

Um Mapeamento Sistemático da Literatura sobre Jogos Sérios no Ensino Superior em Ciência da Computação

Title: A Systematic Literature Mapping on Serious Games in Higher Education Computer Science

Matheus dos Santos Luccas¹,
Leonardo Tortoro Pereira², Kalinka Castelo Branco¹

¹Universidade de São Paulo (USP)
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC)
São Carlos – São Paulo

²Universidade Estadual Paulista (UNESP) (Rio Claro)

matheus.luccas@usp.br

leonardo.t.pereira13@gmail.com, kalinka@icmc.usp.br

Abstract. *Introduction:* Serious games enhance engagement and learning in Computer Science education, but there is a lack of systematic analyses on methods and methodologies for development and application.

Objective: To map the use of serious games in Computer Science education, identifying genres, concepts, methods, methodologies, and gaps.

Methodology: Systematic literature mapping using Parsifal, analyzing genres, concepts, development, evaluation, and benefits.

Results: Puzzle and LOGO-like games dominate, focusing on programming concepts. Tests lack rigor but improve motivation and knowledge. Lack of detailed methods hinders reproducibility.

Keywords Systematic Mapping, Computer Science Education, Methodologies, Teaching Computing, Serious Games.

Resumo. *Introdução:* Jogos sérios aumentam engajamento e aprendizagem em Ciência da Computação, mas faltam análises sistemáticas sobre métodos e metodologias para desenvolvimento e aplicação.

Objetivo: Mapear o uso de jogos sérios no ensino de Ciência da Computação, identificando gêneros, conceitos, métodos, metodologias e lacunas.

Metodologia: Mapeamento sistemático da literatura com Parsifal, analisando gêneros, conceitos, desenvolvimento, avaliação e benefícios.

Resultados: Predominam jogos puzzle e LOGO-like, focados em programação. Testes carecem de rigor, mas melhoram motivação e conhecimento. Falta de métodos detalhados prejudica reproduzibilidade.

Palavras-Chave Mapeamento Sistemático, Educação em Computação, Metodologias, Ensino de Computação, Jogos Sérios.

1. Introdução

A utilização de jogos como ferramentas educacionais remonta às civilizações antigas, mas foi particularmente potencializada com o advento da Ciência da Computação [Kazimoglu et al. 2012b, Miljanovic 2019]. No entanto, embora serious games tenham ganhado destaque no ensino técnico e básico, talvez sua aplicação no ensino superior de Computação ainda seja insuficientemente explorada, o que favorece uma averiguação para com estudos sistematizados sobre eficácia, metodologias de desenvolvimento ou alinhamento com as necessidades didáticas da área.

Este estudo realiza uma análise sistemática sobre como *serious games* são utilizados no ensino de Computação, identificando estratégias de desenvolvimento e oportunidades a serem aproveitadas. Embora esses jogos tenham potencial para melhorar o engajamento e o aprendizado, sua aplicação muitas vezes é superficial ou não alinhada às necessidades de ensino [Bai et al. 2020, Toda et al. 2017].

O mapeamento sistemático da literatura permite identificar, analisar e interpretar evidências sobre um tema, evitando parcialidade ou redundância [Kitchenham e Charters 2007]. A ferramenta Parsifal foi utilizada para auxiliar na organização e execução do mapeamento [PARSIFAL 2022].

A Seção 2 apresenta os objetivos e questões de pesquisa, enquanto a Seção 3 explora as contribuições das publicações, levando às conclusões na Seção 4.

1.1. O Ensino de Computação e Jogos como Ferramenta

O ensino de Computação envolve princípios fundamentais como abstração, lógica e pensamento algorítmico, essenciais para a resolução de problemas [Kazimoglu et al. 2012a, Hsu e Wang 2018]. No entanto, a complexidade desses conceitos, como variáveis, funções e estruturas de controle, representa um desafio significativo para os alunos, especialmente iniciantes [Maskeliunas et al. 2020]. Wing destaca que o pensamento computacional, embora incorporando habilidades do pensamento matemático e engenheiro, é predominantemente abstrato, exigindo um alto nível de capacidade analítica e criativa [Wing 2006].

Nesse contexto, os *serious games* emergem como uma ferramenta promissora, ao combinar elementos lúdicos e pedagógicos para promover engajamento e facilitar o aprendizado [Wassila e Tahar 2012]. Eles permitem que os alunos experimentem conceitos complexos de forma interativa, proporcionando *feedback* imediato e visual, o que é particularmente benéfico para o ensino de programação [Wu et al. 2012, Hicks 2010]. No entanto, sua aplicação exige cuidado para evitar um uso superficial que não explore plenamente seu potencial educativo [Bai et al. 2020, Toda et al. 2017].

Além disso, o ensino tradicional muitas vezes prioriza a sintaxe e a semântica em detrimento de estratégias de solução de problemas, o que pode levar a dificuldades na aplicação prática dos conceitos aprendidos [Iqbal Malik et al. 2020]. Para superar esses desafios, é essencial integrar metodologias inovadoras, como o uso de jogos, que incentivem a exploração e a experimentação, preparando os alunos para os desafios da era digital [Gregio 2004, Fidalgo Neto et al. 2009].

