

Busca em largura e profundidade aplicado a jogos educativos: estudo de caso no projeto do jogo *Graph Defender*

Rafael Bogo Pavani¹, Maurilio Martins Campano Junior^{1,2},
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

rafael.bpavani1@gmail.com, maurilio.campanojr@gmail.com,
lbruiz@uem.br

Abstract. *Games are a powerful entertainment tool for children, youth, and adults. When it comes to educational games, we associate learning with fun and playfulness. In Computer Science, a large portion of educational games addresses concepts such as Software Engineering and programming. Therefore, the aim of this work is to introduce the educational game "Graph Defender," focused on teaching graph search algorithms. The game was previously evaluated in a Software Engineering class during the Data Structures course, and the results indicate that the game is enjoyable while also fulfilling its educational role.*

Resumo. *Jogos são uma poderosa ferramenta de entretenimento para crianças, jovens e adultos. Quando falamos de jogos educativos, associamos a aprendizagem à diversão e ludicidade. Na Ciência da Computação, grande parte dos jogos educativos aborda conceitos como Engenharia de Software e programação. Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar o jogo educativo Graph Defender, voltado para o ensino de algoritmos de busca em grafos. O jogo foi avaliado previamente em uma turma de Engenharia de Software durante a disciplina de Estrutura de Dados, sendo que os resultados indicam que o jogo é divertido ao mesmo tempo que cumpre seu papel educativo.*

1. Introdução

Jogos são amplamente utilizados como mecanismos de entretenimento entre crianças, jovens e adultos, no entanto quando falamos de jogos educativos este número é consideravelmente inferior [Kviat 2023].

Jogos educativos foram recursos utilizados em época de pandemia, visando ensinar de forma dinâmica e lúdica conceitos diversos [Ribeiro et al. 2022]. Diversos jogos educativos digitais e não digitais tem sido utilizados na Ciência da Computação [Clementino et al. 2022, Battistella and von Wangenheim 2016], áreas como Engenharia

de Software e programação são as que mais apresentam jogos que são utilizados no ambiente acadêmico.

Para o ensino de grafos e os conceitos associados à essa estrutura de dados, poucos jogos abordam tais conceitos [Figueiredo and FIGUEIREDO 2011, Santos and Ferreira 2021]. Ainda assim, este conceito é amplo e diversas abordagens podem ser utilizada em jogos e metodologias diferentes de ensino.

Assim, o objetivo deste trabalho é apresentar o jogo educativo *Graph Defender*, voltado para ensino dos algoritmos de busca em largura e busca em profundidade em grafos. O jogo é do gênero *tower defense*, na qual o jogador deve prever por qual caminho os inimigos atacam e construir torres para defender seu território. O jogo foi testado inicialmente com alunos matriculados na disciplina de Estrutura de Dados e os resultados indicam uma boa aceitação do jogo, destacando elementos como os desafios e diversão proporcionada pelo jogo.

O restante deste trabalho apresenta na Seção 2 uma breve fundamentação teórica acerca de jogos educativos, simuladores e jogos para ensino de grafos e formas de avaliação de jogos educativos. O projeto do jogo Graph Defender e o seu desenvolvimento são apresentados nas Seções 3 e 4 respectivamente. Os resultados e discussões são demonstrados na Seção 5 e por fim as conclusões e trabalhos futuros podem ser vistos na Seção 6.

2. Fundamentação teórica

Esta seção apresenta os conceitos e usos de jogos educativos, os trabalhos relacionados a simuladores e jogos no ensino de Teoria dos Grafos e as exemplos de metodologias de avaliação de jogos educativos utilizadas no âmbito acadêmico.

2.1. Jogos educativos

Os estudantes de hoje em dia estão cada vez mais associados com a tecnologia, assim a aprendizagem deve acontecer em um contexto midiático e tecnológico [Martins and Pimentel 2017] na qual os jogos, educativos ou não, podem fazer parte deste cenário. Os jogos estimulam os alunos a desenvolver relações pessoais e sociais de forma significativa, no entanto o uso de jogos em sala de aula deve evidenciar os princípios de aprendizagem e os objetivos da aprendizagem, tornando o aprendizado mais divertido, motivador e significativo para os estudantes [Gee 2003].

