

StarWalker: Uma Abordagem Gamificada para o Ensino de Algoritmos de Otimização em Grafos Baseada em Evidências

**Leandro Silva Novakosky¹, Maurilio Martins Campano Junior^{1,2},
Linnyer Beatrys Ruiz Aylon¹**

¹Manna Team

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PCC)

Maringá - PR - Brazil

²Engenharia de Software – UniCesumar

Maringá – PR – Brazil

maurilio.campanojr@gmail.com, lbruiz@uem.br

Abstract. *The teaching of Graph Theory presents significant challenges due to the abstraction of search and optimization algorithms. This paper conducts a Systematic Literature Mapping to investigate the state of the art of educational games in this area. The analysis of 10 selected studies evidenced the predominance of the Puzzle genre and the scarcity of tools focused on the step-by-step construction of minimum spanning trees. Based on these gaps, we propose the development of StarWalker, a digital game designed to assist in the practical understanding of algorithms such as Dijkstra, Prim, and Kruskal, integrating resource management mechanics into graph problem-solving.*

Resumo. *O ensino de Teoria dos Grafos apresenta desafios significativos devido à abstração dos algoritmos de busca e otimização. Este artigo conduz um Mapeamento Sistemático da Literatura para investigar o estado da arte dos jogos educativos nesta área. A análise de 10 estudos selecionados evidenciou a predominância do gênero Puzzle e a escassez de ferramentas focadas na construção passo a passo de árvores geradoras mínimas. Com base nessas lacunas, propõe-se o desenvolvimento do StarWalker, um jogo digital projetado para auxiliar na compreensão prática de algoritmos como Dijkstra, Prim e Kruskal, integrando mecânicas de gerenciamento de recursos à resolução de problemas em grafos.*

1. Introdução

A Teoria dos Grafos constitui um dos pilares fundamentais da Ciência da Computação, fornecendo a base matemática para a modelagem de problemas complexos, desde redes de computadores até otimização logística [Netto 2003]. No entanto, o ensino desta disciplina, assim como de outras áreas teóricas da computação, enfrenta desafios significativos [Fukao et al. 2023, Mundim et al. 2025]. A natureza abstrata dos algoritmos de busca e otimização muitas vezes resulta em dificuldades de aprendizado e desmotivação por parte dos estudantes, que lutam para visualizar a aplicação prática dos conceitos.

Neste cenário, os jogos educativos emergem como uma estratégia pedagógica promissora. Conforme destacam Nipo et al. (2022), os jogos são plataformas complexas e atrativas onde os estudantes encontram entretenimento enquanto desenvolvem

habilidades cruciais para a resolução de problemas. A capacidade dos jogos de fornecer *feedback* imediato e permitir a experimentação em um ambiente seguro alinha-se com a necessidade de metodologias ativas no ensino de computação, transformando o aluno de um receptor passivo em um agente construtor do seu próprio conhecimento [Campano Junior et al. 2020].

Apesar do potencial reconhecido, a adoção efetiva de jogos em sala de aula carece de um entendimento claro sobre as ferramentas disponíveis. Embora existam mapeamentos sistemáticos sobre o uso de jogos em áreas correlatas, como Circuitos Digitais [Santini et al. 2023], Estrutura de Dados [Julio et al. 2024] e Sistemas Operacionais [Camargo et al. 2024], observa-se uma escassez de estudos secundários que sintetizem o estado da arte especificamente para o ensino de Teoria dos Grafos.

Diante dessa lacuna, este trabalho apresenta duas contribuições principais, primeiramente conduz-se um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) para investigar como jogos educativos têm sido utilizados para o ensino de grafos nos últimos anos, identificando gêneros, plataformas e conceitos abordados. Em segundo lugar, com base nas oportunidades identificadas pelo mapeamento, propõe-se o desenvolvimento do *StarWalker*, um protótipo de jogo digital focado no ensino de algoritmos de otimização (Dijkstra, Prim e Kruskal) através de mecânicas de gerenciamento de recursos em grafos ponderados.

O restante deste artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta a fundamentação teórica e trabalhos relacionados; a Seção 3 detalha a metodologia do mapeamento sistemático; a Seção 4 discute os resultados obtidos na revisão de literatura; a Seção 5 descreve a proposta e o protótipo do jogo *StarWalker*; e a Seção 6 apresenta as conclusões e perspectivas de trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção apresenta os conceitos fundamentais que alicerçam o desenvolvimento deste trabalho, abordando a metodologia de Mapeamento Sistemático da Literatura, o papel dos jogos educativos no ensino de Computação e os trabalhos relacionados que investigaram o estado da arte em disciplinas correlatas.