1.2. Construtivismo e Serious Games

O construtivismo defende que o aprendizado é uma construção ativa, baseada nas experiências individuais do aluno [Valadares 2011]. Essa abordagem é particularmente

relevante para o ensino de programação, pois enfatiza a prática, a exploração e a adaptação às necessidades de cada estudante [Jemmali et al. 2019]. No contexto dos *serious games*, o construtivismo sugere que os jogos devem promover expressividade e explorabilidade, permitindo que os alunos criem suas próprias estratégias e descubram soluções de forma autônoma [Vahldick et al. 2016].

A teoria construtivista é fundamentada em três princípios principais: (1) a representação individualizada do conhecimento, que considera as experiências únicas de cada indivíduo; (2) a atribuição de Piaget, que relaciona o aprendizado à detecção de inconsistências entre o conhecimento prévio e novas informações; e (3) a atribuição de Vygotsky, que enfatiza a importância do aprendizado em contextos sociais e comunitários [Obikwelu e Read 2012]. Esses princípios devem orientar o design de *serious games* que incentivam a interação, a colaboração e a resolução de problemas, alinhando-se às necessidades do ensino de Computação [Wu et al. 2012].

Além disso, os *serious games* construtivistas devem ser projetados para promover a motivação intrínseca, incentivando a curiosidade e o desejo de aprender por meio de desafios significativos e recompensas adaptativas [A. et al. 2015]. Essa abordagem não apenas aumenta o engajamento dos alunos, mas também desenvolve habilidades essenciais para o pensamento computacional, como a criatividade e a capacidade de resolver problemas de forma autônoma [Weintrop e Wilensky 2012].

1.3. Trabalhos Relacionados

Estudos gerais sobre engajamento e motivação [Malliarakis et al. 2013, Krassmann et al. 2015] investigaram o impacto de jogos em estudantes, isso entretanto não implica em aprofundar metodologias didáticas ou objetivos de aprendizagem específicos. Estes trabalhos avançam ao mapear estratégias de ensino e métodos de avaliação, como principais oferecimento dessas publicações.

Focando em subáreas de ensino, alguns trabalhos reduzem seus domínios, como Engenharia de Software [De Almeida Souza et al. 2017] ou Programação [Shahid et al. 2019], essas limitação talvez não contribua para integração uma visão ampla da Computação como um todo, como propõe esse trabalho.

Tabela 1. Comparação entre este trabalho e estudos anteriores

Estudo	Foco	Diferencial deste trabalho
[Malliarakis et al. 2013, Krassmann et al. 2015]	Motivação e engajamento	Análise detalhada de objetivos e metodologias
[De Almeida Souza et al. 2017]	Engenharia de Software	Abrangência de toda a Computação
[Bai et al. 2020]	Computação, Artes e Línguas	Foco exclusivo em Computação

A abrangência Multidisciplinar de outras publicações, em outro sentido, como em [Bai et al. 2020] que examinaram *serious games* em áreas como Artes e Línguas, além da Computação podem surtir efeitos semelhantes ao não enfatizar particularidades da Computação. O trabalho aqui apresentado especializa-se no ensino superior de Computação, fornecendo recomendações adaptadas às necessidades da área.

2. Planejamento

Este mapeamento foi conduzido seguindo as diretrizes de [Scannavino et al. 2017], dividindo o processo em três etapas: planejamento, execução e análise. Nesta seção, destacam-se os objetivos, questões de pesquisa e estratégia de busca.

2.1. Objetivos do mapeamento

Este estudo tem três objetivos inter-relacionados:

1. Analisar sistematicamente a aplicação de *serious games* no ensino superior de Computação, com foco nos gêneros, tópicos abordados e estratégias adotadas;
2. Avaliar criticamente os métodos de desenvolvimento, aplicação e avaliação encontrados na literatura, identificando lacunas e oportunidades;
3. Formular diretrizes baseadas em evidências para desenvolvimento e aplicação eficiente para futuros projetos.

2.2. Questões de pesquisa

Foram formuladas as seguintes questões de pesquisa, respondidas na Seção 3:

- Q1** - Quais são os gêneros de jogos mais aplicados no ensino de Computação?
Q2 - Quais conteúdos são mais abordados nessa estratégia?
Q3 - Quais métodos são usados para aplicar e avaliar a eficácia desses jogos?
Q4 - Existem métodos ou estratégias recomendados para o uso eficaz de jogos no ensino de Computação?
Q5 - Os jogos podem aumentar a motivação dos alunos ou melhorar seu aprendizado?
Q6 - Qual é o ganho de desempenho dos alunos com o uso de *serious games* em comparação ao ensino tradicional?

Alinhando essas questões aos objetivos desse mapeamento, observa-se que **Q1** e **Q2** abordam aspectos sobre a aplicação de *serious games* no ensino superior de Computação; **Q3** e **Q4** examinam métodos de avaliação; e por fim **Q5** e **Q6** analisam o impacto no aprendizado.