Jogos educativos tem características similares a jogos de entretenimento, gerando competições e desafios aos estudantes por meio de um jogo com regras, restrições e objetivos [Petri et al. 2018]. A Ciência da Computação é uma área com diversos jogos educativos voltados para o ensino de seus conceitos [Battistella and von Wangenheim 2016], [Clementino et al. 2022] no entanto em alguns tópicos da área podem ser encontrados mais jogos do que em outros.

2.2. Simuladores e jogos voltados ao ensino de grafos

Como forma de complementar o ensino em sala de aula, simuladores podem ser utilizados visando proporcionar uma interface dinâmica ao aprendizado. O *Graph Tea* [Emani et al. 2016] permite a criação e simulação de algoritmos de Busca em Largura,

Busca em Profundidade além de algoritmos tais como o *Prim*. Outro exemplo de ferramenta auxiliar utilizada no ensino de grafos é o MÍNIMUS [Santana and de Melo 2019], ferramenta que permite executar e analisar algoritmos de menor caminho tais como Dijkstra, Bellman-Ford e Floyd-Warshall.

Entre os jogos voltados ao ensino de conceitos de grafos podemos citar o Formigas em Grafos [Santos and Ferreira 2021] no qual visa propor uma experiência lúdica e interativa na qual o objetivo do jogo é alimentar um formigueiro utilizando os conceitos de busca em largura e busca em profundidade.

O jogo foi avaliado por 11 alunos e a avaliação foi baseada no Programa de Avaliação de Jogos Digitais Educacionais e o resultado indicou que o jogo tem um bom potencial para aprendizado. A Figura 1 abaixo apresenta a tela inicial e uma tela do jogo Formigas em Grafos.

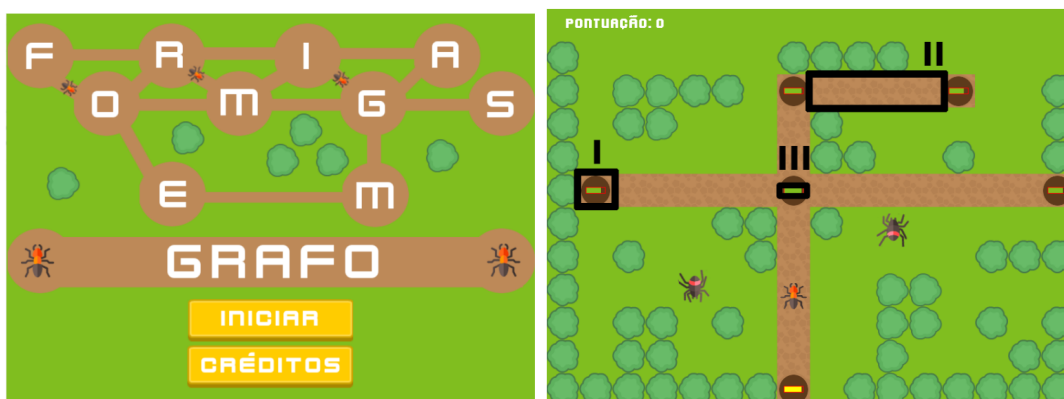


Figura 1. Jogo Formigas em Grafos [Santos and Ferreira 2021]

O Wargrafos [Figueiredo and FIGUEIREDO 2011] é uma representação do popular jogo *War* porém associado aos conceitos de grafos. O objetivo de cada jogador é definido por meio de conceitos que envolvem grafos, como por exemplo: conquistar territórios com grau maior que X ou conquistar um grafo bipartido com conjuntos maiores que X . Uma tela do jogo WarGrafos pode ser visto na Figura 2 abaixo.

Comparativamente aos jogos mencionados anteriormente, o jogo apresentado neste estudo emprega uma interface lúdica e dinâmica, na qual os conceitos de grafos são integrados à narrativa do jogo, promovendo uma experiência que permite ao jogador simultaneamente desfrutar do jogo e adquirir conhecimento.

2.3. Avaliação de jogos educativos

Várias metodologias de avaliação de jogos educativos são propostas na literatura [Santos and Alves 2019], [Sweetser and Wyeth 2005], [Coutinho 2017], [Campano Junior et al. 2020]. Entre estas metodologias podemos destacar o Programa de Avaliação de Jogos Digitais Educacionais (PAJED) proposto por Santos e Alves (2019). O modelo visa definir o potencial de aprendizado de um jogo avaliando as características em oito dimensões, entre elas: narrativa, desafios em níveis, *feedback* imediato, objetivos educacionais, níveis de interatividade, integração de conceitos, curva de aprendizagem e práticas colaborativas.

