

Jogos educativos no Ensino de Circuitos Digitais: Um Mapeamento Sistemático

Larissa Fátima de Souza da Luz Santini¹, André Luis Santini¹,
Maurilio Martins Campano Junior¹, Mateus Bonfim Track¹,
Marcos de Assumpção¹, Linnyer Beatrys Ruiz Aylon¹

Universidade Estadual de Maringá (UEM)
Departamento de Informática (DIN)
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PCC)
Grupo de Pesquisa Manna Team - Jogos
Maringá - PR - Brazil

Centro Universitário UniCesumar
Curso de Engenharia de Software
Maringá - PR - Brazil

larissaluzsantini@gmail.com, a.luissantini@gmail.com,
maurilio.campanojr@gmail.com, mateus.trackson@gmail.com,
assumpcao2000@yahoo.com.br, lbruiz@uem.br

Abstract. *The use of games and gamification elements as teaching strategies has been increasingly valued in the educational context, as they provide motivation and engagement for students. School dropout rates in Computer Science courses are a recurring problem, and the use of games can contribute to reducing this phenomenon. The subject of Logic Circuits is often considered tedious by students, and educational games emerge as a promising approach to make learning more interesting and motivating. Therefore, the objective of this work is to present a systematic mapping of existing educational games for teaching Digital Circuits. The study aims to identify and analyze works involving games in this field, published in the last 10 years, examining the genre of the games, the concepts of Digital Circuits covered, and whether these games are being evaluated according to any methodology. The results indicate 13 games found addressing concepts such as binary numbers, logic gates, truth tables, and logical expressions.*

Resumo. *A utilização de jogos e elementos de gamificação como estratégias de ensino tem sido cada vez mais valorizada no contexto educacional, pois proporcionam motivação e engajamento dos alunos. A evasão escolar em cursos da área de Ciência da Computação é um problema recorrente e o uso de jogos pode contribuir para a redução desse fenômeno. A disciplina de Circuitos Lógicos muitas vezes é considerada tediosa pelos alunos e os jogos educativos surgem como uma abordagem promissora para tornar o aprendizado mais interessante e motivador. Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar um mapeamento sistemático dos jogos educativos existentes para o ensino de Circuitos Digitais. O estudo busca identificar e analisar os trabalhos que envolvam jogos para a área, publicados nos últimos 10 anos, analisando o gênero dos jogos, os conceitos de Circuitos Digitais abordados e se esses jogos estão sendo avaliados de*

acordo com alguma metodologia. Os resultados apontam 13 jogos encontrados abordando conceitos como números binários, portas lógicas, tabela verdade e expressões lógicas.

1. Introdução

Um jogo pode ser inicialmente definido como uma “atividade que envolve uma competição de habilidades e forças físicas ou mentais, na qual o jogador deve seguir um conjunto específico de regras para alcançar um objetivo” [Hogle 1996].

Durante a progressão de um jogo, a presença de fases e obstáculos apresentam um potencial estimulante, despertando sensações de motivação e o desejo intrínseco de alcançar o sucesso por parte dos jogadores [McGonigal 2011].

Já a gamificação, traduzida originalmente do termo *gamification* em inglês, foi um conceito introduzido em 2002 em atribuição ao programador de computadores *Nick Pelling* e teve sua popularização no ano de 2010 [Tanaka et al. 2013]. Tal conceito pode ser compreendido como o processo de introdução de elementos presentes em jogos em situações que não são diretamente relacionadas a jogos, com o propósito de criar uma oportunidade para resolver questões de motivação e envolvimento em diferentes ambientes, inclusive os educacionais [Lee and Hammer 2011].

No contexto educacional contemporâneo, uso de jogos como recursos pedagógicos e o processo de gamificação tem despertado cada vez mais atenção e importância. Tais conceitos têm se destacado como estratégias eficazes de ensino em ambientes de sala de aula. Além disso, tem sido observado um aumento significativo na adoção de jogos como parte da vida cotidiana das pessoas, com um número expressivo de indivíduos envolvendo-se em alguma forma de jogo.