2.1. Mapeamento Sistemático da Literatura

O Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL) é um método de pesquisa secundária utilizado para fornecer uma visão abrangente sobre uma área de estudo, permitindo identificar a quantidade de evidências disponíveis e as lacunas existentes. Segundo Kitchenham e Charters (2007), este método difere de uma Revisão Sistemática convencional por focar em uma classificação mais ampla e quantitativa dos trabalhos, sendo ideal para descrever o estado da arte de um tópico emergente ou pouco explorado.

Para garantir a qualidade e a repetibilidade do estudo, o MSL adota um protocolo sistemático que estrutura o processo em três fases principais: (i) Planejamento, na qual são definidas as questões de pesquisa e o protocolo de busca; (ii) Condução, que envolve a execução das buscas e a seleção dos estudos primários com base em critérios de inclusão e exclusão; e (iii) Relato, na qual os dados são extraídos e sintetizados [Kitchenham and Charters 2007].

Conforme apontam dos Santos e de Freitas (2017) e Proença e Silva (2016), a aplicação rigorosa de filtros e strings de busca é essencial para mitigar ameaças à validade e assegurar que o mapeamento reflita fielmente o cenário acadêmico, equilibrando a sensibilidade (encontrar todos os documentos relevantes) e a precisão (evitar ruído excessivo nos resultados).

2.2. Jogos Educativos no Ensino de Computação

A utilização de jogos digitais como ferramenta pedagógica transcende o entretenimento, consolidando-se como uma estratégia eficaz de aprendizagem ativa. Nipo et al. (2022) definem os jogos como plataformas complexas que permitem o desenvolvimento de habilidades cognitivas e a resolução de problemas em um ambiente seguro e engajador.

No contexto da Ciência da Computação, disciplinas que envolvem conceitos abstratos beneficiam-se da interatividade proporcionada pelos jogos. Campano Junior et al. (2020) argumentam que a mecânica de jogo oferece ao aluno a liberdade de explorar o ambiente e manipular objetos de aprendizagem no seu próprio ritmo, favorecendo a assimilação de conteúdos teóricos. Além disso, Panosso et al. (2015) destacam que jogos educativos eficazes devem apresentar elementos claros de desafio, *feedback* imediato e sistemas de recompensa, características que aumentam a motivação intrínseca do estudante e incentivam a persistência na resolução de problemas complexos.

2.3. Trabalhos Relacionados

Diversos estudos secundários têm sido conduzidos para compreender como jogos educativos são aplicados em disciplinas fundamentais da Computação, especialmente aquelas com altos índices de reprovação ou dificuldade conceitual.

No âmbito de *hardware* e lógica, Santini et al. (2023) conduziram um mapeamento sistemático sobre jogos para o ensino de Circuitos Digitais, identificando 13 ferramentas que auxiliam na compreensão de portas lógicas e binários. De forma similar, Santini et al. (2022) mapearam 9 jogos voltados para Linguagens Formais e Autômatos (LFA), ressaltando que a abstração teórica da disciplina é a principal motivadora para o uso de abordagens lúdicas.

Para a disciplina de Estrutura de Dados, Julio et al. (2024) identificaram 16 jogos que abordam conceitos como pilhas, filas e listas, notando também uma forte presença de simuladores visuais. Já no contexto de Sistemas Operacionais, Camargo et al. (2024) e Camargo et al. (2025) mapearam 16 jogos focados em gerenciamento de processos e escalonamento, com predominância dos gêneros de estratégia e puzzle. Mais recentemente, Luccas et al. (2025) investigaram jogos sérios no ensino superior de computação, apontando uma concentração de trabalhos em ensino de programação introdutória e uma carência de validações metodológicas rigorosas.

A análise destes trabalhos relacionados evidencia uma lacuna significativa, embora existam mapeamentos consolidados para LFA, Estrutura de Dados e Circuitos, não foi identificado um mapeamento sistemático recente dedicado especificamente ao uso de jogos para Teoria dos Grafos. Esta constatação justifica a realização do presente estudo, que busca não apenas preencher essa lacuna de pesquisa, mas também propor uma ferramenta (*StarWalker*) desenhada a partir das necessidades identificadas no cenário atual.

3. Metodologia

A metodologia deste trabalho foi estruturada em duas fases distintas e complementares. A primeira fase consistiu em um Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL), conduzido com o objetivo de identificar o estado da arte sobre o uso de jogos educativos no ensino de Teoria dos Grafos. A segunda fase compreendeu a proposta e implementação de um protótipo de jogo digital, concebido para mitigar as lacunas identificadas durante o mapeamento.

3.1. Mapeamento Sistemático da Literatura

O protocolo deste mapeamento baseou-se nas diretrizes propostas por [Kitchenham and Charters 2007, Petersen et al. 2008], visando uma revisão rigorosa e replicável. O processo foi dividido nas etapas de planejamento, condução e análise dos resultados.

