

GraphFarm: Um jogo para o desenvolvimento do pensamento computacional usando grafos

Marcos Guibson, Fernanda Pires

Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Eduacionais (TinkTED)

Escola Superior de Tecnologia-Universidade do Estado do Amazonas (EST/UEA)

Amazonas, Brazil

mgss.lic17, fpires@uea.edu.br

Abstract—This paper presents a proposal for a 2D educational puzzle game called GraphFarm. Its objective is to assist in the development of computational thinking, for the general public in a playful way, and to provide an environment for visualization and abstraction of classic computational problems using graphs, among them the problem of backpacking, minimum path and traveling salesman. The game deals with little Berta who aims to carry out the missions delegated to her by the king of Grafolandia. During missions the user needs to visualize a way to create the appropriate resolution for each mission, always seeking the best solution for the phase in question.

Keywords-key words;

Abstract—Este artigo apresenta uma proposta de jogo educacional 2D, de gênero puzzle denominado GraphFarm. Seu objetivo é auxiliar no desenvolvimento de pensamento computacional, para o público em geral de forma lúdica, e proporcionar um ambiente para visualização e abstração de problemas computacionais clássicos utilizando grafos, dentre eles estão o problema da mochila, caminho mínimo e caixeiro viajante. O jogo trata da pequena Berta que tem como objetivo realizar as missões que a ela são delegadas pelo rei de Grafolandia. Durante as missões o usuário precisa visualizar uma forma de criar a solução adequada para cada missão, buscando sempre obter a melhor solução para a fase em questão.

Keywords-palavras chaves;

I. INTRODUÇÃO

Em cursos superiores, a grande quantidade de conceitos teóricos estudados durante os períodos letivos, levam os alunos a assimilarem um baixo volume dessas concepções. Nas disciplinas que envolvem programação no ensino superior, muitas vezes são consideradas desafiadoras pelos alunos, exigindo o desenvolvimento de estratégias com base lógico-matemático para a busca de soluções para o problema [1]. Neste contexto, diversos são os métodos buscados por professores e pesquisadores para que aconteça uma mudança neste cenário [2]

A conciliação do pensamento crítico vinculados aos fundamentos da computação, estabelece um conjunto de habilidades que proporciona a capacidade de resolver problemas de forma otimizada, denominado Pensamento Computacional [3]. Esta visão defende que a cultura do computador

ajuda a sociedade não somente a aprender, mas oferece uma nova maneira de aprender a aprender[4].

Atualmente o desenvolvimento do Pensamento Computacional tornou-se uma habilidade necessária para buscar soluções para os problemas enfrentados na realidade [5]. Pesquisas como o *ACM Model Curriculum for k-12 Computer Sciene* [6] destacam que o ensino de computação nas escolas pode desenvolver a capacidade de resolver problemas, além de se relacionar-se com outras ciências.

Com o surgimento de novas tecnologias emergentes, bem como às novas exigências sociais e culturais encontradas na sociedade, a capacidade de um professor somado ao conteúdo de seus livros didáticos, constituem atualmente uma condição não suficiente para garantir a aprendizagem [7]. Estudos como os de [8] demonstram que a fórmula computador mais jogos tem se tornado eficiente, uma vez que associa a riqueza dos jogos educativos a atração dos computadores.

Os jogos permanecem presentes ao longo da história, fazendo parte de nossas experiências [9]. De modo geral, os jogos podem ser ferramentas instrucionais eficientes, uma vez que eles divertem enquanto motivam e facilitam o aprendizado aumentando a capacidade de retenção do que foi ensinado, treinando as funções mentais e intelectuais do jogador [7]. Os jogos podem ser considerados como um meio educacional de extrema importância, tendo em vista que sua utilização proporciona um desenvolvimento integral e dinâmico: nas áreas cognitivas, social, afetiva e moral [8]

Este artigo apresenta uma proposta de jogo educacional 2D, de gênero puzzle denominado GraphFarm. Seu objetivo é auxiliar no desenvolvimento de pensamento computacional, para o público em geral de forma lúdica, e proporcionar um ambiente para visualização e abstração de problemas computacionais clássicos utilizando grafos: o problema da mochila, caminho mínimo e caixeiro viajante. O jogo GraphFarm, narra a jornada de Berta, com o objetivo de realizar as missões são delegadas pelo rei de Grafolandia. Durante as missões o usuário precisa visualizar uma forma adequada de criar a solução para cada missão, buscando sempre obter a melhor solução para a fase em questão.