De acordo com Pancini (2022), no ano de 2020, aproximadamente 57,1% das pessoas já se engajavam em jogos, um número que aumentou para 68% em 2022. Essas estatísticas ressaltam a crescente popularidade e influência dos jogos na sociedade contemporânea, o que levanta a necessidade de explorar seu potencial como uma ferramenta educacional relevante e eficaz.

Nesse sentido, a utilização de jogos e elementos de gamificação como estratégias de ensino e aprendizagem desempenham um papel fundamental como componente motivacional no processo educacional dos alunos [Tsay et al. 2018].

De acordo com as pesquisas conduzidas por Kishimoto (2017), a incorporação de jogos como parte integrante do currículo educacional tem o potencial de estabelecer conexões efetivas entre o conhecimento teórico e a aplicação prática, simultaneamente estimulando o desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais, tais como criatividade, resolução de problemas, raciocínio lógico e estratégia.

Assim, os jogos podem auxiliar no âmbito acadêmico visando diminuir a evasão, fenômeno que não é recente e tem sido objeto de preocupação recorrente [Giraffa and da Costa Mora 2013].

O estudo de Fukao et al. (2023) por exemplo revela uma alta taxa de evasão, frequentemente atribuída à dificuldade enfrentada pelos alunos nas disciplinas relacionadas à Matemática e à Programação. Também torna-se relevante mencionar que, entre os fatores

que impactam a evasão, destaca-se a abordagem didática adotada pelos professores

Portanto, este trabalho tem como objetivo mapear os jogos educativos existentes para o ensino de Circuitos Digitais, utilizando uma abordagem de Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), analisando quais jogos podem ser utilizados no ambiente escolar, quais os gêneros dos jogos, quais conteúdos abordam e se estes jogos estão sendo avaliados e sua eficácia.

O restante deste trabalho apresenta uma breve fundamentação teórica sobre a revisão sistemática e o uso de jogos na computação, a metodologia utilizada neste mapeamento sistemático, sua execução e resultados, além das conclusões e trabalhos relacionados.

2. Fundamentação Teórica

A disciplina de Circuitos Lógicos está presente no currículo de cursos na área da Computação, no entanto, pesquisadores têm constatado que muitos estudantes enfrentam dificuldades durante o processo de aprendizagem dessa disciplina. Essas dificuldades podem ser atribuídas à falta de interesse manifestada pelos alunos. Além disso, alguns estudantes descrevem a experiência de aprendizado como desinteressante e tediosa [de Carvalho and Nakamura 2013].

Uma forma de motivar os alunos pode ser o uso de jogos educativos. Gapp e Fisher (2012) ressaltam que engajar e motivar alunos é uma tarefa desafiadora.

Nesse sentido, os jogos educativos surgem como uma abordagem promissora para facilitar o ensino de Circuitos Lógicos, permitindo a demonstração interativa das propriedades desses circuitos por meio de simulações [de Lima and Abdalla 2021].

2.1. Mapeamento sistemático

Para a condução deste estudo, foi adotado o método de pesquisa conhecido como Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL). Essa abordagem envolve uma busca ampla na literatura existente, utilizando fontes de pesquisa relevantes na área de estudo, com o objetivo de identificar, avaliar e resumir estudos primários [Petersen et al. 2015].

Ao seguir esse processo, é possível obter uma visão abrangente das dificuldades e deficiências existentes na área estudada, contribuindo para uma compreensão mais completa do estado atual do conhecimento [Kitchenham and Brereton 2013].

2.2. Trabalhos relacionados

Diversos trabalhos avaliam o uso de jogos voltados a disciplinas da Computação, tal como Linguagens de Programação e Engenharia de Software [Nascimento 2022], Redes de Computadores [da Silveira Júnior et al. 2019] e Sistemas Operacionais [Luccas et al. 2020].

Nipo et al. (2022) relatam que jogos de entretenimento podem ser utilizados no ensino de Pensamento Computacional, enquanto que o trabalho de Curzon e McOwan (2008) utiliza-se de mágicas visando entreter e motivar alunos.

Battistella e Von Wangenheim (2016) por sua vez apresentam uma revisão dos jogos educativos voltados para uso no ensino superior, destacando áreas como Programação e Engenharia de Software.