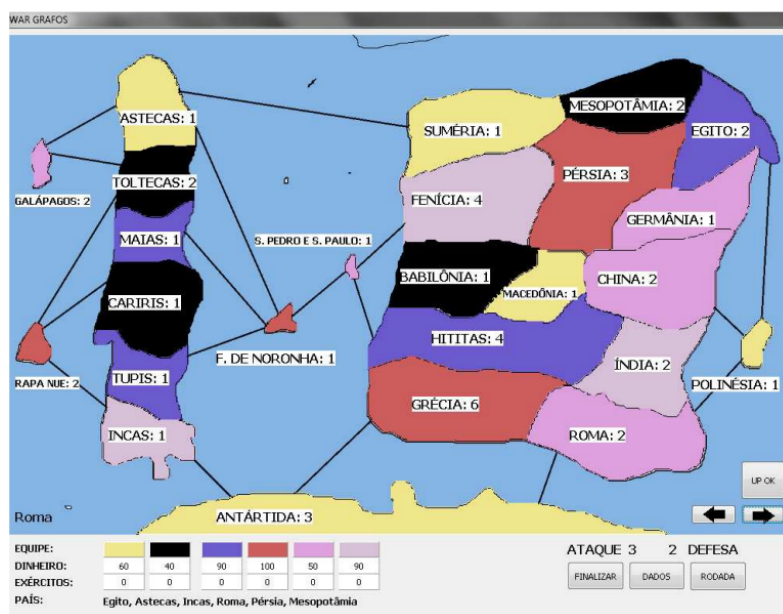


Figura 2. Jogo WarGrafos [Figueiredo and FIGUEIREDO 2011]

Já o modelo proposto por Sweetser e Wyeth (2005) propõe a avaliação de 42 itens divididos nas dimensões de: imersão, interação social, desafio, clareza de objetivos, *feedback*, concentração, controle e melhoria do conhecimento.

Coutinho (2017) define o IAQJEd (Instrumento da Avaliação da Qualidade de Jogos Educacionais) que é dividido em três dimensões (usabilidade, experiência do usuário e princípios de aprendizagem), sendo que cada dimensão contém 6 questões e a média das respostas classifica o jogo de acordo com a finalidade educativa deste.

Campano Junior et al. (2020) propõem uma avaliação pedagógica baseada nas Teorias de Aprendizagem e indica uma avaliação de acordo com os componentes dos jogos tais como: narrativa e imersão, interação social, *feedback*, jogabilidade, desafios, pontuações e *status*, mecânica do jogo e habilidades do jogador.

O jogo proposto neste trabalho foi avaliado em sala de aula com base nas metodologias de Coutinho (2017) e Campano Junior et al. (2020), uma vez que estas metodologias abordam a usabilidade e a experiência do jogador, bem como suas características específicas do jogo como narrativa, desafios e *feedback*.

3. Projeto do jogo

O projeto do jogo consistiu em utilizar das metodologias de busca em largura e busca em profundidade aplicadas à um cenário lúdico e com uma narrativa divertida. O gênero escolhido para o jogo é o *tower defense*, no qual deve-se construir torres para proteger suas construção de ataques dos inimigos.

A ideia do jogo é inserir o conteúdo de busca em grafos no cenário do *tower defense*, tal como descreve [Martins and Pimentel 2017], definindo regras e objetivos claros para o jogador. Para isso foram definidas a quantidade inicial de fases do jogo, sendo que duas fases foram criadas para o busca em largura e duas para o busca em profundidade. A

partir disto quatro representações de grafos foram definidas juntamente com o professor da disciplina de Algoritmos em Grafos.

As representações dos grafos da fase do busca em largura podem ser vistas na Figura 3, enquanto que os grafos do busca em profundidade podem ser vistos na Figura 4.