Este artigo está organizado como segue: na Seção II

são apresentados os trabalhos relacionados; na Seção III é apresentado a fundamentação teórica sobre jogos e processo de aprendizagem; a Seção IV apresenta as etapas do desenvolvimento; na Seção V é apresentado o jogo proposto; a Seção VI discute os resultados preliminares e na Seção VII, as considerações finais.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Nos últimos anos, *serious game* têm sido desenvolvidos em diferentes campos do conhecimento, inclusive em Ciência da Computação, contudo, a maioria desses jogos limitam-se a aprendizagem de linguagens de programação, ou estímulo da lógica computacional. Apesar disso, trabalhos recentes como o de [10] apresentam jogos que abordam aspectos mais complexos da ciência da computação [11].

Segundo a linha de pesquisa similar, o jogo *As aventuras de Biguió* é um jogo educacional mobile com visão 2.5D e estilo Dungeon. O jogo tem como objetivo de auxiliar no processo de visualização de problemas computacionais complexos para estudantes de computação, e promover o desenvolvimento do Pensamento Computacional para o público em geral [12].

Já o jogo *StarDust*, é um jogo no estilo *puzzle* para plataformas móveis *Android*, voltado para a aprendizagem e aplicação do conceito de caminho mínimo em grafo. O jogo apresenta uma aprendizagem implícita, que permite que o jogo não se limite ao público alvo de alunos de nível superior [13].

Do mesmo modo como os trabalhos mencionados, *GraphFarm* proporciona um ambiente para o desenvolvimento do Pensamento Computacional através da resolução das missões do jogo, bem como auxilia na visualização e abstração de problemas computacionais clássicos utilizando as características dos grafos.

III. PENSAMENTO COMPUTACIONAL

O Pensamento Computacional segundo [3] é considerada como uma habilidade fundamental para todos, sendo comumente utilizada como instrumento que auxilia na resolução de problemas, bem como na compreensão do comportamento humano, baseando-se nos conceitos fundamentais da ciência da computação. Desta forma, o pensamento computacional deveria estar atrelado a prática analítica das pessoas, assim como a leitura e a escrita estão presentes desde a infância [14]. Estudos comprovam que o desenvolvimento das habilidades do Pensamento Computacional podem contribuir positivamente, em um âmbito geral, a capacidade de resolver de problemas [15], [14], [5].

O desenvolvimento do PC segundo a perspectiva de [16] significa aprimorar os quatro pilares fundamentais a ele associados: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmos, construindo uma sequência de passos para a resolução de problemas. Ao decompor, fragmentamos problemas em partes menores. O Reconhecimento de

Padrões é buscar por semelhanças entre as características do problema. A Abstração contempla aspectos que podem ser relevantes no problema, para facilitar sua resolução e o Algoritmo é uma sequência de passos finitas para elaborar uma solução [17].

Pesquisas apontam a grande importância da disseminação de métodos e técnicas que auxiliam no desenvolvimento do Pensamento Computacional, dentre elas destacam-se os jogos digitais em cenários educacionais, que vem se mostrando uma ferramenta que visar tornar o processo de aprendizagem mais atraente e divertida [18]. Diante deste cenário, um dos objetivos do jogo *GraphFarm* é o desenvolvimento do Pensamento Computacional.

IV. PROCESSO DE APRENDIZAGEM

Objetos de aprendizagem digitais são elementos instrucionais que podem ser utilizados em diferentes contextos, sendo baseados nos conceitos da Ciência da Computação [19]. No contexto educacional a motivação dos alunos é um importante desafio com que nos devemos confrontar, pois tem implicações diretas na qualidade do envolvimento do aluno com o processo de ensino e aprendizagem [20].

O jogo *GraphFarm* tem como sua base teórica de aprendizagem o Construcionismo de Seymour Papert, no qual faz uso do computador como uma ferramenta essencial para o processo de aprendizagem [21]. Essa metodologia utiliza a auto regulação da aprendizagem, onde o jogador tem a capacidade de construir e adquirir seu próprio conhecimento [5].