Já o trabalho de Clementino et al. (2022) aborda a área da Computação de modo geral, analisando jogos voltados para o ensino desta. O autor ressalta que áreas como Introdução a Algoritmos e Programação são áreas mais propensas a jogos, enquanto outras como Segurança e UML tem poucos exemplos de jogos na literatura, tal como constatado no trabalho de Battistella e Von Wangenheim (2016).

Nascimento (2022) apresenta ainda uma Revisão Sistemática da Literatura na qual foram analisados jogos digitais e não digitais para Linguagem de Programação e Engenharia de Software. No entanto, em análise as sub-áreas da Computação, nos quais os jogos educativos são inseridos, o conteúdo de Circuitos Digitais ainda é pouco abordado em relação aos demais conteúdos.

3. Metodologia

Com o objetivo de analisar os benefícios da utilização de jogos como metodologia de ensino para a temática de Circuitos Digitais, este estudo empregará a técnica de Mapeamento Sistemático.

Para isso, serão definidas questões de pesquisa que guiarão a busca por artigos e trabalhos relevantes na área, além da *string* de busca para identificar estudos que abordem o uso de jogos no ensino de Circuitos Digitais.

Os critérios de inclusão e exclusão que serão aplicados para selecionar os trabalhos estão alinhados com os objetivos do mapeamento, visando apresentar resultados sobre a eficácia dos jogos como método de ensino [Tlili et al. 2016].

3.1. Objetivos e questões de pesquisa

O propósito geral deste mapeamento sistemático consiste em identificar jogos que possam facilitar o aprendizado da disciplina de Circuitos Digitais. Para atingir esse objetivo, foram estabelecidas questões de pesquisa que direcionam a busca por evidências relevantes e delimitam o escopo de análise de uma maneira mais restritiva. As questões definidas neste trabalho podem ser vistas na Tabela 1 abaixo.

Q1	Quais jogos foram encontrados para o ensino de Circuitos Digitais?
Q2	Quais conceitos de Circuitos Digitais os jogos abordam?
Q3	Quais os gêneros dos jogos voltados para aprendizagem de Circuitos Digitais?
Q4	Os jogos foram testados no ensino com alunos?

Tabela 1. Questões utilizadas neste mapeamento sistemático da literatura aplicado a jogos no ensino de circuitos digitais

3.2. Critérios de seleção: inclusão e exclusão

Com o objetivo de realizar a seleção e triagem dos artigos pertinentes para o mapeamento sistemático em questão, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão. Nesse sentido, foram adotados quatro critérios de inclusão (CI) e quatro critérios de exclusão (CE) para a identificação de artigos relacionados ao trabalho. Os critérios definidos neste MSL podem ser visualizados nas Tabelas 2 e 3

A *string* utilizada pode ser descrita como: E1 AND (E2 OR E3), na qual:

CI1	Artigo possui uma versão completa para <i>download</i>
CI2	O artigo deve ter sido publicado nos últimos 10 (dez) anos
CI3	O artigo deve satisfazer a <i>string</i> de busca no título ou resumo
CI4	O artigo aborda o tema de Circuitos Digitais

Tabela 2. Critérios de inclusão do MSL

CE1	O artigo não está completo
CE2	O artigo está repetido
CE3	O artigo envolve o ensino com jogos, mas não a área de Circuitos Digitais;
CE4	O artigo aborda envolve Circuitos Digitais mas não jogos

Tabela 3. Critérios de exclusão do MSL

- E1: Jogo Circuito Digital *OR* Jogos Circuitos Digitais *OR* Game Digital Circuit *OR* Games Digital Circuits,
- E2: Jogos Portas Lógicas *OR* Games Logic Gates;
- E3: Arquitetura de Computadores *OR* Computer Architecture *OR* Flip-Flop *OR* Números Binários *OR* Binary Numbers;

4. Execução do Mapeamento: Busca e Seleção

O trabalho foi realizado utilizando a ferramenta *StArt* [Fabbri et al. 2016], na qual os resultados das buscas são inseridos na ferramenta e na sequência os trabalhos são filtrados e categorizados de acordo com as questões definidas acima.