3.1.1. Questões de Pesquisa

O objetivo principal deste mapeamento é investigar a viabilidade e a efetividade do uso de jogos no ensino de grafos. Para atingir este objetivo, foram definidas sete Questões de Pesquisa (QPs) que norteiam a extração de dados:

- **QP1:** Quais são os gêneros dos jogos encontrados?
- **QP2:** Quais conceitos específicos de Teoria dos Grafos são abordados?
- **QP3:** Os jogos propostos foram avaliados em ambiente de sala de aula?
- **QP4:** Caso avaliados, quais foram os resultados obtidos e qual o nível de ensino (médio, superior) da aplicação?
- **QP5:** Para quais plataformas (*desktop*, *mobile*, *web*) os jogos foram desenvolvidos?
- **QP6:** Quais linguagens de programação e ferramentas foram utilizadas no desenvolvimento?
- **QP7:** O jogo encontra-se disponível para *download* ou acesso público?

3.1.2. Fontes de Busca e String de Pesquisa

As buscas foram realizadas nas bases de dados *IEEE Xplore*, *SBC OpenLib* (SOL) e *Google Scholar*. A escolha destas fontes visou cobrir tanto a literatura internacional quanto as publicações relevantes no cenário nacional.

Para a construção da *string* de busca, foram definidos quatro grupos de termos, combinando palavras-chave em português e inglês relacionadas a jogos educativos e algoritmos de grafos. A *string* lógica utilizada foi definida como $((E1 \wedge E2) \vee (E3 \wedge E4))$, onde:

- **E1 (Jogos PT):** (“jogo educacional” OR “jogo sério”)
- **E2 (Grafos PT):** (“grafo” OR “teoria dos grafos” OR “algoritmos de grafos” OR “conceito de grafos” OR “dijkstra” OR “kruskal” OR “prim” OR “busca em largura” OR “busca em profundidade”)
- **E3 (Jogos EN):** (“educational game” OR “serious game”)

- **E4 (Grafos EN):** (“graph” OR “graph theory” OR “graphs algorithms” OR “concept of graphs” OR “dijkstra” OR “kruskal” OR “prim” OR “breadth-first search” OR “depth-first search”)

3.1.3. Critérios de Seleção

Para garantir a relevância e o alinhamento dos trabalhos recuperados com os objetivos da pesquisa, foram estabelecidos critérios de seleção aplicados durante a triagem de títulos, resumos e leitura completa. A Tabela 1 apresenta os Critérios de Inclusão (CI) e Exclusão (CE) utilizados neste mapeamento.

Tabela 1. Critérios de Inclusão e Exclusão

ID	Descrição
<i>Critérios de Inclusão</i>	
CI1	Estudos que propõem ou analisam jogos no contexto de Teoria dos Grafos.
CI2	Trabalhos que abordam explicitamente metodologias de ensino de grafos.
CI3	Estudos que relatam a aplicação prática ou validação do jogo desenvolvido.
<i>Critérios de Exclusão</i>	
CE1	Artigos publicados fora do período estabelecido (últimos 8 anos).
CE2	Trabalhos que não tratam de Educação em Computação.
CE3	Artigos duplicados (considerando-se apenas a versão mais completa).

3.2. Fluxo de Seleção e Desenvolvimento

O processo de seleção dos estudos seguiu um fluxo sistemático de filtragem. A Figura 1 ilustra as etapas percorridas desde a busca inicial até a inclusão final dos artigos para extração de dados, bem como a etapa subsequente de desenvolvimento do protótipo.

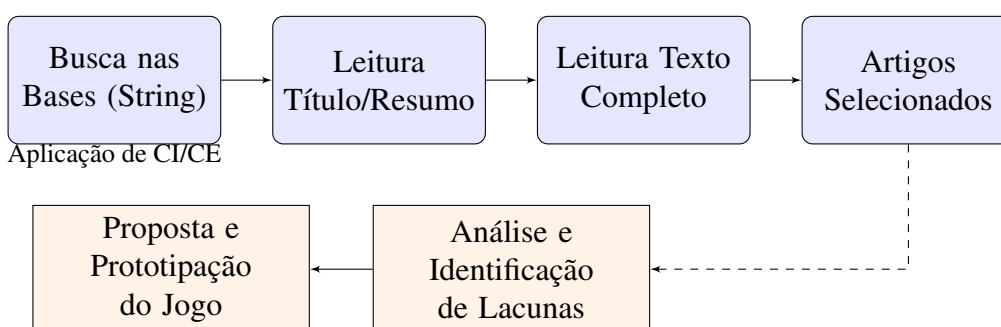


Figura 1. Fluxo da Metodologia: Do Mapeamento à Prototipação

Após a consolidação dos dados do mapeamento, identificou-se a oportunidade para o desenvolvimento de uma nova ferramenta. A etapa de prototipação seguiu um ciclo iterativo, focando nas mecânicas pouco exploradas pela literatura vigente, conforme detalhado nas seções subsequentes.