2.3. Fontes de pesquisa

As fontes selecionadas (*ACM Digital Library*, *IEEE Xplore*, *Scopus* e *ScienceDirect*) cobrem boa parte das publicações de alto impacto em Computação. A escolha baseou-se em suas relevâncias temáticas para educação tecnológica, suas indexações com periódicos da área e suas atualizações.

A busca abrangeu os anos de 2009 até 2024 como objetivo de refletir a maturação dos *serious games* na educação superior. O protocolo seguiu três etapas, a aplicação de strings de busca, a triagem baseada em título e resumo, e por fim, a análise completa dos estudos restantes. A ferramenta *Parsifal* automatizou o gerenciamento do processo.

2.4. Escolha de palavras-chave

As palavras-chave foram selecionadas com base nos objetivos do mapeamento, incluindo termos como *serious games*, *game-based learning* e *ensino de Computação*, além de sinônimos e variações semânticas.

- **Serious games:** ferramentas pedagógicas, jogos educacionais;
- **Game-based learning:** aprendizagem baseada em jogos, edu-gamificação;
- **Aprendizado em Computação:** ensino de programação, educação em Computação.

2.5. Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão e exclusão foram definidos para garantir a relevância dos estudos selecionados.

1. Critérios de inclusão:

- Estudos que aplicam *serious games* no ensino superior de Computação;
- Avaliações de eficácia e métodos de desenvolvimento;
- Materiais que contribuam para o design de *serious games*.

2. Critérios de exclusão:

- Jogos sem interatividade ou foco em Computação;
- Abordagens baseadas apenas em exercícios repetitivos;
- Estudos voltados para públicos fora do ensino superior.

Para mitigar viés na aplicação dos critérios, adotou-se clareza na definição, documentação das decisões e revisão contínua durante o processo.

2.6. Seleção dos estudos

A ferramenta *Parsifal* permitiu a identificação e descarte rápido de duplicatas. Assim, obtive-se 216 resultados, excluindo os artigos duplicados.

Após a análise dos artigos, considerando os critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 47 artigos que abordavam jogos sérios no tema, representando a diversidade dos estudos na área. A análise e síntese dos resultados do mapeamento obtido são descritos na Seção 3.

3. Análise

A análise realizada nesse levantamento considerou tanto dados quantitativos quanto qualitativos, analisando interpretativamente cada resultado observado, considerando caso a caso o conteúdo de cada retorno para descrever fenômenos observados, sendo que 47 publicações puderam colaborar para a apreciação dos parâmetros acerca do cenário.

Nas próximas seções, apresenta-se a síntese dos resultados obtidos nesse mapeamento, com destaque em como as 47 publicações puderam colaborar para a apreciação dos parâmetros acerca do cenário.

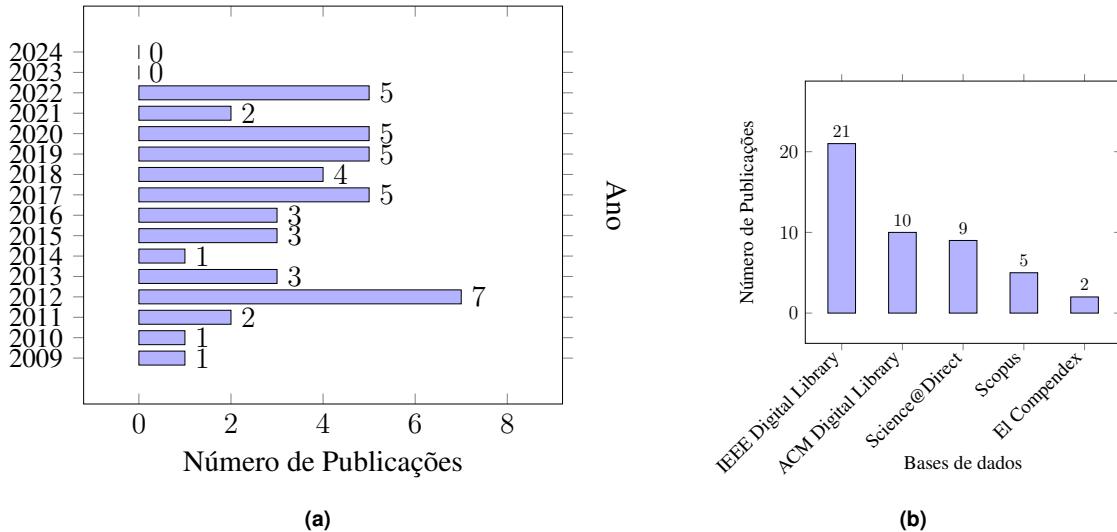
3.1. Síntese dos resultados

Das publicações aceitas nesse mapeamento, encontram-se trabalhos publicados desde 2009 até 2024, distribuídos ao longo desses anos conforme ilustrado na Figura 1a. Após aplicar a *string* de busca e os critérios de inclusão e exclusão, o número de publicações aceitas por fonte se apresentou conforme a distribuição observada na Figura 1b.

3.2. Jogos para ensino de Computação

No total, 25 jogos foram retornados e analizados, vindo dos artigos aprovados. Nota-se que alguns jogos são abordados por mais de um artigo, cabendo esclarecer que nem todos os artigos apresentavam um jogo.