A fim de formalizar a busca, foi adotado um critério de refinamento dividido em quatro etapas distintas. No primeiro passo, foram utilizadas as fontes de busca mencionadas, como *Google Scholar*, *IEEE*, *Springer* e *Scielo*, empregando as palavras-chave previamente definidas.

Realizou-se assim, uma busca abrangente nessas plataformas acadêmicas, resultando em um conjunto inicial de artigos relacionados à temática em questão.

Em seguida, os artigos encontrados foram importados para a ferramenta *StArt*, utilizando o formato *bibtex*. Vale destacar que algumas fontes de busca houve a necessidade de realizar buscas manuais devido à falta de recursos avançados de filtragem. Essas buscas manuais foram efetuadas para assegurar a abrangência e a integridade da seleção dos artigos relevantes. Ao término dessa etapa de formalização, obteve-se um total de 577 artigos para análise subsequente.

Após a importação dos dados, foi realizada uma segunda etapa de seleção, na qual os artigos que não abordavam a temática de Circuitos Digitais foram excluídos com base na análise do título e resumo. Apenas as pesquisas que atenderam aos critérios de inclusão foram selecionadas para análise posterior, sendo que ao final dessa etapa, foram selecionados um total de 123 artigos.

Em seguida, na terceira etapa, foram selecionados exclusivamente os jogos e ferramentas utilizados para o ensino e aprendizagem da temática de Circuitos Digitais, sendo descartados artigos que somente abordavam a temática, mas não citavam técnicas de ensino utilizando ferramentas ou jogos, sendo que ao final desta etapa, 31 artigos foram

selecionados.

Por fim, na quarta e última etapa, realizou-se a categorização exclusiva dos jogos utilizados especificamente para o ensino de Circuitos Digitais.

Como resultado, foram encontrados 13 jogos associados ao ensino de Circuitos Digitais. Um resumo geral das análises das etapas do mapeamento pode ser visto na Tabela 4 abaixo.

É importante destacar que alguns dos artigos encontrados mencionam outros jogos relacionados a matéria de Circuitos Digitais. No entanto, esses exemplos consistem apenas em jogos que não possuem publicação acadêmica ou são jogos antigos com publicação limitada. Dado que o objetivo deste trabalho é avaliar o processo de aprendizagem, esses jogos não foram incluídos ou considerados neste trabalho.

	Base	1ª Seleção	2ª Seleção		3ª Seleção		4ª Seleção	
		Qtde.	Descartados	Selecionados	Descartados	Selecionados	Descartados	Selecionados
1	GOOGLE SCHOLAR	245	203	42	27	15	8	7
2	SBC	49	36	13	8	5	1	4
3	IEEE	99	83	16	14	2	2	0
4	SPRINGER	26	15	11	10	1	1	0
5	SBGAMES	73	50	23	18	5	3	2
6	SCIELO	66	53	13	11	2	2	0
7	WEI	19	14	5	4	1	1	0
8	Total	577	454	123	92	31	18	13

Tabela 4. Processo de seleção dos artigos e suas etapas

5. Resultados e discussões

A seguir, são expostos os resultados encontrados associados a cada uma das questões de pesquisa.

Questão 1 - Quais jogos foram encontrados para o ensino de Circuitos Digitais?

Durante a realização do Mapeamento Sistemático, foram identificados 13 jogos que abordam o tema de Circuitos Digitais. Esses jogos estão detalhados na Tabela 5 e três exemplos de jogos podem ser visualizados nas Figura 1 e 2.

Questão 2 - Quais conceitos de Circuitos Digitais os jogos abordam?

O presente mapeamento sistemático teve como objetivo identificar os conceitos de Circuitos Digitais abordados em uma análise de 13 jogos. Durante a análise, foi possível observar diversos temas relacionados à Circuitos Lógicos nos jogos estudados.

No que diz respeito aos conceitos abordados, foi constatado que quatro jogos tratavam da temática de números binários e suas conversões [dos Santos et al. 2021], [Corrêa et al. 2017], [França et al. 2013], [de Assumpção et al. 2022]. Além disso, três jogos exploravam o assunto de processadores [Almeida et al. 2016], [Tlili et al. 2016] e [da Silva 2019].