4. Resultados e Discussão

A execução do protocolo de mapeamento resultou inicialmente em 275 trabalhos. Após a aplicação dos filtros em três etapas (leitura de metadados, leitura de resumo e leitura completa), selecionou-se um conjunto final de 10 artigos relevantes para a extração de dados. A Tabela 2 detalha a redução do volume de trabalhos por base de dados.

Tabela 2. Resultados da Seleção por Fonte de Busca

Base	Busca Inicial	Filtro 1 (Título/Resumo)	Seleção Final
Google Scholar	130	7	6
SBC OpenLib	195	3	2
IEEE Xplore	50	7	2
Total	275	17	10

Os 10 trabalhos selecionados, listados na Tabela 3, foram submetidos à extração de dados para responder às Questões de Pesquisa (QPs).

Tabela 3. Jogos Educativos Selecionados

ID	Jogo	Ref.	ID	Jogo	Ref.
J01	Cadê Minha Pizza?	[Honda et al. 2023]	J06	Missão Aspirapó	[Santos et al. 2025]
J02	Circuito Carioca	[Braga and Sasaki 2025]	J07	O Sequestro de Magrafo	[Alencar et al. 2020]
J03	Formigas em Grafo	[Santos and Ferreira 2021]	J08	StarDust	[Melo et al. 2019]
J04	Formigrafo	[Correa et al. 2022]	J09	Treasure Hunt Road	[Padia et al. 2023]
J05	Graph Defender	[Pavani et al. 2023]	J10	QuestionLed	[Ramle et al. 2019]

4.1. Gêneros e Conceitos Abordados (QP1 e QP2)

A Figura 2 apresenta a caracterização técnica e pedagógica dos jogos selecionados. A análise dos gêneros (QP1), detalhada na Figura 2(a), revela uma predominância de *Puzzles* (50%). Essa escolha justifica-se pela natureza da Teoria dos Grafos, na qual problemas como “caminho mínimo” ou “caixeiro viajante” traduzem-se naturalmente em mecânicas de quebra-cabeça. Jogos de tabuleiro e Quiz aparecem como alternativas para fixação, enquanto o *Tower Defense* demonstra uma abordagem criativa para algoritmos de travessia.

Paralelamente, a Figura 2(b) ilustra os conteúdos abordados (QP2), evidenciando um equilíbrio entre conceitos básicos e algoritmos clássicos. Nota-se que o problema do Caminho Mínimo e algoritmos de busca (BFS/DFS) são os tópicos mais explorados, cobrindo 60% das propostas, o que sugere uma tendência em gamificar algoritmos com apelo visual dinâmico.

4.2. Avaliação e Metodologia (QP3 e QP4)

A validação dos jogos em ambiente de ensino (QP3) mostrou-se presente na maioria dos trabalhos, sendo que dos 10 jogos mapeados, 8 relataram aplicação em sala de aula ou testes com usuários. Apenas J04 e J08 não apresentaram dados de avaliação com estudantes.

A Figura 3 compara o tamanho das amostras utilizadas nas avaliações. Destaca-se o trabalho J09, com uma amostra robusta de 106 participantes e validação estatística