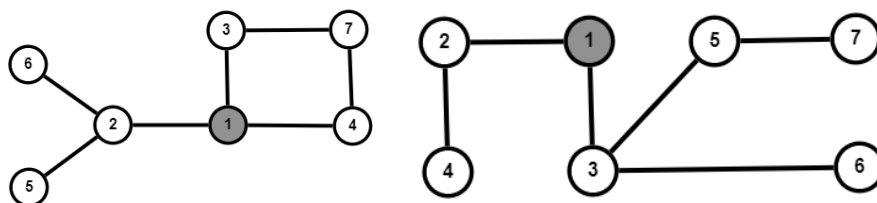


Figura 3. Grafos das fases 1 e 2 do busca em largura do jogo *Graph Defender*

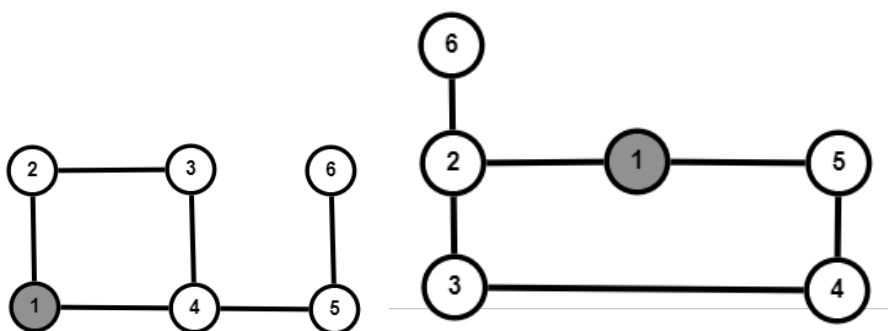


Figura 4. Grafos das fases 1 e 2 do busca em profundidade do jogo *Graph Defender*

Nas Figuras 3 e 4 os nós em cinza representam o nó inicial na qual a busca ocorre, assim, tomando como exemplo o grafo 1 da Figura 3, o busca em largura percorre os nós na ordem do nome dos nós, partindo do nó 1, seguindo para os nós 2-3-4-5-6-7. A mesma ideia é utilizada para os demais grafos, sendo a ordem da busca associada com a numeração dos nós do grafo.

Com o gênero do jogo, *tower defense*, e os grafos das fases definidos, a dinâmica do jogo foi elaborada visando definir como o usuário deverá interagir com o jogo associado com os algoritmos de busca em largura e profundidade.

O projeto do jogo então visa representar grafos em um cenário lúdico de um *tower defense*, na qual o objetivo do jogador será prever de onde virá a próxima invasão de inimigos, conseguindo assim construir torres para atacá-los. Além do projeto das fases, um tutorial explicativo também foi elaborado, visando explicar o funcionamento do jogo bem como o funcionamento dos algoritmos de busca em largura e busca em profundidade.

4. O Jogo

O *Graph Defender* foi desenvolvido utilizando a plataforma Unity [Unity 2022], utilizando a linguagem C#. O jogo está disponível para acesso por meio do seguinte link: <https://mega.nz/folder/x6FxESBD#qXq-CWB6AbKHwV6QCXYqHA>

O jogo foi projetado com quatro fases, sendo duas associadas com o busca em largura e duas com o busca em profundidade. Inicialmente o jogo apresenta uma tela com três opções, uma para jogar, uma para visualizar um tutorial do jogo e a terceira para sair do jogo, tal como mostra a Figura 5.

Como forma de auxiliar e facilitar o aprendizado de como jogar o *Graph Defender*, um tutorial foi elaborado e pode ser acessado a partir da opção “como jogar” na tela inicial do jogo. O tutorial do jogo pode ser visto na Figura 5.

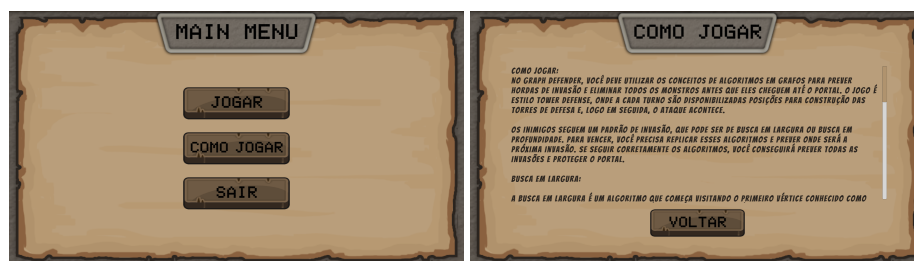


Figura 5. Tela inicial do jogo *Graph Defender*

A ideia básica de jogos estilo tower defense é construir torres que atacam hordas de inimigos, visando proteger a sua propriedade. No caso do Graph Defenfer, o jogador deverá utilizar os conceitos de busca em largura e profundidade para prever de onde virá a próxima horda de invasão de inimigos. Sabendo a posição da ordem de invasão, o jogador poderá construir torres para defender seus recursos.