Quatro jogos focavam nos conceitos de portas lógicas [de Lima and Abdalla 2021], [Dewantara et al. 2020], [Neto et al. 2018] e [de Assumpção et al. 2022] e, enquanto dois jogos se dedicavam à tabela verdade

ID	Nome do Jogo	Categoria	Referência
01	Artemis	Processadores / Portas Lógicas	[da Silva 2019]
02	BitHero	Portas Lógicas	[Neto et al. 2018]
03	Boolean Boom	Expressões Lógicas	[Henrique et al. 2015]
04	Circuit Scramble	Portas Lógicas	[Dewantara et al. 2020]
05	Computino	Números Binários	[França et al. 2013]
06	Gridlock	Tabela Verdade	[Tang et al. 2015]
07	Logicae	Portas Lógicas	[de Lima and Abdalla 2021]
08	Manna-X	Números Binários e Portas Lógicas	[de Assumpção et al. 2022]
09	Flippy Bit	Números Binários e Hexadecimais	[Corrêa et al. 2017]
10	Zero Um	Números Binários	[dos Santos et al. 2021]
11	Snake	Processadores	[Almeida et al. 2016]
12	Science Soldier	Processadores	[Tlili et al. 2016]
13	True Biters	Tabela Verdade e Lógica Proposicional	[de Troyer et al. 2019]

Tabela 5. Jogos encontrados no mapeamento sistemático

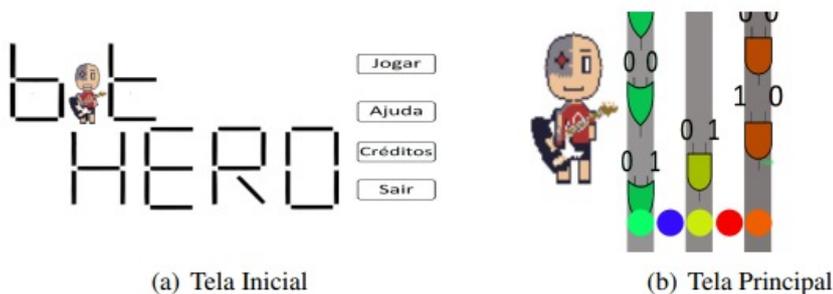


Figura 1. Tela do jogo Logicae [de Lima and Abdalla 2021] e do jogo BitHero [Neto et al. 2018]

[de Troyer et al. 2019] e [Tang et al. 2015]. Por fim, um jogo específico abordava expressões lógicas [Henrique et al. 2015].

Os tópicos abordados nos jogos encontrados podem ser vistos na Figura 3.



Figura 2. Tela do jogo Manna-X [de Assumpção et al. 2022]

É pertinente destacar que determinados jogos abordavam múltiplos temas pertinentes aos circuitos digitais, ocasionando uma contagem total de tópicos superior a 13 na Figura 3.

Questão 03 - Quais os gêneros dos jogos voltados para aprendizagem de Circuitos Digitais?

Dentre os jogos analisados, cinco deles, a saber *Science Soldier* [Tlili et al. 2016], *Boolean Boom* [Henrique et al. 2015], *Logicae* [de Lima and Abdalla 2021], *Manna-X* [de Assumpção et al. 2022] e *GridLock* [Tang et al. 2015], pertencem ao gênero plataforma.

O jogo *Snake* [Almeida et al. 2016] foi classificado como um jogo do gênero *Arcade*, enquanto *Artemis* [da Silva 2019] foi identificado como um jogo de gênero *Ação-Aventura*.

Já o jogo *Zero Um* [dos Santos et al. 2021] se enquadra como um jogo do gênero *Card Game*, enquanto o jogo *Flippy Bit* [Corrêa et al. 2017] pode ser considerado como um jogo de gênero *Point and Click*.

Circuit Scramble [Dewantara et al. 2020] é um jogo de progressão linear, já *Computino* [de Carvalho and Nakamura 2013] foi classificado como um jogo de estratégia.