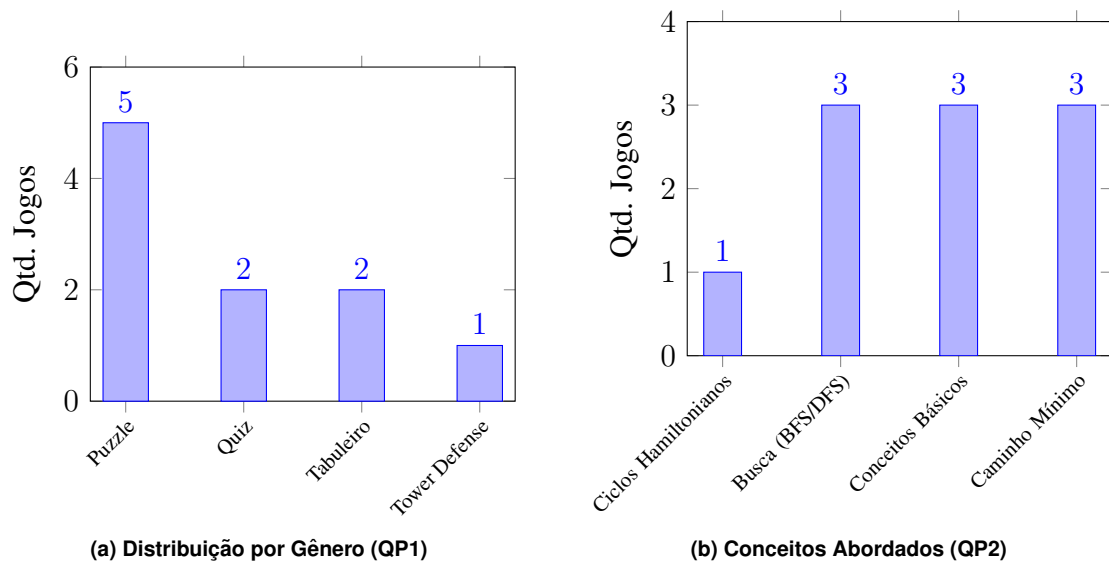


Figura 2. Caracterização dos jogos selecionados quanto ao (a) Gênero e (b) Conceito de Grafos.

(Teste Z). A maioria dos estudos, contudo, utilizou amostras menores (entre 4 e 34 participantes), características de estudos de caso exploratórios.

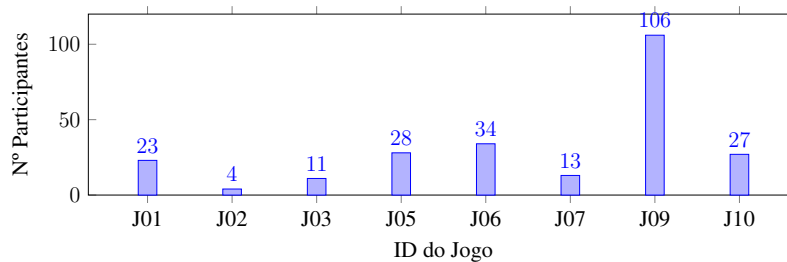


Figura 3. Número de Participantes nos Testes de Avaliação

Em relação aos instrumentos de avaliação, houve diversidade metodológica. O modelo MEEGA+ e suas variações (Kids) foram utilizados em J01 e J07. O questionário PAJED foi aplicado em J03 e J06. Outros trabalhos optaram por escalas de *Likert ad-hoc* e análise de pré/pós-teste. De modo geral, os resultados reportados foram positivos, indicando aumento de engajamento e motivação, embora alguns trabalhos (J01 e J10) tenham apontado falhas na clareza dos objetivos e usabilidade.

Quando analisamos o nível de ensino no qual o trabalho está inserido, J01 e J09 não especificaram o nível de ensino, outros abrangeram desde o ensino fundamental (J07) e médio (J06) até a graduação (J03, J05, J10) e pós-graduação (J02).

4.3. Aspectos Técnicos: Plataforma e Linguagem (QP5 e QP6)

A análise técnica indica uma forte tendência ao uso de Computadores Pessoais e da *engine Unity*. Conforme apresentam as Figuras 4a e 4b, metade dos jogos foi desenvolvida para PC, e o C# (via Unity) foi a linguagem predominante, utilizada em 50% das implementações. Isso reflete a facilidade de prototipagem visual que a *engine* oferece.

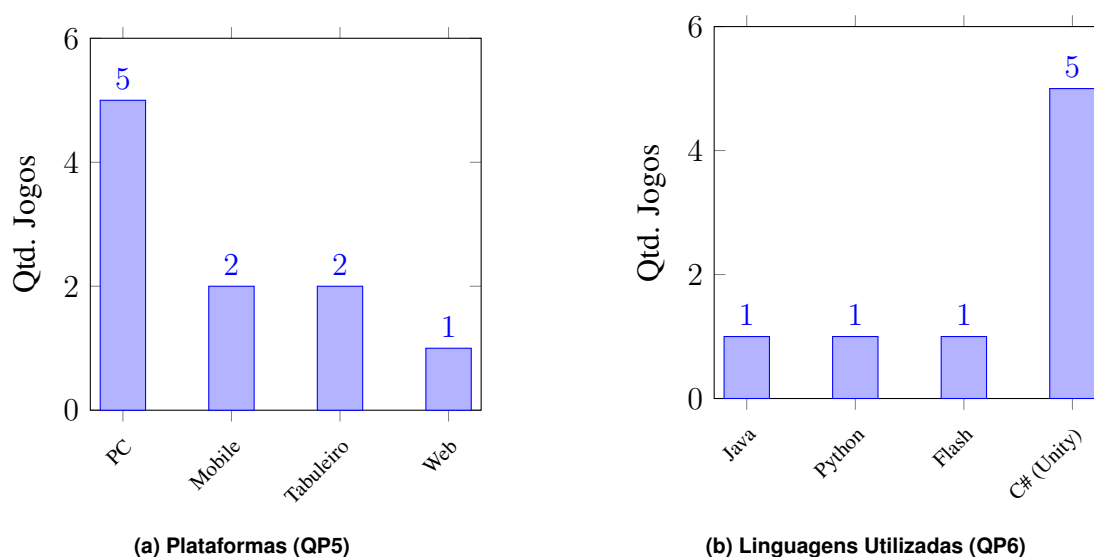


Figura 4. Aspectos Técnicos: (a) Plataformas de desenvolvimento e (b) Linguagens utilizadas.