O nó inicial do jogo representa um portal na qual os inimigos querem acessar e os demais nós estão associados com a ordem de invasão dos inimigos. As fases do busca em largura foram definidas a partir dos grafos utilizados na Figura 3, enquanto que as fases do busca em profundidade estão associadas aos grafos da Figura 4.

A primeira fase do busca em largura pode ser vista na Figura 6. O portal no jogo, representado por um círculo roxo representa o nó inicial para a busca. Já os nós são representados pelos portais construídos com pedras e os caminhos representam as arestas ligando os nós. A Figura 6 abaixo representa os portais do jogo destacadados e sua relação com os nós do grafo.



Figura 6. Fase 1 do busca em largura do jogo *Graph Defender*

O objetivo do jogador é analisar os caminhos que levam ao portal (arestas) e prever por qual caminho virá a onda de ataques de inimigos. Esta onda de ataque é realizada de acordo com os algoritmos de busca, devendo então o jogador construir a torre no local que ataque seus inimigos. A Figura 7 apresenta os inimigos ao ataque e também a representação de fim de jogo.

Quando o ataque começa, um portal verde surge e os inimigos começam a sair do portal verde em direção ao portal roxo (nó inicial), percorrendo o caminho associado com a busca em questão.

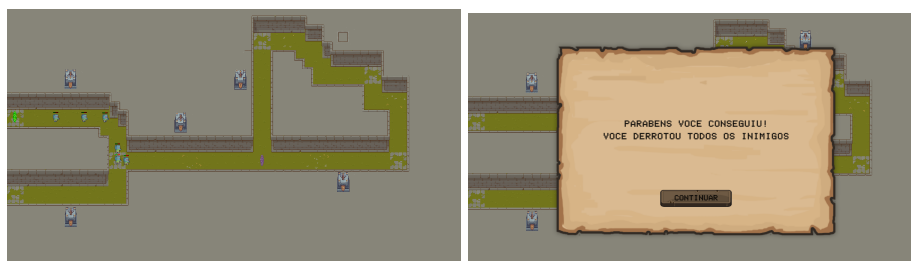


Figura 7. Invasão dos inimigos e tela de fim de fase do jogo *Graph Defender*

Quando o jogador não consegue prever o caminho no qual os inimigos irão surgir, um erro é indicado ao jogador, oferecendo a opção de visualizar o tutorial novamente, ou tentar de novo. O jogo finaliza após completar as quatro fases iniciais, apresentando uma tela parabenizando o jogador por conseguir usar a lógica de algoritmos de busca e prever ataques dos inimigos.

5. Avaliação e resultados

O *Graph Defender* foi utilizado em sala de aula, com duas turmas de Estrutura de Dados para o curso de Engenharia de *Software*. A atividade foi realizada durante o período de duas aulas (100 minutos), sendo que os alunos já haviam estudados conceitos de grafos e das metodologias de busca em largura e profundidade.

Em um primeiro momento, o professor explicou o funcionamento básico do jogo, ressaltando a ideia de ser um *tower defense* e do jogador precisar prever de onde virão os ataques dos inimigos. Na sequência, os 28 alunos presentes utilizaram o jogo respondendo dois questionários avaliativos do jogo em seguida, sendo um deles baseado em Coutinho (2017) e outro em Campano Junior et al. (2020).

A avaliação baseada em Coutinho é dividida em três dimensões: usabilidade, experiência do usuário e princípios de aprendizagem, sendo que cada dimensão é composta por 6 perguntas, totalizando 18 questões. As respostas seguem a escala *Likert*, na qual 1 representa discordância total com a afirmação e 5 concordância total com a afirmação.

A dimensão da usabilidade avalia a facilidade de aprender a jogar e os desafios que o jogo propõem, além de avaliar a interface, botões e tutoriais do jogo. As questões associadas à esta dimensão e suas respostas podem ser vistas na Tabela 1.