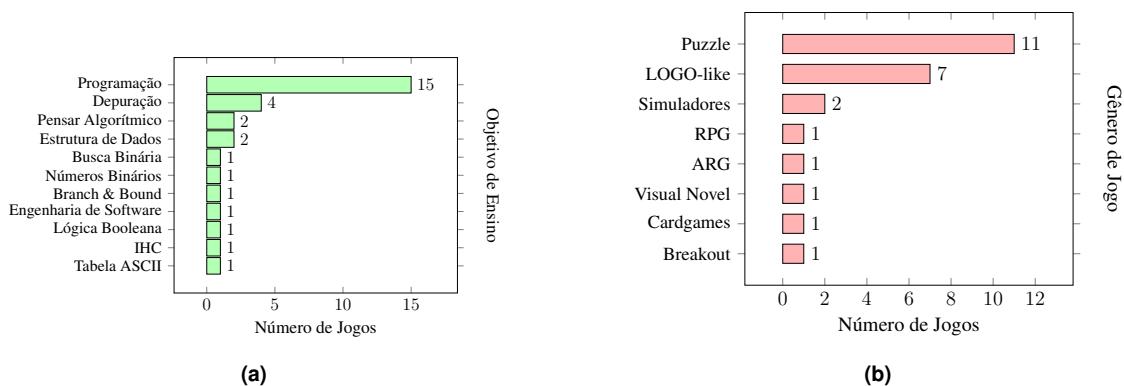
Na Figura 2a é ilustrado o gráfico de distribuição do número de jogos dos artigos aprovados por objetivo de ensino abordado. Observa-se a predominância dos jogos para

Figura 1. Número de publicações aceitas por ano e distribuição por fonte.

Fonte: o autor.

ensino de programação, seguidos por temas como depuração, pensamento algorítmico e estruturas de dados.

Já a Figura 2b apresenta o gráfico de distribuição do número de jogos por gênero. Nota-se a predominância de jogos de quebra-cabeça (*puzzle*) e LOGO-like, categoria de jogos onde o jogador programa ações de personagens ou entidades usando códigos ou pseudocódigos [Vahldick et al. 2015].

Figura 2. Número de jogos dos artigos aprovados para o mapeamento por objetivo de ensino e gênero de jogo.

Fonte: o autor.

3.3. Testes para avaliação dos jogos e de seus usos

A Tabela 2 lista como cada projeto foi testado em seus artigos.

Vários artigos aplicaram testes em seus jogos com grupos de jogadores, principalmente alunos de graduação. A maioria utilizou questionários com escala *Likert* ou opiniões escritas dos alunos. Alguns estudos realizaram pré-testes e pós-testes para comparar o desempenho dos alunos antes e após jogarem.

Tabela 2. Lista de testes para avaliação de jogos e suas aplicações observadas.

Publicação	Avaliação do jogo	Grupo de teste	Grupo de controle	Likert	Pré e pós-teste	Perguntas teóricas	<i>in-game feedback</i>	Avaliação valendo nota	Opinião do aluno	Teste T
[Shabanah e Chen 2009]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Hicks 2010]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Masso e Grace 2011]	×	✓	×	×	×	×	×	×	✓	×
[Liu et al. 2011]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Marques et al. 2012]	✓	✓	×	✓	×	×	✓	×	✓	×
[Wassila e Tahar 2012]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Kazimoglu et al. 2012b]	✓	✓	×	×	×	×	×	×	✓	×
[Kazimoglu et al. 2012a]	×	✓	×	×	×	×	×	×	✓	×
[Lee et al. 2013]	✓	✓	×	×	×	×	✓	×	×	×
[Hakulinen 2013]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Dörner e Spierling 2014]	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Vahldick et al. 2015]	✓	✓	×	×	×	×	×	×	×	✓
[Barreto et al. 2015]	✓	✓	×	×	✓	×	×	×	×	×
[Tsalikidis e Pavlidis 2016]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Wong et al. 2017]	✓	✓	×	×	✓	✓	×	×	✓	×
[Miljanovic e Bradbury 2017]	✓	✓	✓	×	✓	×	×	×	✓	✓
[Pieper et al. 2017]	✓	✓	×	✓	×	×	✓	×	×	×
[Hsu e Wang 2018]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	×	×	×
[Wong e Yatim 2018]	✓	✓	×	×	✓	✓	×	×	✓	×
[Topalli e Cagiltay 2018, Dörner e Spierling 2014]	×	✓	×	×	×	×	×	✓	×	✓
[Kannappan et al. 2019]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Jemmalí et al. 2019]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Aditya et al. 2019]	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[De Troyer et al. 2019]	✓	✓	✓	×	×	×	×	✓	×	✓
[Miljanovic e Bradbury 2020]	✓	✓	×	×	×	×	×	×	✓	✓
[Kazimoglu 2020]	✓	✓	×	✓	✓	✓	×	×	×	×
[Maskeliunas et al. 2020]	✓	✓	✓	✓	×	×	×	×	×	×
[Steinmauer et al. 2021]	✓	✓	×	✓	×	×	×	×	✓	×
[de Sales e Gabriel Antunes 2021]	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Paspallis et al. 2022]	✓	×	×	×	×	×	×	×	×	×
[Steinmauer et al. 2022]	✓	✓	×	✓	×	×	×	×	✓	×

Três trabalhos usaram *feedbacks* automáticos dos jogos para avaliação, enquanto outros adotaram notas para medir ganhos de aprendizado. Dois estudos destacaram-se por avaliar o uso e eficiência de *serious games* de forma geral [Dörner e Spierling 2014, de Sales e Gabriel Antunes 2021], e um propôs o uso de *Learning Analytics* para avaliação [Steinmauer et al. 2021].

