

Criação de um jogo para desenvolver o Pensamento Computacional percorrendo caminhos eulerianos

Luiz Alencar¹, Fernanda Pires¹, Marcela Pessoa¹

¹Universidade do Estado do Amazonas (UEA) – Escola Superior de Tecnologia (EST) – Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Educacionais (ThinkTED) Manaus – AM – Brasil

{lfba.lic17, fpires, mspessoa}@uea.edu.br

Abstract. *This paper presents a proposal for an educational game called “O seqüestro de Magrafo”, whose objective is to assist in the learning of Eulerian paths in the graph, in addition to the exercise or development of Computational Thinking skills. The educational evaluation model of MEEGA + KIDS games with elementary school children was applied, which evidences the game can be a promising tool for auxiliary learning..*

Resumo. *Este artigo apresenta uma proposta de jogo educacional, denominado “O sequestro de Magrafo”, cujo objetivo é auxiliar na aprendizagem de caminhos eulerianos em grafo e exercitar o desenvolvimento das habilidades de Pensamento Computacional. Foi aplicado o modelo de avaliação educacional de jogos MEEGA+KIDS, com crianças do Ensino Fundamental, que dá indícios de que o jogo pode ser uma ferramenta promissora para auxiliar na aprendizagem.*

1. Introdução

O Pensamento Computacional (PC) é defendido como um conjunto de habilidades que permite a resolução de problemas de forma otimizada, cujo desenvolvimento é tão importante quanto Língua Portuguesa e Matemática, por isso deveria ser explorado na escola [Wing 2006]. O conceito é amplamente abordado em Ciência da Computação que, de forma recorrente, faz uso dos seus quatro pilares: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos.

O desenvolvimento do Pensamento Computacional parece estar diretamente ligado à capacidade de visualizar e interpretar problemas para então agir sobre eles, tal como ocorre a aprendizagem, através do reconhecimento de erros que emitem *feedback* [Piaget and Inhelder 2008]. Pesquisas apontam os jogos educacionais como estratégias lúdicas para exercitar as habilidades de resolução de problemas, bem como desenvolver níveis de abstração através da construção de modelos mentais [Michel et al. 2019, Pessoa et al. 2019]. Neste sentido, este artigo descreve o desenvolvimento do jogo educacional intitulado “O Sequestro de Magrafo”, por estudantes de Licenciatura em Computação, cujo objetivo é promover o desenvolvimento do Pensamento Computacional, através de grafos eulerianos. São apresentados problemas de caminhos eulerianos, em que o jogador deve traçar uma estratégia para passar por todas as rotas uma única vez. O jogo contempla aspectos da teoria cognitiva de aprendizagem construcionista [Piaget and Inhelder 2008], uma vez que o usuário ao progredir no jogo desenvolve habilidades de tomada de decisões. Assim, por meio de tentativas, é possível elaborar novas estratégias, sendo o erro um dos principais fatores para aprendizagem.

O restante deste artigo está organizado como segue: na Seção 2 são apresentados alguns trabalhos relacionados e a fundamentação teórica, na Seção 3 é descrita a proposta do jogo, na Seção 4, os resultados preliminares e na Seção 5 as considerações finais.

2. Grafos e a representação de problemas computacionais em jogos

Grafos são estruturas matemáticas robustas utilizados para a representação de problemas. Um grafo $G = (V, E)$ pode ser definido como um conjunto não vazio de vértices (V) e um conjunto de arestas (E). Cada vértice pode ter uma ou mais arestas associadas a ele.

Em 1763, o matemático Leonard Euler formalizou um clássico problema de grafos a partir do seguinte cenário: no Rio Pregel, na cidade de Königsberg, existem duas ilhas formando quatro regiões, com sete pontes interligando-as. O problema consiste em, partindo de uma dessas regiões, determinar um trajeto pelas pontes segundo o qual se possa retornar à região de partida, após atravessar cada ponte exatamente uma vez. Entretanto, Euler mostrou que não existe tal trajeto e utilizou um modelo em grafos para uma generalização desse problema. Através desse modelo ele verificou que circuitos como o descrito só existem quando e somente quando cada região tiver um número par de pontes [Szwarcfiter 2018].