4.4. Disponibilidade e Acesso (QP7)

A disponibilidade dos artefatos mostrou-se o ponto mais crítico deste mapeamento, evidenciando um desafio para a replicabilidade dos estudos e o uso prático em sala de aula. Embora 40% dos trabalhos (J03, J05, J07) e o jogo de tabuleiro J02 tenham mencionado explicitamente a disponibilização dos jogos em seus textos, a verificação realizada durante este estudo constatou uma alta taxa de links inativos.

No momento da escrita deste trabalho, apenas o jogo *Graph Defender* (J05) [Pavani et al. 2023] encontra-se ativo e acessível para *download*¹. Os demais artefatos não puderam ser recuperados. A ausência desses arquivos impede que outros docentes reproduzam a experiência física proposta, limitando a contribuição prática dos estudos à comunidade.

5. Proposta e Desenvolvimento: *StarWalker*

Com base nas lacunas identificadas pelo Mapeamento Sistemático, especificamente a carência de jogos que abordem a construção passo a passo de algoritmos de otimização (Caminho Mínimo e Árvore Geradora Mínima), este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo de jogo educacional *StarWalker*.

Trata-se de um jogo do gênero *Puzzle* e *Estratégia*, na qual o jogador assume o papel de uma entidade espacial responsável por restabelecer conexões interestelares. O objetivo pedagógico central é o ensino prático de algoritmos de grafos, com foco em *Dijkstra*, *Prim* e *Kruskal*.

5.1. Conceito e Dinâmica de Jogo

O jogo emprega a metáfora visual de constelações para representar grafos, na qual estrelas funcionam como vértices (V) e rotas de luz como arestas ponderadas (E). Sob a ótica da

¹Disponível em: <https://mega.nz/folder/x6FxEsBD#qXq-CWB6AbKHwV6QCXYqHA>

Taxonomia de Bloom, esta abordagem busca superar as limitações de mecânicas passivas baseadas em *quizzes*, que geralmente restringem-se aos níveis cognitivos inferiores de Memorização e Compreensão. Em contraste, o *StarWalker* exige que o aluno construa a solução ativamente, aresta por aresta. Ao demandar a tomada de decisão sobre qual conexão ativar para otimizar o custo, o jogo estimula níveis cognitivos superiores, como Aplicação e Análise, reforçando o pensamento algorítmico através da seguinte sequência lógica:

1. Apresentação do Desafio: O jogador entra em uma fase (um grafo desconexo ou parcialmente conexo) e recebe uma missão algorítmica. Exemplo: “Reconstrua a rota mais eficiente entre a Estrela A e a Estrela G” (Problema do Caminho Mínimo) ou “Ative todas as conexões com o menor gasto de energia” (Problema da Árvore Geradora Mínima).
2. Tomada de Decisão: O jogador analisa os pesos das arestas (representados pelo custo de energia ou distância luminosa).
3. Interação: Ocorre a seleção das arestas clicando-se nas conexões entre estrelas. Ao ativar uma aresta, o recurso “Energia” é consumido proporcionalmente ao peso daquela aresta.
4. *Feedback* Imediato: O sistema valida a escolha em tempo real. Se a aresta escolhida viola a regra do algoritmo (ex: cria um ciclo desnecessário em um desafio de Kruskal), o jogo alerta visualmente ou impede a ação.
5. Conclusão e Avanço: Ao satisfazer a condição de parada do algoritmo com a otimização correta, a constelação se “ilumina” completamente e o jogador avança para uma região estelar mais complexa.

A Figura 5 apresenta o protótipo da interface em desenvolvimento, destacando a visualização do grafo e o sistema de seleção de rotas.

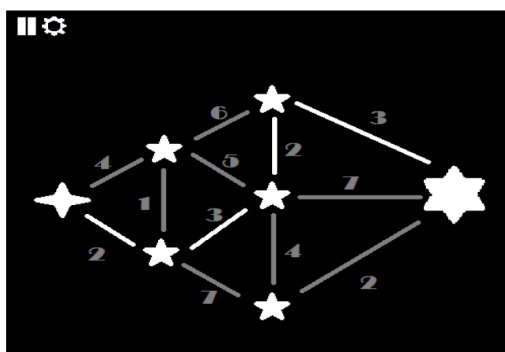


Figura 5. Interface do protótipo StarWalker: seleção de caminho em um grafo ponderado.