3.4. Vantagens, efeitos e ganhos da aplicação de *serious games* no ensino de Computação

Jogos são eficazes para reduzir a distância entre teoria e prática, conforme destacado em [De Almeida Souza et al. 2017]. A Teoria da Carga Cognitiva sugere que jogos podem reduzir a sobrecarga mental ao empregar conceitos familiares [Pieper et al. 2017]. Além disso, jogos são recompensadores, inspirando e engajando os alunos mais do que métodos tradicionais [Krassmann et al. 2015].

Em [Hicks 2010], os autores destacam que a natureza abstrata da Computação pode desencorajar os alunos, e sugerem o uso de *serious games* para mitigar esse problema. Em [Marín et al. 2018], é destacada a eficácia dos jogos no ensino de programação, corroborada por [Mostafa e Faragallah 2019], que reforça a aplicação bem-sucedida de *serious games* em diversas áreas educacionais.

Vários trabalhos ([Wong et al. 2017], [Barreto et al. 2015], [Hsu e Wang 2018], [Wong e Yatim 2018], [Lee et al. 2013], [De Troyer et al. 2019], [Kazimoglu 2020], [Miljanovic e Bradbury 2020], [Miljanovic e Bradbury 2017] e [Marques et al. 2012]) apresentaram resultados positivos na aplicação de jogos no ensino de Computação, com ganhos de desempenho observados em testes com alunos. No entanto, a natureza desses testes não é unificada. Em [Dörner e Spierling 2014], os autores destacam a eficácia de aprender desenvolvendo jogos, uma abordagem alternativa.

Em vários casos ([Wong et al. 2017], [Kazimoglu et al. 2012a], [Pieper et al. 2017], [Masso e Grace 2011], [Kazimoglu et al. 2012b] e [Marques et al. 2012]), os autores destacam a aprovação dos alunos nas atividades com *serious games*. Por outro lado, em [Barreto et al. 2015], os alunos não aprovaram as atividades, ainda que havendo ganho de desempenho.

Em [Liu et al. 2011], os autores justificaram suas atividades com base na teoria do aprendizado, mas não realizaram testes, focando no modelo *Constructionist Serious Game Engine* (CSGE). Em [Hakulinen 2013], os autores argumentaram teoricamente a favor do uso de *Alternate Reality Games* (ARGs) para o ensino de Computação, sem testes práticos.

Em [Wong et al. 2017], foram utilizados os modelos *Technology Acceptance Model* (TAM) e *Technology-Enhanced Training Effectiveness Model* (TETEM), com resultados positivos em um estudo estatístico comparando grupos de controle e experimental.

Em [Vahldick et al. 2015], a imersão e a interação são destacadas como recursos essenciais para *serious games*. Em [Krassmann et al. 2015], há ganhos na aplicação, mas alerta-se para a necessidade de estratégias adequadas. Em [De Almeida Souza et al. 2017], critica-se o uso de jogos no ensino de Engenharia de Software, destacando a importância de alinhar jogos aos objetivos pedagógicos.

Em [Bai et al. 2020], os autores apresentam teorias e argumentos a favor do uso de jogos, com testes estatísticos envolvendo alunos de diferentes períodos escolares, embora o foco não seja exclusivo em Computação.

Por fim, em [Zhan et al. 2022], conclui-se que o uso de jogos no ensino de programação aumenta a motivação e o desempenho acadêmico.

3.5. Metodologias para desempenho, aplicação e avaliação

Poucos trabalhos detalharam o formato do desenvolvimento de seus respectivos *serious games*, com a maioria focando na apresentação dos jogos e resultados. A exceção é de [Malliarakis et al. 2013], que propõe o modelo *Christos, Maya and Xinogalos* (CMX) para o desenvolvimento de jogos voltados ao ensino de programação.

Em [Mayer 2012], são destacados problemas comuns nos modelos de desenvolvimento de *serious games*, como falta de clareza na aplicação, validação vaga e foco excessivo em *single player*. O estudo também aponta a falta de teorias, modelos operacionais e ferramentas genéricas.

Em [Longstreet e Cooper 2012], os autores propõem um metamodelo para criação de *serious games*, mas o documento é curto e vago. Em [Aragão e de Souza 2021], o foco é específico no desenvolvimento de jogos para ensino de métodos ágeis, como *Scrum* e *Extreme Programming* (XP), sendo pouco generalizável para outros casos.