O jogo proposto utiliza o conceito de caminho euleriano (uma rota em um grafo que se visita todas as arestas exatamente uma vez). Para ajudar na fixação do conceito no jogo, todas as vezes que o usuário percorre uma aresta, esta é eliminada, não permitindo que seja reutilizada, desta forma, é garantida a propriedade de caminho euleriano.

Assim como há dificuldade no entendimento dos conceitos relacionados a grafo, há também dificuldade no entendimento de outros problemas clássicos da Computação, o que tem despertado o interesse de pesquisadores em propor soluções que envolvam ludicidade. Entre eles, Michel et al. (2019) apresentam o “WAlgor”, um jogo que permite utilizar conceitos de problemas como busca, ordenação, coloração de grafos e o problema da mochila para avançar de fase. O jogo apresenta a temática “*tower defense*” pois é preciso posicionar o cavaleiro para se proteger e o jogador aplica algoritmos clássicos para vencer. Existem também jogos que se preocupam com a aprendizagem de lógica de programação para crianças, como é o caso de “Looking for Pets” [Pessoa et al. 2019] e “A Máquina do Curupira” [Pires et al. 2019], que exploram os quatro pilares do Pensamento Computacional através da criação de algoritmos.

O jogo proposto, “O Sequestro de Magrafo”, foi projetado para auxiliar no entendimento de conceitos de caminhos em grafos através de elementos visuais, assim como “WAlgor”. Semelhante a “Looking for Pets” e “A Máquina do Curupira” o jogador precisa elaborar um algoritmo para percorrer os grafos e progredir no jogo, com o diferencial de ter que traçar rotas.

3. Descrição do jogo e processo de desenvolvimento

“O Sequestro de Magrafo”¹ é um jogo educacional para aprendizagem de grafos em que o jogador desenvolve as habilidades do Pensamento Computacional ao mesmo tempo em que exercita conceitos de grafos. O jogo também pode ser utilizado em diferentes

¹Disponível em: github.com/LuizAlencar17/o-sequestro-de-magrafo

contextos, trabalhando noções iniciais de algoritmos, bem como conceitos mais abstratos de grafos, de forma lúdica. Os elementos do jogo como pontos, caixas coloridas e caminhos dinâmicos podem gerar sensações de desafio e entusiasmo nos usuários. Neste sentido o jogo pode ser utilizado como uma ferramenta de aprendizagem para estudantes de graduação, adolescentes e crianças.

Cada fase do jogo possui um grafo formado por vértices coloridos. O jogador deve direcionar o personagem principal através de um algoritmo de cores, ou seja, uma sequência de vértices para caminhar, contudo ao passar por uma aresta o caminho de volta ficará inacessível. A Figura 1 apresenta uma sequência de telas do jogo, iniciando pela tela de apresentação, seguida de algumas fases do jogo. Os vértices do gráfico estão em quadrados coloridos, conectados pelas arestas. A Figura 2 apresenta a evolução do conceito de grafos e como os elementos de grafos são encontradas no jogo.

O jogo também foi elaborado para exercitar os quatro pilares do Pensamento Computacional através da *gameplay* e elementos do jogo. A Tabela 1 identifica as habilidades do Pensamento Computacional presentes no jogo.

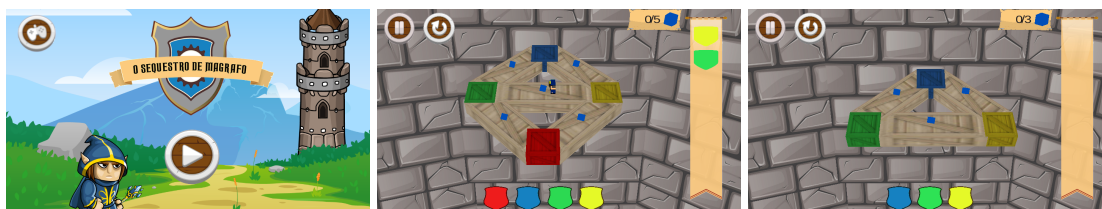


Figura 1. Sequência de telas do Jogo “O Sequestro de Magrafo”.