5.2. Elementos de Game Design (GDD)

Para garantir a aderência ao público-alvo, estudantes do ensino médio e ingressantes no ensino superior em Computação, o jogo foi projetado com uma curva de aprendizado gradual:

- Progressão de Dificuldade: As fases iniciais funcionam como tutoriais guiados, introduzindo conceitos básicos (o que é um vértice, o que é um peso). À medida

que o jogador avança, as dicas visuais diminuem e a complexidade dos grafos aumenta (maior número de vértices e densidade de arestas).

- Mecânica de Custo-Benefício: A limitação de energia obriga o jogador a calcular mentalmente o peso total da rota, simulando a função de custo $f(n)$ dos algoritmos reais. Isso diferencia o *StarWalker* de jogos de labirinto comuns, pois o foco não é apenas chegar ao final, mas chegar com o *menor custo*.
- Narrativa Contextual: A história de exploração espacial visa reduzir a abstração matemática, tornando o problema de minimizar o somatório dos pesos das arestas ($\sum w(e)$) em algo tangível como “economizar combustível da nave”.

5.3. Aspectos de Implementação

O protótipo está sendo desenvolvido utilizando a *engine Unity*, com *scripts* de lógica programados em C#. A escolha desta ferramenta justifica-se pela robustez na manipulação de vetores 2D e pela facilidade de portabilidade.

Embora a versão atual seja focada na plataforma *Desktop* (PC/Windows), a arquitetura do projeto (baseada em interação por clique/toque em nós) foi desenhada visando uma futura portabilidade para dispositivos móveis. A interação de traçar rotas com o dedo em telas *touchscreen* proporciona uma experiência intuitiva para a manipulação de grafos, o que será explorado em etapas futuras do projeto.

6. Conclusão

O ensino de Teoria dos Grafos e seus algoritmos fundamentais apresenta desafios históricos devido à sua natureza abstrata e matemática. Este trabalho buscou investigar como jogos educativos têm sido utilizados para mitigar essas dificuldades e, com base nessa investigação, propor uma nova ferramenta de apoio ao aprendizado.

O Mapeamento Sistemático da Literatura realizado permitiu traçar um panorama atual da área. Os resultados evidenciaram a predominância do gênero *Puzzle* (50%) e o uso majoritário da plataforma PC (50%). Observou-se que, embora problemas de Busca (BFS/DFS) sejam frequentemente abordados, existe uma lacuna no que tange à disponibilidade pública das ferramentas e à diversidade de mecânicas que explorem a construção passo a passo de Árvores Geradoras Mínimas. Além disso, a carência de jogos com mecânicas de custo-benefício explícitas foi identificada como uma oportunidade de design.

Motivado por este cenário, foi apresentado o conceito e o protótipo do jogo *StarWalker*. A proposta diferencia-se por integrar a lógica dos algoritmos de otimização (Dijkstra, Prim e Kruskal) diretamente na mecânica de jogo, utilizando a metáfora de consumo de energia para simular o peso das arestas. Essa abordagem visa transformar a execução do algoritmo em uma experiência tangível e estratégica, e não apenas em uma tarefa de memorização.

Como trabalhos futuros, planeja-se a finalização do desenvolvimento do *StarWalker*, visando explorar a interação natural das telas sensíveis ao toque. Posteriormente, será conduzida uma validação empírica em sala de aula com estudantes de graduação, bem como pré e pós-testes para mensurar o ganho efetivo de aprendizagem. Espera-se, com isso, contribuir para a comunidade de Informática na Educação com uma ferramenta aberta e validada para o ensino de algoritmos.

Declaração sobre uso de Inteligência Artificial

Os autores declaram que não utilizaram ferramentas de IA Generativa na elaboração deste trabalho. Todo o conteúdo textual e gráfico é de autoria exclusiva dos pesquisadores.

Agradecimentos

“Agradecimentos ao Manna Team, a Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Brasil (Processo nº 421548/2022-3) pelo apoio”.