Em [Johnson et al. 2016] e [Pellas e Vosinakis 2017], são apresentadas orientações para o desenvolvimento de jogos, com destaque para o modelo *Mechanic, Dynamic, Aesthetic* (MDA). Em [Zambon e Thiry 2018], as orientações são limitadas a *quizzes* e listas de exercícios. Em [Shabanah e Chen 2009], são sugeridos modelos como *Bloom Based Model*, *Gagne Based Model* e Construtivista.

Dos trabalhos analisados, apenas [Wassila e Tahar 2012] detalhou claramente os passos e estratégias para o desenvolvimento de jogos.

3.6. Resultados e discussões

O uso de *serious games* no ensino superior de Computação foi amplamente estudado, com um aumento crescente na popularidade do tema.

Os gêneros mais comuns são *puzzles* e *LOGO-like*, respondendo à **Q1**. Os temas mais ensinados são programação e depuração, respondendo à **Q2**.

Para **Q3**, a maioria das iniciativas avaliou a eficiência dos jogos com grupos de testes e *feedback* escrito pelos alunos. A escala *Likert* e pré/pós-testes foram menos utilizados, e poucos estudos exploraram *feedback* automatizado ou testes estatísticos.

Há uma lacuna crítica em *frameworks* robustos para o desenvolvimento de *serious games*, com o CMX sendo a única exceção observada nesse mapeamento. Isso responde à **Q4**, destacando a necessidade de metodologias claras e comprovadas.

As publicações sugerem que os jogos aumentam a motivação e o desempenho dos alunos, respondendo às **Q5** e **Q6**. A imersão é destacada como um aspecto chave para o sucesso dessas iniciativas.

Para avançar o campo, propõe-se criações de protocolos de desenvolvimento, aplicação de avaliação padronizados e a criação de *frameworks* que integrem melhor

teoria educacional e *design* de jogos. Estas direções poderiam tanto melhorar a prática docente quanto orientar pesquisas futuras.

4. Considerações finais

O objetivo deste artigo foi trazer uma visão geral da área e indicar pontos positivos e possíveis pontos de melhoria.

É possível, por se tratar de um tópico multidisciplinar, que alguns artigos relevantes tenham ficado fora do escopo deste mapeamento. No entanto, o estudo buscou abranger as principais fontes e metodologias, garantindo uma análise robusta e representativa.

Um ponto observado foi a falta de jogos sérios construtivistas para áreas específicas da Computação, como estruturas de dados, algoritmos e engenharia de software. A predominância de jogos para programação sugere uma oportunidade para o desenvolvimento de novas iniciativas que abordem esses temas.

Trabalhos futuros devem focar na aplicação e desenvolvimento de jogos educacionais baseados em *frameworks* robustos e replicáveis. Isso permitirá a criação de jogos de alta qualidade, adaptados a diversos conteúdos e contextos educacionais, ampliando o impacto dos *serious games* no ensino de Computação.

4.1. Ameaças à Validade

Este estudo apresenta algumas ameaças à validade:

- **Exclusão de estudos relevantes:** Artigos publicados em veículos menos tradicionais ou em idiomas não ingleses podem ter sido excluídos, limitando a abrangência do mapeamento.
- **Vieses subjetivos:** A aplicação dos critérios de inclusão e exclusão pode ter sido influenciada por interpretações subjetivas, apesar dos esforços para documentar e revisar as decisões.
- **Foco em serious games:** O estudo limitou-se a jogos com objetivos educacionais explícitos, excluindo outras abordagens gamificadas que também podem ser eficazes.

Para mitigar essas limitações, adotamos práticas como a documentação rigorosa das decisões, a revisão contínua dos critérios e a utilização de múltiplas bases de dados reconhecidas.

5. Agradecimentos

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e pela Comissão Gestora de Bolsas do PROEX-CCMC.

Referências

- A., S., Bijlani, K., e Jayakrishnan, R. (2015). An interactive serious game via visualization of real life scenarios to learn programming concepts. In *2015 6th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, pages 1–8.

- Aditya, S. J., Santoso, H. B., e Isal, R. Y. K. (2019). Developing a game-based learning for branch and bound algorithm. In *2019 International Conference on Advanced Computer Science and information Systems (ICACSI)*, pages 471–476.
- Aragão, P. A. P. e de Souza, R. C. G. (2021). Architectural diagram for educational games on agile methodologies. In *2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pages 1–6.
- Bai, S., Hew, K. F., e Huang, B. (2020). Does gamification improve student learning outcome? evidence from a meta-analysis and synthesis of qualitative data in educational contexts. *Educational Research Review*, 30:100322.
- Barreto, F., Benitti, F., e Sommariva, L. (2015). Evaluation of a game used to teach usability to undergraduate students in computer science. *Journal of Usability Studies*, 11:21–39.
- De Almeida Souza, M. R., Furtini Veado, L., Teles Moreira, R., Magno Lages Figueiredo, E., e Costa, H. A. X. (2017). Games for learning: bridging game-related education methods to software engineering knowledge areas. In *2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training Track (ICSE-SEET)*, pages 170–179.
- de Sales, A. B. e Gabriel Antunes, J. (2021). Evaluation of educational games usage satisfaction. In *2021 16th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pages 1–6.
- De Troyer, O., Lindberg, R., Maushagen, J., e Sajjadi, P. (2019). Development and evaluation of an educational game to practice the truth tables of logic. In *2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, volume 2161-377X, pages 92–96.
- Dörner, R. e Spierling, U. (2014). Serious games development as a vehicle for teaching entertainment technology and interdisciplinary teamwork: Perspectives and pitfalls. In *Proceedings of the 2014 ACM International Workshop on Serious Games, SeriousGames '14*, page 3–8, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Fidalgo Neto, A., Tornaghi, A., Meirelles, R., Berçot, F., Xavier, L., Castro, M., e Alves, L. (2009). The use of computers in brazilian primary and secondary schools. *Computers & Education*, 53(3):677–685.
- Gregio, B. M. A. (2004). A informática na educação: As representações sociais e o grande desafio do professor frente ao novo paradigma educacional. *Revista Digital da CVA*, 2(6).
- Hakulinen, L. (2013). Alternate reality games for computer science education. In *Proceedings of the 13th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, Koli Calling '13, page 43–50, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Hicks, A. (2010). Towards social gaming methods for improving game-based computer science education. In *Proceedings of the Fifth International Conference on the Foundations of Digital Games*, FDG '10, page 259–261, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.