Na perspectiva de Papert, projetar os sentimentos e ideias anteriores é a chave para o aprendizado. Em um abordagem construcionista, Papert acredita que o indivíduo pode construir seu próprio ciclo de aprendizado autodirigido e interativo através de ferramentas ou mediações que melhor suportam a exploração do conteúdo abordado [22]. Assim como na linguagem *LOGO*(linguagem de programação visual para crianças desenvolvida em 1968), o jogo *GraphFarm* proporciona ao jogador uma experiência na construção de seus conhecimentos através da resolução de desafios contidos em cada parte do jogo.

V. O JOGO *GraphFarm*

Esta seção apresenta o jogo *GraphFarm* que foi idealizado para estudantes de computação em sua formação acadêmica e para o público em geral, com o propósito de auxiliar na visualização e abstração de problemas computacionais e promover o desenvolvimento do Pensamento Computacional de forma divertida. *GraphFarm* é um jogo de estratégia, com características 2D de RPG, desenvolvido na *engine Unity*, a partir da linguagem de programação *C#*.

A. Processo de desenvolvimento

Nesta seção são apresentadas as etapas de desenvolvimento do jogo, bem como detalhes e informações a respeito

de sua produção. As etapas do processo de desenvolvimento do jogo podem ser identificadas na Figura 7 e são descritas a seguir.

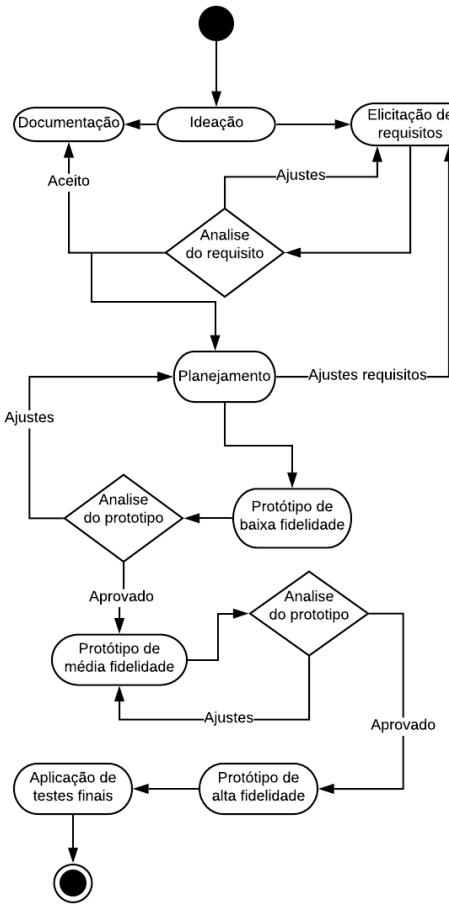


Figure 1: Etapas de desenvolvimento.

- Ideação:** nesta etapa foram concebidas as primeiras ideias para o jogo através de *brainstorm*, incluindo a identificação das principais características e elementos do jogo, tal como a *gameplay* e mecânica, além de iniciar os primeiros rascunhos para uma proposta visual para o jogo. No fim desta etapa foram definidas a personagem principal do jogo e suas características, a forma de recompensa e pontuação ao jogador utilizando estrelas para indicar o progresso de cada missão concluída, bem seu progresso durante as fases;
- Elicitação e análise de requisitos:** durante esta etapa foram levados os requisitos para o desenvolvimento do jogo, sendo eles funcionais e não funcionais, além dos aspectos pedagógicos que necessariamente deveriam contar no jogo. Durante o levantamento de requisitos foi discutida a garantia da auto regulação de aprendizagem no jogo, conduzindo o jogador a iniciar uma

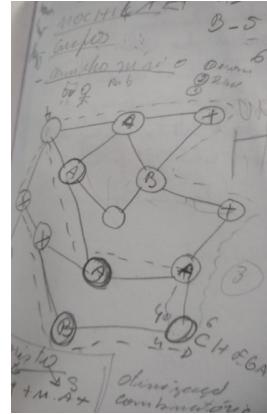




Figure 3: Primeiro protótipo do jogo.