Na dimensão da usabilidade do jogo, destaque para a avaliação da forma como os botões e interface com o usuário são apresentados, além dos tutoriais e desafios que o jogo propõe. A não possibilidade de salvar e sair no jogo acarretou uma avaliação

Questão	Média
O jogador pode compreender a jogabilidade a partir do modo como os botões são apresentados na tela (quando apresentados)?	4,2
Os tutoriais são eficazes em auxiliar o jogador a compreender a jogabilidade?	4,2
Os jogadores poderão atingir os objetivos educativos propostos (se declarados) durante a interação com o jogo uma vez que tenham aprendido sua jogabilidade?	3,9
A interação com o jogo permite a exploração da interface de forma segura, garantindo a execução de comandos como "salvar", "sair" e voltar para a mesma fase do jogo do ponto	3,9
Os desafios e informação do jogo possibilitam ao jogador interagir de modo a fazer o que precisa e deseja?	3,8
A sequência de desafios do jogo leva em conta o que o jogador já aprendeu sobre como jogar?	4,1

Tabela 1. Média das respostas das questões da dimensão de usabilidade do IAQJEd [Coutinho 2017] para o jogo *Graph Defender*

menor deste item, assim como a facilidade de aprender a jogar à medida que aprende o conteúdo. No entanto a média das notas relacionadas à usabilidade ainda apresenta um valor de 3,8 indicando que a interação do jogador com o jogo, tutoriais e desafios precisam de melhorias.

A avaliação da experiência do usuário avalia questões como narrativa, elementos estéticos do jogo como cenário e personagens, focando na imersão do jogador no jogo. As questões e médias associadas à essa dimensão podem ser vistas na Tabela 2.

Questão	Média
O conjunto de elementos estéticos do jogo (o som, a forma, o cenário, movimento, desenho) permite que o jogador explore sua potencialidade de forma agradável?	4,0
A interação com o jogo permite que o jogador se depare com um cenário atraente?	3,9
Ao interagir com o jogo, o jogador se depara com uma narrativa desafiadora?	3,5
A interação com o jogo permite ao jogador uma experiência divertida?	4,3
Ao interagir com o jogo, o jogador se depara com um conjunto de desafios que vão aumentando a sua complexidade de forma divertida e motivadora?	4,1
A interação com o jogo permite que o jogador se depare com um cenário envolvente?	3,8

Tabela 2. Média das respostas das questões da dimensão da experiência do usuário do IAQJEd [Coutinho 2017] para o jogo *Graph Defender*

Na avaliação da experiência do usuário com o jogo, os resultados indicam uma média geral de 3,9 com destaque para a diversão proporcionada pelo jogo e os desafios do jogo apresentados de forma incremental e motivadora. Cabe destacar a avaliação inferior para a narrativa do jogo com 3,5 de média, um possível indicativo da ausência de história do jogo em si.

Por fim, a avaliação dos princípios de aprendizagem avalia a compreensão do jogador enquanto a resolução de problemas associado ao jogo e sua relação com o conteúdo em questão. As perguntas e médias desta dimensão podem ser vistas na Tabela 3.

Para a avaliação dos princípios de aprendizagem, a média obtida das questões acima atingiu valor 3,8 pontos. Cabe destacar os desafios propostos e seus *feedback*, além das abordagens diferentes e avaliação do percurso no jogo por parte do jogador. Pontos que merecem reflexão e melhorias nesta dimensão podem incluir a manipulação de personagens e a identificação do jogo com o ambiente dos alunos.

Questão	Média
Ao interagir com o jogo, o jogador é capaz de identificar espaços ou ambientes que refletem a realidade relacionada à temática proposta pelo jogo?	3,9
Ao interagir com o jogo, o jogador será capaz de explorar diferentes estratégias de aprendizagem de acordo com suas próprias experiências e, ao mesmo tempo, avaliar seu percurso a partir de um ciclo de aquisição de competências?	4,1
A interação com o jogo possibilita que os jogadores sejam colocados em situações que permitam projetar suas possíveis fantasias e desejos que se expressam no processo de jogabilidade?	3,6
O jogo permite que o jogador manipule seus personagens de forma estruturada e eficaz para que os objetivos do jogo sejam concretizados?	3,8
O jogo é intuitivo a ponto de permitir ao jogador explorar novas hipóteses durante a jogabilidade quando sua tentativa anterior não o permitiu passar de fase?	4,0
Os desafios propostos durante o jogo apresentam-se de forma estimulante, oferecendo feedbacks que apontam os caminhos para sua finalização?	4,2

