitos Lógicos, que interagiram livremente com o jogo por 30 minutos e, em seguida, responderam ao questionário.

Em relação à usabilidade, as dimensões de estética, aprendibilidade e operabilidade obtiveram mais de 79% de respostas positivas. As principais limitações apontadas envolveram a falta de opções para personalização da aparência e a ausência de prevenção proativa de erros da personagem, embora a recuperação em caso de falhas (andar para a esquerda apagando a linha desenhada) tenha sido considerada fácil.

Em relação à experiência do jogador, as dimensões de confiança, satisfação e diversão superaram 84% de respostas positivas. O destaque foi a dimensão de relevância: 100% dos participantes concordaram que o jogo é um método de ensino adequado e o conteúdo está alinhado à disciplina. A aprendizagem percebida também foi expressiva, com aproximadamente 95% concordando que o JED auxiliou na compreensão sobre a construção de diagramas de tempo. Tratando-se de um jogo para apenas um jogador, a interação social obteve os menores índices previstos, enquanto as dimensões de desafio e imersão tiveram avaliações positivas, porém com maior dispersão.

Por fim, as questões abertas corroboraram os dados quantitativos. Os alunos elogiaram a jogabilidade envolvente, o visual atraente e a progressão gradual de dificuldade, sugerindo como trabalhos futuros alguns refinamentos técnicos e a adição de novos *flip-flops*, obstáculos e sistemas de pontuação.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou o projeto, o desenvolvimento e uma avaliação preliminar do JED *Flip n' Flop*. A proposta foi fundamentada na literatura e resultou em um protótipo funcional. A avaliação conduzida indicou boa aceitação por parte dos estudantes, e as sugestões obtidas estão orientando a continuidade do desenvolvimento do jogo.

²<https://play.unity.com/en/games/ea66f98b-8988-4dc8-82f8-335b8011666f/flipnflop>

Referências

- Battistella, P. E. e von Wangenheim, C. G. (2016). Games for teaching computing in higher education — a systematic review. *IEEE Technology and Engineering Education*, 1(9):8–30.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., e Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & education*, 59(2):661–686.
- Da Silva, R. B. e de Assis Pires, L. L. (2020). Metodologias ativas de aprendizagem: construção do conhecimento. Em *Anais do VII congresso nacional de educação (CONEDU)*, Fortaleza, CE, Brasil.
- Diesel, A., Baldez, A. L. S., e Martins, S. N. (2017). Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, 14(1):268–288.
- Dôndici, F., Ramos, J. V. F., Crawford, P. M., Valle, P. H. D., de Oliveira, A. M., e Chaves, L. J. (2025). Um mapeamento sistemático da literatura sobre jogos educacionais digitais para o ensino de circuitos lógicos. Em *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)*, páginas 240–254, Juiz de Fora, MG, Brasil. SBC.
- Genesio, N. O. S., de Oliveira, A. M., Oliveira, E. W., e dias Valle, P. H. (2024). Panorama de estudos sobre jogos educacionais digitais em educação em computação. Em *Anais do XXXII Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, páginas 737–749, Brasília, DF, Brasil. SBC.
- Habgood, M. P. J. (2007). *The effective integration of digital games and learning content*. Tese de doutorado, University of Nottingham, Nottingham, UK.
- Oren, M., Pedersen, S., e Butler-Purry, K. L. (2021). Teaching digital circuit design with a 3-D video game: The impact of using in-game tools on students' performance. *IEEE Transactions on Education*, 64(1):24–31.
- Petri, G., von Wangenheim, C. G., e Borgatto, A. (2019). MEEGA+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(3):52–81.
- Tocci, R. J., Widmer, N. S., e Moss, G. L. (2018). *Sistemas digitais: princípios e aplicações*. Pearson, São Paulo, SP, Brasil, 12ª edição.
- Troyer, O. D., Lindberg, R., e Sajjadi, P. (2019). TrueBiters, an educational game to practice the truth tables of propositional logic: Development, evaluation, and lessons learned. *Smart Learning Environments*, 6:1–17.
- Wouters, P., Nimwegen, C., Oostendorp, H., e Spek, E. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105:249–265.
- Zorzo, A. F., Nunes, D., Matos, E. S., Steinmacher, I., Leite, J. C., Araujo, R., Correia, R. C. M., e Martins, S. (2017). *Referenciais de Formação para os Cursos de Graduação em Computação*. SBC, Porto Alegre. Sociedade Brasileira de Computação.