- Protótipo de Média Fidelidade:** o protótipo de média fidelidade seguiu as diretrizes presentes no GDD durante a implementação do jogo, executando conforme informações descritas na documentação. Durante esta etapa foi utilizado a *engine Unity* para a implementação. Como resultado desta etapa foi produzido um protótipo mais robusto, que serviu como base para o projeto final do jogo. O protótipo constou com a implementação das funcionalidades do jogo, bem como seus requisitos discutidos e definidos em etapas anteriores;



Figure 4: Protótipo de media fidelidade.

- Protótipo de Alta Fidelidade:** o protótipo de alta fidelidade é a concepção que mais se assemelha com o produto que se prende a desenvolver, bem como consiste na implementação de melhorias no jogo. Nele estão implementadas todas as funções e alterações descritas na documentação e observadas nos testes iniciais dos protótipos de baixa e média fidelidade. Nesta etapa o jogo passou por novas mudanças em seu *design* visual e disponibilidade para dispositivos com sistema Androide.
- Validação de protótipo:** : a cada fim das etapas de protótipo de baixa, média e alta fidelidade, o aplicativo é avaliado para verificar se as funcionalidades implementadas estão de acordo com os requisitos definidos. A validação após protótipo de baixa e média fidelidade, foi realizada pelos desenvolvedores. Após o protótipo



Figure 5: Protótipo de alta fidelidade.

de alta fidelidade é realizada a avaliação das interfaces utilizando o Teste de Usabilidade de Nielsen [23] que também foi executado pelos desenvolvedores. Os resultados de cada validação de protótipo são utilizados para melhorar ou corrigir aspectos no jogo. Os resultados dos testes estão descritos na Seção VI;



Figure 6: Primeiro protótipo do jogo.

- Aplicação de testes finais:** nesta etapa são realizados testes com o usuário final. O aplicativo proposto é validado com usuários finais utilizando como forma de avaliação, o teste MEEGA+ [24], que tem por objetivo avaliar os jogos com propósito educacional para aprendizagem de conceitos relacionados à computação. Os resultados dos testes apresentam as diferentes perspectivas dos usuários com relação ao jogo, tendo como ideia analisar as métricas de avaliação de cada usuário;
- Documentação:** Durante todas as etapas do processo de desenvolvimento são gerados artefatos de documentação, entre eles o GDD. A documentação do projeto é composta de cronogramas do desenvolvimento, tornando-se assim, de grande importância para o projeto desde seu estado inicial, até o fim do seu ciclo de vida no encerramento do projeto.

B. Game Design Document

Game Design Document é um documento utilizado para registrar as principais etapas do desenvolvimento do jogo. O GDD conta com a descrição completa do jogo, a jornada do herói alinhada a jornada de conhecimento, bem como a disposição dos elementos de aprendizagem de acordo com os



Figure 7: Game Design Document.

cenários do jogo, o storytelling, as mecânicas, a experiência de usuário, etc.

1) História: A história do jogo narra a história de Berta, uma jovem fazendeira que cuida de uma pequena fazenda ao norte do reino de Grafolandia. Em tempos de crise no reino, o rei solicita ajuda de Berta dos seus serviços de entregas para distribuir alimentos a população. O objetivo de Berta é realizar de maneira eficaz as missões que lhe são recebidas pelo rei.

2) Fluxo do Jogo: O *GraphFarm* é um jogo de gênero *Puzzle*, que abrange as noções de problemas computacionais clássicos utilizando as características de grafos, caracterizado pelo seu aspecto educacional, voltado para o desenvolvimento do pensamento computacional através da resolução de problemas. No jogo, os jogadores têm a função de ajudar Berta a combater a crise que se instalou no reino de GrafoLandia realizando entregas por todo o reino. O jogo é dividido em 4 fases distintas, cada uma com tempo limitado de jogo e suas características de cada tipo de missão passada pelo rei. A dificuldade nas transições entre fases é perceptível, a cada fase o grau de dificuldade aumenta gradativamente através de missões mais complexas e menos recursos dispostos ao usuário. O feedback ao jogador será medido de acordo com a eficácia da resolução de cada fase, se baseando na quantidade de passos, tempo estimado ou na qualidade da resolução do problema previamente estipulados.