Por fim, *BitHero* [Neto et al. 2018] é classificado como um jogo musical e *True Biters* [de Troyer et al. 2019] como um jogo de tabuleiro.

Questão 04 - Os jogos foram testados no ensino com alunos?

No contexto dos jogos analisados, sete deles passaram por testes com alunos como parte de sua avaliação, um jogo foi testado durante um evento de Computação e cinco deles não mencionaram ou realizaram testes.

O jogo *Science Solder* foi testado com 27 alunos, sendo 9 mulheres e 18 homens, todos do curso de Ciência da Computação [Tlili et al. 2016].

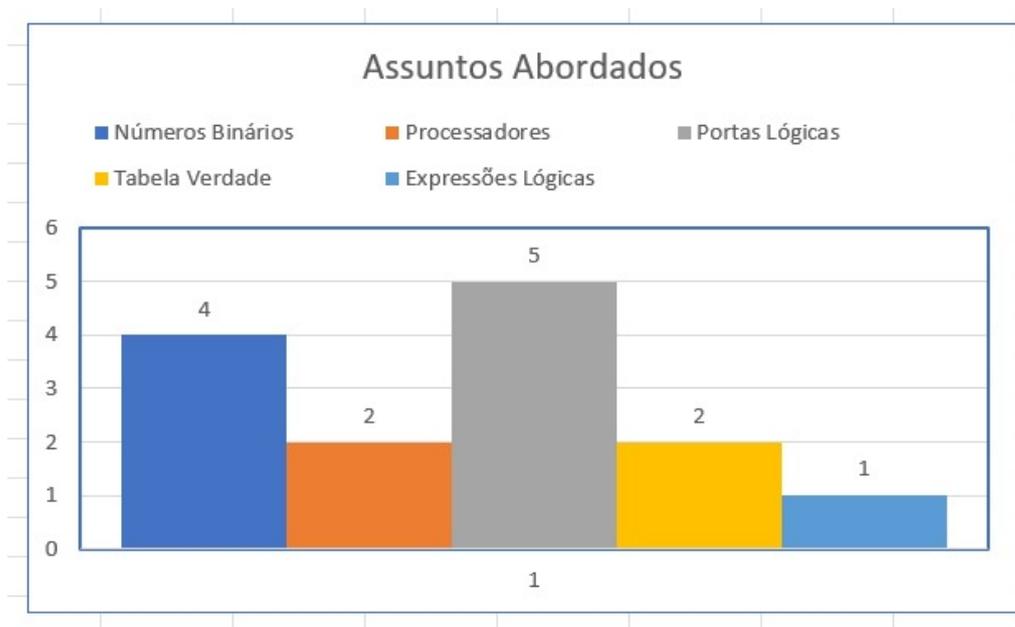


Figura 3. Gráfico de acordo com os conceitos abordados nos jogos analisados

Flippy Bit foi testado com duas turmas do 9º ano do ensino fundamental, totalizando 44 alunos em uma oficina de aproximadamente 4 horas [Corrêa et al. 2017].

Circuit Scramble foi submetido a testes com alunos do curso de Eletrônica Digital da Universidade Lambung em 2019 [Dewantara et al. 2020].

True Biters também passou por testes com alunos que reprovaram no exame de Lógica do 2º ano do curso de Ciência da Computação. Dos 38 alunos reprovados, apenas 4 aceitaram participar, além de mais 7 alunos que não foram reprovados, totalizando 11 participantes [de Troyer et al. 2019].

Manna-X foi testado com 95 alunos do primeiro semestre do curso de Engenharia de Software, utilizando um modelo de avaliação voltado especificamente para jogos educativos [de Assumpção et al. 2022]. O *Gridlock* também foi submetido a testes com alunos do curso de Arquitetura de Computadores [Tang et al. 2015].

O jogo Artemis foi testado durante o *Workshop* Técnico-Científico da Computação, na qual 71 pessoas responderam ao questionário, mas apenas 10 realizaram a validação do jogo [da Silva 2019].