Tabela 3. Média das respostas das questões da dimensão dos princípios de aprendizagem do IAQJEd [Coutinho 2017] para o jogo *Graph Defender*

A avaliação de Coutinho (2017) define ainda a classificação do jogo de acordo com a média das questões, sendo que o *Graph Defender* obteve média 71, sendo então classificado como “bom para finalidade educativa”.

Já o modelo de avaliação dos componentes dos jogos proposto por Campano Junior et al. (2020) avalia quesitos como narrativa, interação social, feedback, desafios e outros. As questões associadas a este modelo e as médias das respostas podem ser vistas na Tabela 4.

Questão	Média
Você presenciou alguma situação durante o jogo que te fez relacionar um conteúdo visto anteriormente com algo novo?	3,6
A história do jogo fez com que o aprendizado se tornasse mais fácil e prazeroso?	3,7
Durante o jogo, você recebeu alguma ajuda de outros alunos ou do professor que possibilitou compreender melhor os conceitos do jogo?	2,5
O jogo ofereceu <i>feedback</i> para as suas ações corretas e incorretas?	3,5
Os <i>feedbacks</i> do jogo auxiliam no processo de aprendizagem dos conceitos de grafos?	3,8
As dificuldades e desafios do jogo proporcionaram uma análise crítica e construtiva sobre os conceitos apresentados?	4,0
Os obstáculos e dificuldades presentes no jogo permitiram um maior engajamento na resolução de problemas e conseqüentemente um maior aprendizado dos conceitos?	3,8
Os desafios do jogo incentivam a resolução dos problemas no jogo e favorecem o aprendizado	4,0
Você percebeu um aprendizado maior ao passar de nível e receber um novo status no jogo?	3,6
As mudanças de status e o sistema de pontuação incentivam a busca por um aprendizado cada vez maior?	3,9
A mudança de status no jogo representa um aumento no conhecimento adquirido?	3,8
As movimentações no jogo permitiram uma liberdade na busca por aprendizado e na resolução das tarefas do jogo?	3,6
Você conseguiu evoluir suas habilidades no jogo conforme adquire os conhecimentos relacionados à grafos?	3,8

Tabela 4. Média das respostas das questões do Modelo de Campano Junior et al. (2020) para o jogo *Graph Defender*

Com base na avaliação proposta por Campano Junior et al. (2020) cabe destacar os resultados associados com a narrativa e imersão que obtiveram média 3,65 pontos. A questão associada à interação social com o jogo atingiu 2,6 pontos. Vale ressaltar que esta

questão avalia se o aluno precisou de ajuda do professor para compreender o jogo, assim este valor representa que poucos alunos não entenderam a dinâmica do jogo e precisavam de ajuda,

Feedback e desafios atingiram médias de 3,65 e 3,9 respectivamente. Com relação ao *feedback* ao errar uma previsão no jogo, o mesmo não informa o motivo da horda de inimigos surgir de um local diferente, sendo possível melhorar este cenário. A avaliação dos desafios representam um bom engajamento dos alunos na resolução dos objetivos do jogo, favorecendo a diversão e motivando-os.

A ausência de pontuação no jogo acarretou uma nota média de 3,7 pontos associados ao componente de pontuações e *status* do jogador. No entanto o fato de passar de fase e finalizar um conjunto de fases para um algoritmo de busca específico contribui para que o *status* do jogador consiga ser validado à medida que ele avança no jogo.

Por fim, a mecânica do jogo e as habilidades do jogador tiveram médias de 3,6 e 3,8 respectivamente. A mecânica de jogos no estilo tower defense é simples e facilita o aprendizado de como jogar o jogo. Já as habilidades do jogador podem ser evoluídas durante o jogo uma vez que ao passar de fase o mesmo consegue entender os conceitos de busca em largura e profundidade.