Referências

- Alencar, L., Pires, F., and Pessoa, M. (2020). Criação de um jogo para desenvolver o pensamento computacional percorrendo caminhos eulerianos. In *Workshop sobre Educação em Computação (WEI)*, pages 111–115. SBC.
- Braga, C. and Sasaki, D. (2025). Circuito carioca: um jogo de tabuleiro educativo para o ensino de grafos eulerianos. In *Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EDUCOMP)*, pages 684–694. SBC.
- Camargo, V. H. S., Campano Junior, M. M., Silva, F. F., and Aylon, L. (2024). Mapeamento sistemático de jogos educativos voltados para o ensino de sistemas operacionais. In *Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1200–1211, Manaus, AM, Brasil. SBC.
- Camargo, V. H. S. d., Campano Junior, M. M., Silva, F. F. d., and Aylon, L. B. R. (2025). Learning operating systems with educational games: A systematic mapping of the literature. *Journal on Interactive Systems*, 16(1):718–732.
- Campano Junior, M. M., de Souza, H. C., and Felinto, A. S. (2020). Avaliação pedagógica com base na uniao dos componentes dos jogos educacionais e das teorias de aprendizagem. In *Proceedings of XIX SBGames - Simpósio Brasileiro de Jogos de Computador e Entretenimento Digital - Education Track*, pages 551–558.
- Correa, A. C., Lyra, A., Lima, Y. B., and Xexéo, G. (2022). Formígrafo: um jogo para motivar ao aprendizado de teoria de grafos. In *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 1096–1100. SBC.
- dos Santos, J. d. A. and de Freitas, A. L. C. (2017). Gamificação aplicada a educação: um mapeamento sistemático da literatura. *Renote*, 15(1).
- 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 *Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EduComp)*, pages 86–96. SBC.
- Honda, F., Pires, F., Pessoa, M., and Oliveira, E. H. (2023). Cadê minha pizza? exercitando matemática e pensamento computacional de forma lúdica por meio de grafos. In *Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE)*, pages 129–132. SBC.
- Julio, J. P. F., Campano Junior, M. M., Aylon, L., Fonseca, K. O., and Emmendorfer, L. R. (2024). Jogos educativos para estruturas de dados: Um mapeamento sistemático. In *Anais Estendidos do XXIII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 1186–1199, Manaus, AM, Brasil. SBC.

- Kitchenham, B. and Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Technical report, Technical report, ver. 2.3 ebse technical report. ebse.
- Luccas, M. S., Pereira, L. T., and Branco, K. C. (2025). Um mapeamento sistemático da literatura sobre jogos sérios no ensino superior em ciência da computação. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 1231–1245.
- Melo, R., Silva, D., and Pires, F. (2019). Stardust: um serious game para a aprendizagem implícita de grafos. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 8, page 1237.
- Mundim, P., Silva, T., e Silva, G. B., and Barbosa, D. (2025). Evasão em cursos superiores na área de computação: Um mapeamento sistemático da literatura. In *Anais do XXXIII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 1055–1067, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- Netto, P. O. B. (2003). *Grafos: teoria, modelos, algoritmos*. Editora Blucher.
- Nipo, D. T., Rodrigues, R. L., and França, R. (2022). Jogando e pensando: Aprendendo pensamento computacional com jogos de entretenimento. In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, pages 573–584. SBC.
- Padia, D., Sharma, A., Bharmal, M., Chandarana, F., and Kotak, N. (2023). How effective is game based learning for teaching graph theory concepts?: A case study of the treasure hunt game. In *2023 IEEE 11th Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, pages 978–983. IEEE.
- Panosso, M. G., Souza, S. R. d., and Haydu, V. B. (2015). Características atribuídas a jogos educativos: uma interpretação analítico-comportamental. *Psicologia Escolar e Educacional*, 19(2):233–242.
- Pavani, R. B., Junior, M. M. C., and Aylon, L. B. R. (2023). Busca em largura e profundidade aplicado a jogos educativos: estudo de caso no projeto do jogo graph defender. In *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 536–547. SBC.
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., and Mattsson, M. (2008). Systematic mapping studies in software engineering. In *12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE) 12*, pages 1–10. BCS Learning & Development.
- Proença, D. and Silva, É. R. (2016). Contexto e processo do mapeamento sistemático da literatura no trajeto da pós-graduação no brasil. *Transinformação*, 28(2):233–240.
- Ramle, R., Rosli, D. I., Nathan, S. S., and Berahim, M. (2019). Question-led learning in educational game of graph data structure traversal algorithm. In *2019 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Education (TALE)*, pages 1–5. IEEE.
- Santini, L. F., Santini, A. L., Campano Junior, M. M., Track, M., Assumpção, M., and Aylon, L. (2023). Jogos educativos no ensino de circuitos digitais: Um mapeamento sistemático. In *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 814–825, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.

- Santini, L. F. L., Campano Junior, M. M., Felinto, A. S., and Aylon, L. B. R. (2022). Jogos no ensino de linguagens formais e autômatos: Um mapeamento sistemático. In *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 886–895. SBC.
- Santos, A. V. and Ferreira, A. B. (2021). Formigas em grafo: Um jogo educacional para apoio ao ensino e aprendizagem dos algoritmos de busca em largura e busca em profundidade. In *Escola Regional de Computação do Ceará, Maranhão e Piauí (ER-CEMAPI)*, pages 59–66. SBC.
- Santos, M. V., de AS Braga, A., Grando, F., and Pegoraro, R. A. (2025). Missão aspirapó: A digital game for teaching and learning graphs. In *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, pages 1934–1945. SBC.