Por outro lado, os jogos *Snake* [Almeida et al. 2016], *ZeroUm* [dos Santos et al. 2021], *Logicae* [de Lima and Abdalla 2021], *Computino* [França et al. 2013] e *BitHero* [Neto et al. 2018] não foram submetidos a testes com alunos.

6. Considerações finais

Em síntese, a evasão escolar nos cursos de Ciência da Computação exige abordagens inovadoras e eficazes. A pesquisa apresentada revela que a conjugação de estratégias envolvendo jogos e princípios de gamificação representa uma perspectiva promissora para lidar com essa problemática, especialmente quando aplicada em áreas de conhecimento

de maior complexidade, como os Circuitos Digitais.

No decorrer deste mapeamento sistemático, foram identificados e examinados 13 jogos educativos voltados ao ensino de Circuitos Digitais. Esses jogos abarcaram uma ampla gama de tópicos, que englobaram desde números binários e processadores até portas lógicas, tabela verdade e expressões lógicas. A diversidade dessas abordagens reflete a vastidão de oportunidades que a gamificação oferece para tornar os conceitos de Circuitos Digitais mais acessíveis e atrativos para os discentes.

É crucial ressaltar que, dentre os 13 jogos analisados, sete foram submetidos a testes com alunos como parte de sua avaliação, um foi avaliado durante um evento de Computação, ao passo que cinco não mencionaram ou realizaram testes com alunos. Essa disparidade na abordagem de avaliação reforça a contínua necessidade de realizar investigações empíricas para validar a efetividade desses jogos no ambiente educacional.

Para pesquisas futuras, é imperativo o desenvolvimento contínuo de novos jogos educativos que se concentrem especificamente nos conceitos relacionados a Circuitos Digitais. Esses jogos têm o potencial de desempenhar um papel primordial na melhoria da experiência de aprendizado dos estudantes, oferecendo uma plataforma interativa e cativante para explorar esses tópicos intrincados. Além disso, o investimento persistente em pesquisa e inovação nessa área poderá catalisar avanços notáveis na compreensão e aplicação dos conhecimentos sobre Circuitos Digitais pelos estudantes, contribuindo para uma aprendizagem mais eficaz e o desenvolvimento de habilidades práticas imprescindíveis.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Bolsista do CNPq - Brasil (311685/2017-0) e da Fundação Araucária (17.633.124-0).

Referências

- Almeida, A., Tengan, B., Araújo, L., Lacerda, L., Crestani, M., and Lamar, M. (2016). Projeto aplicativo: Jogo snake no processador mips em fpga. In *Proceedings of SBGames - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1492–1495.
- Battistella, P. and von Wangenheim, C. G. (2016). Games for teaching computing in higher education—a systematic review. *IEEE Technology and Engineering Education*, 9(1):8–30.
- Clementino, E. G., da Silva, T. R., da Silva Aranha, E. H., and dos Santos, F. G. (2022). Jogos não digitais para ensino de computação—um mapeamento sistemático. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 540–550. SBC.
- Corrêa, E. B., Souza, R., Mendes, L., and Grossi, L. (2017). Hexadecimal para binário através de games: uma proposta de abordagem no ensino fundamental. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*.
- Curzon, P. and McOwan, P. W. (2008). Engaging with computer science through magic shows. In *Proceedings of the 13th annual conference on Innovation and technology in computer science education*, pages 179–183.