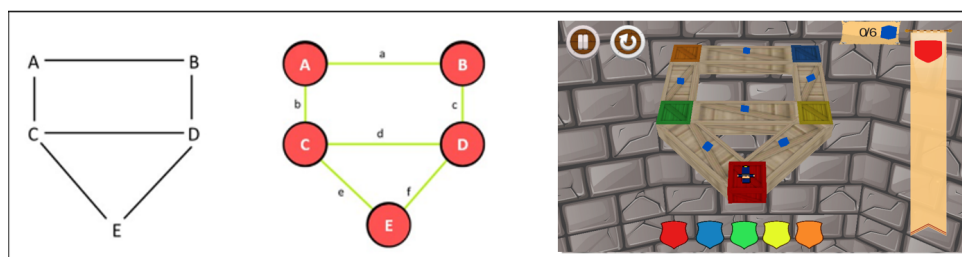


Figura 2. Características de grafos no jogo.

O jogo foi desenvolvido na linguagem C#, na plataforma *Unity*. Foi usado um processo de desenvolvimento iterativo e incremental, utilizado em outros trabalhos [de Sousa Pires et al. 2020, Michel et al. 2019]. O processo é dividido nas seguintes etapas: i) Idealização: pesquisa e investigação do problema de aprendizagem; ii) Elicitação e análise de requisitos: levantamento e verificação de requisitos de aprendizagem, mecânica e elementos; iii) Planejamento: organização de atividades a serem realizadas; iv) Protótipo de baixa fidelidade: protótipo visual feito em papel; v) Protótipo de média fidelidade: primeira versão do protótipo para celular; vi) Protótipo de alta fidelidade: última versão do protótipo com bugs e problemas removidos; vii) Validação de protótipos: todos os protótipos foram verificados afim de validar elementos e proposta; viii) Aplicação de testes finais: aplicação de teste heurístico com estudantes do Ensino Médio; e ix) Documentação: o *Game Document Design* (GDD), documento que descreve detalhes do jogo.

Tabela 1. Pensamento Computacional e “O Sequestro de Magrafo”

Pensamento Computacional	Descrição	O Sequestro de Magrafo
Decomposição	Processo de divisão de um problema grande e complexo em problemas menores e de baixa complexidade	Os elementos do jogo são divididos em elementos da interface (botões) e elementos de <i>gameplay</i> (personagem principal, estrutura da fase)
Reconhecimento de padrão	Identificação de características e propriedades semelhantes	As fases seguem um padrão, o jogador precisa sempre encontrar um caminho euleriano em um grafo para progredir
Abstração	Definição das partes e elementos mais importantes de um problema	As partes mais importantes do jogo são os vértices coloridos que o jogador deve caminhar
Algoritmo	Sequência de passos lógica para uma possível solução	Para caminhar o jogador deve criar um algoritmo de cores indicando a sequência de vértices a ser visitada

4. Resultados preliminares

O jogo está em fase de testes para verificar sua viabilidade quanto a ferramenta e aprendizagem, para isso, passou por uma avaliação heurística seguindo o modelo de avaliação de jogos educacionais chamado MEEGA+KIDS [Von Wangenheim et al. 2018], com questões reduzidas. O teste aplicado analisou dez métricas: Estética, Aprendizabilidade, Operabilidade, Confiança, Desafio, Satisfação, Diversão, Atenção focada, Relevância e Percepção da aprendizagem, como apresentado no Gráfico 3.