3) Mecânica: Afim de ajudar o reino de GrafoLandia, o jogador deve propor uma forma de resolver o problema estipulado pelo jogo, ou seja, o jogador deve idealizar uma estratégia para a resolução das missões do jogo com base nos requisitos necessários para completar a missão. O jogador tem a seu dispor, a movimentação do personagem de acordo com os pontos de adjacência referentes ao local

atual do jogador, sendo possível apenas se deslocar para os pontos no caminho que sejam conectados a posição atual do personagem.

4) Telas: A transição entre as telas pode ser visualizada no diagrama de telas, conforme ilustra Figura 11. É possível observar que, a partir do Menu Principal o usuário pode ir para Configurações, Seleção de Fases ou Informações. É importante destacar que, levando em consideração a carga cognitiva da aprendizagem, o usuário só pode selecionar fases já visitadas. Caso ele ainda não tenha passado de uma fase, esta não estará habilitada para visita do usuário.

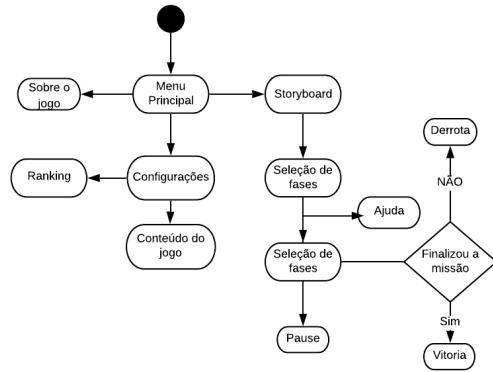


Figure 8: Diagrama de telas.

5) Fases: Cada fase do jogo possui um *layout* individual, se diferenciando através do percurso do jogador para realizar duas missões com diferentes rotas. A figura 9 ilustram a mecânica das três fases, sendo ela a fase tutorial do jogo. É possível observar que a Fase 1, que tem como objetivo apresentar o cenário do jogo e ambientar o jogador, tem um nível de dificuldade e possibilidade de movimentos menores, conforme ilustra a Figura 9a. As Figuras 9b e 9c, representam o cenário das fases seguintes, com uma maior quantidade de caminhos para a serem realizados, bem como uma novo *design* dos níveis.

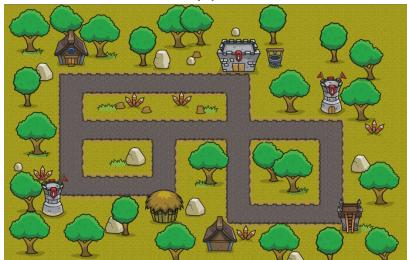
6) Controle: Os comandos para guiar a personagem principal do jogo serão realizados com os toques na tela realizados pelo jogador através do touch screen, dando ao usuário uma liberdade de movimentação pelo cenário dentro das limitações dos caminhos disponíveis pelo cenário. O jogador poderá mover o personagem através dos pontos de adjacências de acordo com a posição das interseções entre os caminhos. Dependendo dos movimentos realizados pelo jogador, a personagem Berta pode realizar os seguintes movimentos:

VI. RESULTADOS E DISCUSSÕES

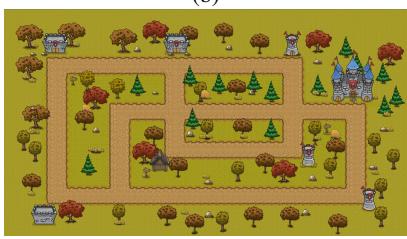
Nesta seção será apresentada os tipos de testes realizados durante o processo de desenvolvimento do jogo. Para análise dos requisitos de aprendizagem, foram avaliados os elementos de objetos de aprendizagem [25] e a experiência do



(a)



(b)



(c)

Figure 9: (a) Fase tutorial. (b) Fase 1 – Problema da Mochila
(c) Fase 2 – Caixeiro Viajante.

1 Move Berta para a direita



2 Move Berta para a esquerda



3 Move Berta para cima



4 Move Berta para baixo



Figure 10: Movimentos da personagem.

jogador quanto a usabilidade utilizando o método MEEGA+ através a experiência causada no jogador [24].