- da Silva, G. C. (2019). *Artemis: Realidade aumentada e gamificação para ensino de arquitetura de computadores com mips*. Master's thesis, Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação.
- da Silveira Júnior, G., Medina, R. D., Lima, P. R. B. D., and da Rocha Mazzuco, A. E. (2019). Mapeamento sistemático sobre o desenvolvimento e a utilização de jogos e simuladores no ensino de redes de computadores. *RENOTE*, 17(3):152–162.
- de Assumpção, M., Junior, M. M. C., Felinto, A. S., and Aylon, L. B. R. (2022). Manna-x: Projeto, desenvolvimento e avaliação de um jogo multidisciplinar para ensino na ciência da computação. In *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 918–928. SBC.
- de Carvalho, L. S. G. and Nakamura, F. G. (2013). Práticas de ensino na disciplina de circuitos lógicos. *International Journal of Computer Architecture Education (IJCAE)*, 2(1):09–12.
- de Lima, L. R. S. and Abdalla, K. (2021). Logicæ: Um jogo educativo sobre portas lógicas. In *Anais da IX Escola Regional de Computação do Ceará, Maranhão e Piauí*, pages 67–73. SBC.
- de Troyer, O., Lindberg, R., and 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.
- Dewantara, D., Wati, M., Misbah, M., Mahtari, S., and Haryandi, S. (2020). The effectiveness of game based learning on the logic gate topics. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1491, page 012045. IOP Publishing.
- dos Santos, J. B. M., Nascimento, S. M., and Rique, T. P. (2021). Zeroum: um jogo sério para aprender números binários. *Brazilian Journal of Development*, 7(4):41231–41250.
- Fabbri, S., Silva, C., Hernandez, E., Octaviano, F., Di Thommazo, A., and Belgamo, A. (2016). Improvements in the start tool to better support the systematic review process. In *Proceedings of the 20th international conference on evaluation and assessment in software engineering*, pages 1–5.
- França, R., Silva, W., and Amaral, H. J. C. (2013). Computino: um jogo destinado à aprendizagem de números binários para estudantes da educação básica. In *Anais do XXI Workshop sobre Educação em Computação*.
- Fukao, A. T., Colanzi, T. E., Martimiano, L. A., and Feltrim, V. D. (2023). Estudo sobre evasão nos cursos de computação da universidade estadual de maringá. In *Anais do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 86–96. SBC.
- Gapp, R. and Fisher, R. (2012). Undergraduate management students' perceptions of what makes a successful virtual group. *Education+ training*.
- Giraffa, M. M. and da Costa Mora, M. (2013). Evasão na disciplina de algoritmo e programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno. In *Congressos CLABES*.
- Henrique, M. S., Dantas, V., and Pereira, S. (2015). Boolean boom—um jogo para apoiar o ensino aprendido de expressões lógicas.

- Hogle, J. G. (1996). *Considering games as cognitive tools: In search of effective "edutainment"*. Citeseer.
- Kishimoto, T. M. (2017). *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. Cortez editora.
- Kitchenham, B. and Brereton, P. (2013). A systematic review of systematic review process research in software engineering. *Information and software technology*, 55(12):2049–2075.
- Lee, J. J. and Hammer, J. (2011). Gamification in education: What, how, why bother? *Academic exchange quarterly*, 15(2):146.
- Luccas, M. d. S., Pereira, L. T., Estrella, J. C., and Branco, K. R. L. J. C. (2020). Uma abordagem fazendo uso de serious games para ensino de sistemas operacionais. *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 814–817.
- McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin.
- Nascimento, L. R. d. (2022). Prog-poly: jogo de tabuleiro baseado no monopoly para ajudar nos estudos de linguagem de programação e engenharia de software. Master's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Neto, A. C. A., da Silva, J. M., and Sarinho, V. (2018). bithero: Um jogo para auxílio no aprendizado de circuitos digitais. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 29, page 1780.
- Nipo, D. T., Rodrigues, R. L., and França, R. (2022). Jogando e pensando: Aprendendo pensamento computacional com jogos de entretenimento. In *Anais do XXXIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 573–584. SBC.
- Pancini, L. (2022). 3 em cada 4 brasileiros jogam games, aponta estudo da pgb. Acesso em: 02 de jun. de 2022.
- Petersen, K., Vakkalanka, S., and Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and software technology*, 64:1–18.
- Tanaka, S., Vianna, M., Vianna, Y., and Medina, B. (2013). Gamification, inc.: como reinventar empresas a partir de jogos.
- Tang, Y., Jahan, K., and Bielefeldt, T. (2015). The effectiveness of an adaptive serious game for digital logic design.
- Tlili, A., Essalmi, F., and Jemni, M. (2016). Improving learning computer architecture through an educational mobile game. *Smart Learning Environments*, 3:1–14.
- Tsay, C. H.-H., Kofinas, A., and Luo, J. (2018). Enhancing student learning experience with technology-mediated gamification: An empirical study. *Computers & Education*, 121:1–17.