- Hsu, C.-C. e Wang, T.-I. (2018). Applying game mechanics and student-generated questions to an online puzzle-based game learning system to promote algorithmic thinking skills. *Computers & Education*, 121:73–88.
- Iqbal Malik, S., Al-Emran, M., Mathew, R., Tawafak, R., e Alfarsi, G. (2020). Comparison of e-learning, m-learning and game-based learning in programming education: A gendered analysis. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15:133–146.
- Jemmalí, C., Kleinman, E., Bunian, S., Almeda, M. V., Rowe, E., e El-Nasr, M. S. (2019). Using game design mechanics as metaphors to enhance learning of introductory programming concepts. In *Proceedings of the 14th International Conference on the Foundations of Digital Games*, FDG '19, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Johnson, C., McGill, M., Bouchard, D., Bradshaw, M. K., Bucheli, V. A., Merkle, L. D., Scott, M. J., Sweedyk, Z., Velázquez-Iturbide, J. A., Xiao, Z., e Zhang, M. (2016). Game development for computer science education. In *Proceedings of the 2016 ITiCSE Working Group Reports*, ITiCSE '16, page 23–44, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Kannappan, V. T., Fernando, O. N. N., Chattopadhyay, A., Tan, X., Hong, J. Y. J., Seah, H. S., e Lye, H. E. (2019). La petite fee cosmo: Learning data structures through game-based learning. In *2019 International Conference on Cyberworlds (CW)*, pages 207–210.
- Kazimoglu, C. (2020). Enhancing confidence in using computational thinking skills via playing a serious game: A case study to increase motivation in learning computer programming. *IEEE Access*, 8:221831–221851.
- Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., e MacKinnon, L. (2012a). Learning programming at the computational thinking level via digital game-play. *Procedia Computer Science*, 9:522–531. Proceedings of the International Conference on Computational Science, ICCS 2012.
- Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., e Mackinnon, L. (2012b). A serious game for developing computational thinking and learning introductory computer programming. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 47:1991–1999. Cyprus International Conference on Educational Research (CY-ICER-2012)North Cyprus, US08-10 February, 2012.
- Kitchenham, B. A. e Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical Report EBSE 2007-001, Keele University and Durham University Joint Report.
- Krassmann, A. L., Paschoal, L. N., Falcade, A., e Medina, R. D. (2015). Evaluation of game-based learning approaches through digital serious games in computer science higher education: A systematic mapping. In *2015 14th Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames)*, pages 43–51.
- Lee, M. J., Ko, A. J., e Kwan, I. (2013). In-game assessments increase novice programmers' engagement and level completion speed. In *Proceedings of the AragãoNinth Annual International ACM Conference on International Computing*

- Education Research, ICER '13*, page 153–160, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Liu, C.-C., Cheng, Y.-B., e Huang, C.-W. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, 57(3):1907–1918.
- Longstreet, C. S. e Cooper, K. M. (2012). Developing a meta-model for serious games in higher education. In *2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies*, pages 684–685.
- Malliarakis, C., Satratzemi, M., e Xinogalos, S. (2013). A holistic framework for the development of an educational game aiming to teach computer programming. volume 1.
- Marín, B., Frez, J., Cruz-Lemus, J., e Genero, M. (2018). An empirical investigation on the benefits of gamification in programming courses. *ACM Trans. Comput. Educ.*, 19(1).
- Marques, B. R. C., Levitt, S. P., e Nixon, K. J. (2012). Software visualisation through video games. In *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference, SAICSIT '12*, page 206–215, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Maskeliunas, R., Kulikajevas, A., Blazauskas, T., Damasevicius, R., e Swacha, J. (2020). An interactive serious mobile game for supporting the learning of programming in javascript in the context of eco-friendly city management. *Computers*, 9:102.
- Masso, N. e Grace, L. (2011). Shapemaker: A game-based introduction to programming. In *2011 16th International Conference on Computer Games (CGAMES)*, pages 168–171.
- Mayer, I. (2012). Towards a comprehensive methodology for the research and evaluation of serious games. *Procedia Computer Science*, 15:233–247. 4th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications(VS-GAMES'12).
- Miljanovic, M. A. (2019). Enhancing computer science education with adaptive serious games. In *Proceedings of the 2019 ACM Conference on International Computing Education Research, ICER '19*, page 341–342, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Miljanovic, M. A. e Bradbury, J. S. (2017). Robobug: A serious game for learning debugging techniques. In *Proceedings of the 2017 ACM Conference on International Computing Education Research, ICER '17*, page 93–100, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Miljanovic, M. A. e Bradbury, J. S. (2020). Gidgetml: An adaptive serious game for enhancing first year programming labs. In *2020 IEEE/ACM 42nd International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training (ICSE-SEET)*, pages 184–192.
- Mostafa, M. e Faragallah, O. S. (2019). Development of serious games for teaching information security courses. *IEEE Access*, 7:169293–169305.