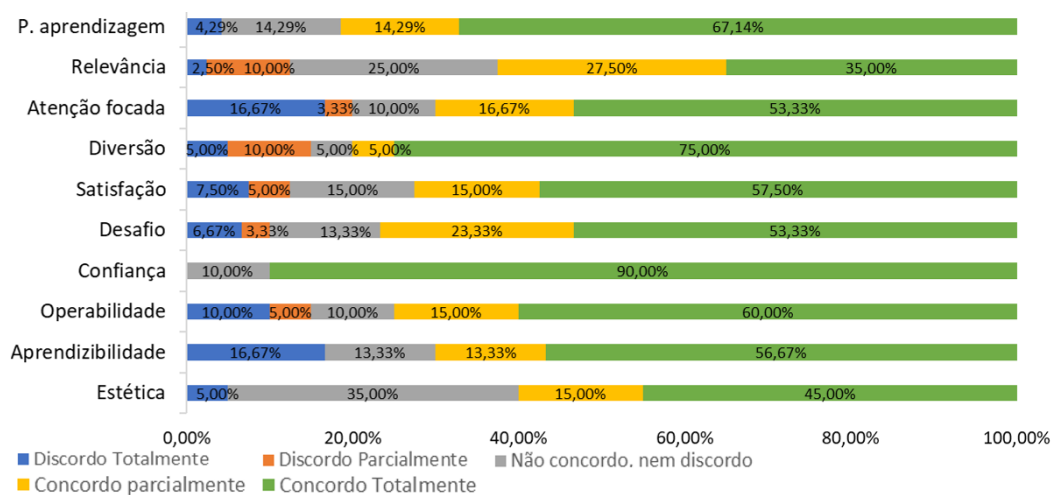


Figura 3. Avaliação do jogo com o Meega+Kids.

A avaliação foi realizada por treze estudantes do Ensino Fundamental do nono ano, com idades entre dez e treze anos. Cada métrica é formada por um conjunto de perguntas, sendo pontuado usando a escala *likert* de 05 pontos com pesos de -2 a 2.

É possível observar que a métrica “Confiança” tem o melhor desempenho, com 90% de respostas entre concordo e concordo fortemente. Já a métrica “Estética”, apresentou o pior desempenho com 60% entre concordo e concordo fortemente, o que era esperado considerando que o jogo ainda precisa de ajustes de design visual, porém, pare-

ceu não interferir nos desafios apresentados e na confiança, mas, tudo indica que interferiu na atenção focada. Isso fornece indícios de que os requisitos estéticos tem alto grau de importância na confecção de um jogo para aprendizagem.

5. Considerações Finais

Este artigo apresenta o jogo “O Sequestro de Magrafo”, um jogo educacional para auxiliar na aprendizagem de conceitos de caminhos em grafos e a desenvolver o Pensamento Computacional. O processo de desenvolvimento envolveu a elaboração de protótipos, validação e teste heurístico com crianças do Ensino Fundamental.

A avaliação do jogo apresenta resultados positivos (nota 1 e 2) quanto às métricas de Confiança, com 90,00%, Percepção da aprendizagem com 81,43% e Diversão com 80,00%. Os resultados indicam que o jogo é uma possível ferramenta para engajar estudantes a exercitar conceitos de caminhos em grafos.

Para trabalhos futuros pretende-se realizar algoritmos no jogo com intuito de capturar dados e *logs* dos jogadores, para, então, identificar a evolução de sua aprendizagem no jogo.

Referências

- de Sousa Pires, F. G., Pessoa, M. S. P., Ferreira, R. M., Bernardo, J. R. S., and de Lima, F. M. M. (2020). O livro do conhecimento: um serious game educacional para aprendizagem de ortografia da língua portuguesa. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 28:436.
- Michel, F., Pires, F., and Pessoa, M. (2019). Walgor: um jogo de tower defense para o desenvolvimento do pensamento computacional e apresentação de algoritmos computacionais. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 8, page 514.
- Pessoa, M., Alencar, L. F., Araújo, L., Melo, R., and Pires, F. (2019). Looking for pets: a game for the logical reasoning development. In *2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pages 1–4. IEEE.
- Piaget, J. and Inhelder, B. (2008). *The psychology of the child*. Basic books.
- Pires, F., Teixeira, K., Pessoa, M., and Lima, P. (2019). Desenvolvendo o pensamento computacional através da máquina de Turing: o enigma do curupira. In *Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 523–532. SBC.
- Szwarcfiter, J. (2018). *Teoria computacional de grafos: Os Algoritmos*. ELSEVIER, Rio de Janeiro.
- Von Wangenheim, C. G., Petri, G., and Borgatto, A. F. (2018). Meega+ kids: A model for the evaluation of educational games for computing education in secondary school. *INCoD - Brazilian Institute for Digital Convergence*.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.