Associando as respostas dos alunos de Coutinho (2017) com Campano Junior et al. (2020) podemos perceber que em ambos os modelos tiveram boas avaliações associadas à questões sobre os desafios do jogo e diversão proporcionada. Como pontos de melhoria que podem ser identificados pode-se perceber a narrativa do jogo, afetando a jogabilidade e dinâmica do jogo em si.

Duas questões adicionais foram utilizadas no questionário, uma sobre a avaliação geral do jogo Graph Defender, que obteve média de 4 pontos. A outra questão solicitava de forma opcional sugestões, críticas ou comentários em relação ao jogo, com um campo livre para *feedback* dos alunos. Nesta questão percebeu-se respostas indicando que o jogo auxilia no aprendizado dos conceitos de busca, além de algumas sugestões de melhorias na interface, mecânica de *feedback* e dinâmica do jogo.

6. Conclusão

Este trabalho apresenta o *Graph Defender*, jogo estilo *tower defense* que tem como objetivo auxiliar no ensino de algoritmos de busca em grafos que foi testado com alunos matriculados na disciplina de Estrutura de Dados. Avaliações iniciais do jogo com alunos indicam que o jogo diverte, desafia e motiva os jogadores a completarem suas tarefas, facilitando o entendimento dos conceitos de grafos envolvidos no jogo.

A partir dos resultados obtidos, os trabalhos futuros envolvem o aumento da quantidade de fases do jogo, adicionando um sistema de pontuação que permita a criação de um *ranking* entre os jogadores. Além disso, a interface, o tutorial e a dinâmica do jogo também estão definidos como essenciais para as próximas versões do jogo.

Os jogos educativos na área da computação atraem o público, geralmente apaixonado por jogos, para aprender de maneira lúdica e divertida conceitos teóricos e práticos de disciplinas específicas dessa área. Desta forma, o projeto deste tipo de jogo pode beneficiar alunos e professores de diversas áreas, tornando aulas mais dinâmicas e divertidas, motivando e engajando os alunos no aprendizado.

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

- 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.
- 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.
- 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.
- Coutinho, I. D. J. (2017). Avaliação da qualidade de jogos digitais educativos: trajetórias no desenvolvimento de um instrumento avaliativo. *Tese (Doutorado) - Universidade do Estado da Bahia*.
- Emani, B. B. R., Maddipati, S. S., and Rao, R. K. (2016). Graph tea: Simulating tool for graph theory & algorithms. *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*, 2(6):88–91.
- Figueiredo, R. T. and FIGUEIREDO, C. (2011). Wargrafos—jogo para auxílio na aprendizagem da disciplina de teoria dos grafos. *X Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames 2011)*.
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in entertainment (CIE)*, 1(1):20–20.
- Kviat, A. (2023). Os jovens estão a beber menos — os jogos são cada vez mais uma alternativa às saídas à noite. Acessado em 16 de Junho 2023.
- Martins, J. C. D. and Pimentel, F. S. C. (2017). Gamificação, ensino híbrido e aprendizagem significativa no ensino superior. *Nuevas Ideas em Informática Educativa*, 13:116–123.
- Petri, G., Calderón, A., von Wangenheim, C. G., Borgatto, A. F., and Ruiz, M. (2018). Benefícios dos jogos não-digitais no ensino de computação. In *Anais do XXVI Workshop sobre Educação em Computação*. SBC.
- Ribeiro, C. C. M., Pimentel, A. G., de Albuquerque, V. M. L., de Aguiar Rocha, M. M., Morel, A. P. M., Spiegel, C. N., et al. (2022). Os jogos e educação popular em saúde: Uma revisão bibliográfica dos jogos educativos no contexto da pandemia da covid-19. *Revista Práxis*, 14(27).
- Santana, K. and de Melo, M. J. (2019). Mínimus: uma ferramenta para o ensino e prática de grafos com enfoque nos algoritmos de menor caminho. *Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)*, 3(1).

- 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 *Anais da IX Escola Regional de Computação do Ceará, Maranhão e Piauí*, pages 59–66. SBC.
- Santos, W. and Alves, L. R. G. (2019). Pajed: Um programa de avaliação de jogos digitais educacionais. *Anais do Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação*.
- Sweetser, P. and Wyeth, P. (2005). Gameflow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE)*, 3(3):3–3.
- Unity (2022). Plataforma de desenvolvimento em tempo real do unity. Acessado em junho de 2022.