- Obikwelu, C. e Read, J. (2012). The serious game constructivist framework for children's learning. *Procedia Computer Science*, 15:32–37.
- PARSIFAL (2022). About parsifal: Learn more about the project and our goals. <https://parsif.al/about/>. Accessed: 2022-02-11.
- Paspallis, N., Kasenides, N., e Piki, A. (2022). A software architecture for developing distributed games that teach coding and algorithmic thinking. In *2022 IEEE 46th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)*, pages 101–110. IEEE.
- Pellas, N. e Vosinakis, S. (2017). How can a simulation game support the development of computational problem-solving strategies? In *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 1129–1136.
- Pieper, J., Lueth, O., Goedicke, M., e Forbrig, P. (2017). A case study of software engineering methods education supported by digital game-based learning: Applying the semat essence kernel in games and course projects. In *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 1689–1699.
- Scannavino, K. R. F., Nakagawa, E. Y., Fabbri, S. C. P. F., e Ferrari, F. C. (2017). Revisão sistemática da literatura em engenharia de software: teoria e prática.
- Shabanah, S. e Chen, J. X. (2009). Simplifying algorithm learning using serious games. In *Proceedings of the 14th Western Canadian Conference on Computing Education, WCCCE '09*, page 34–41, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Shahid, M., Wajid, A., Haq, K. U., Saleem, I., e Shujja, A. H. (2019). A review of gamification for learning programming fundamental. In *2019 International Conference on Innovative Computing (ICIC)*, pages 1–8.
- Steinmauer, A., Eckhard, D., Dreveny, J., e Gütl, C. (2022). Developing and evaluating a multiplayer game mode in a programming learning environment. In *2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)*, pages 1–8. IEEE.
- Steinmauer, A., Tilanthe, A. K., e Gütl, C. (2021). Designing and developing a learning analytics platform for the coding learning game school. In *Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning*, pages 547–558. Springer.
- Toda, A. M., Valle, P. H., e Isotani, S. (2017). The dark side of gamification: An overview of negative effects of gamification in education. In *Researcher links workshop: higher education for all*, pages 143–156. Springer.
- Topalli, D. e Cagiltay, N. E. (2018). Improving programming skills in engineering education through problem-based game projects with scratch. *Computers & Education*, 120:64–74.
- Tsalikidis, K. e Pavlidis, G. (2016). jlegends: Online game to train programming skills. In *2016 7th International Conference on Information, Intelligence, Systems Applications (IISA)*, pages 1–6.
- Vahldick, A., Mendes, A., e Marcelino, M. (2015). Analysing the enjoyment of a serious game for programming learning with two unrelated higher education audiences.

- Vahldick, A., Mendes, A. J., e Marcelino, M. J. (2016). Towards a constructionist serious game engine. In *Proceedings of the 17th International Conference on Computer Systems and Technologies 2016*, CompSysTech '16, page 361–368, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Valadares, J. (2011). A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(1):36–57.
- Wassila, D. e Tahar, B. (2012). Using serious game to simplify algorithm learning. In *International Conference on Education and e-Learning Innovations*, pages 1–5.
- Weintrop, D. e Wilensky, U. (2012). Redefining constructionist video games: Marrying constructionism and video game design.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.
- Wong, Y. S., Hayati, I. M., Yatim, M., e Hoe, T. W. (2017). A propriety game based learning mobile game to learn object-oriented programming — odyssey of phoenix. In *2017 IEEE 6th International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, pages 426–431.
- Wong, Y. S. e Yatim, M. H. M. (2018). A propriety multiplatform game-based learning game to learn object-oriented programming. In *2018 7th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, pages 278–283.
- Wu, W.-H., Chiou, W.-B., Kao, H.-Y., Alex Hu, C.-H., e Huang, S.-H. (2012). Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases. *Computers & Education*, 59(4):1153–1161.
- Zambon, C. e Thiry, M. (2018). Ludic practices to support the development of software engineering educational games: A systematic review. In *2018 XLIV Latin American Computer Conference (CLEI)*, pages 794–802.
- Zhan, Z., He, L., Tong, Y., Liang, X., Guo, S., e Lan, X. (2022). The effectiveness of gamification in programming education: Evidence from a meta-analysis. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, page 100096.