A. Pensamento Computacional e o jogo

O jogo busca exercitar as habilidades do Pensamento Computacional induzindo os jogadores a criarem soluções criativas através da construção de algoritmos. A Tabela III apresenta a relação dos pilares do PC com aspectos do jogo.

Table I: Missões e objetivos do jogo *GraphFarm*.

| Fases | Missões/Objetivo |
|----------------------------|---|
| Tutorial | Fazer com que o jogador se acostume com a mecânica do jogo e realizar uma pequena busca de um item |
| Fase 1 – Pro. Mochila | Busque os ingredientes para o antídoto até o mestre de poções no castelo |
| Fase 2 – Caixeiro Viajante | Realize todas as entregas e retorno a sua fazenda para evitar que ela seja saqueada. |
| Fase 3 – Fase final | Sequencia de etapas para: Realize todas as entregas de leite no vilarejo antes que ele se estregue. |

Table II: Tabela de critérios selecionados do MEEGA+.

| Critérios | Descrição da avaliação |
|--------------|---|
| Estética | Se a interface do jogo está agradável ao usuário. |
| Aprendizagem | Se o jogo pode ser utilizado pelo usuário para alcançar metas específicas de aprender a jogar com eficiência, satisfação e liberdade. |
| Controle | Se o jogo pode ser usado por usuários com problemas visuais. |
| Desafio | Se o jogo possui grau de dificuldade adequado ao desempenho do usuário. |
| Satisfação | Se os alunos sentem que o esforço no jogo resulta em algum tipo de aprendizado. |
| Diversão | Se o jogo promove sensações de prazer, felicidade, entretenimento e distração nos usuários. |
| Atenção | A atenção, concentração e foco. |
| Relevância | A relação da percepção dos usuários com a proposta educacional. |

Table III: Pensamento Computacional e *GraphFarm*.

| Pensamento Computacional | <i>GraphFarm</i> |
|---------------------------|--|
| Decomposição | Organizar os elementos e objetos em uma fase de maneira sistematizada |
| Reconhecimento de padrões | Organização espacial; Organização espacial; Distribuição dos elementos no jogo; Localização dos pontos; Formação de obstáculos; |
| Abstração | Principais objetivos do jogo: - Formas de movimentação do personagem; - Objetivo da missão da missão; - Limitações das missões; |
| Algoritmo | Sequencia de etapas para: - Realizar missões; - Coletar pontos; - Ser eficaz/eficiente; |

B. Analise de experiência do jogador

Com o uso de uma das versões dos produtos do jogo (protótipo de média fidelidade), foram realizados os

testes do MEEGA+, no qual propõe 12 categorias, sendo: Estética, Aprendizagem, Controle, Acessibilidade, Desafio, Satisfação, Interação Social, Diversão, Atenção Relevância, Confiança e Aprendizagem Percebida [24]. Como a proposta do jogo não aborda aspectos de acessibilidade e controle, estas categorias foram tiradas da avaliação.

A tabela IV apresenta o resultado do teste do MEEGA+ aplicado ao jogo. Foram avaliados 10 critérios por 15 avaliadores em uma amostra de jogos realizados na SNCT (Semana Nacional de Ciências e Tecnologias) com alunos dos cursos de Computação e das Engenharias. O teste MEEGA+ foi utilizado avaliando em escalas entre 1 a 5, sendo: 1 = Não possui, 2 = Existem alguns, 3 = Suficiente, 4 = Bom e 5 = Ótimo.

Table IV: Resultado da avaliação MEEGA+.

| Parâmetros | Não possui | Existem alguns | Suficiente | Bom | Ótimo |
|----------------|------------|----------------|------------|-------|-------|
| Estética | 0.0% | 0.0% | 10.0% | 16.7% | 73.3% |
| Aprendizagem | 0% | 4.4% | 22.2% | 40.0% | 33.3% |
| Controle | 3.3% | 0.0% | 3.3% | 16.7% | 7.7% |
| Desafio | 0.0% | 2.2% | 22.7% | 17.8% | 57.8% |
| Satisfação | 1.7% | 1.7% | 11.7% | 21.7% | 63.3% |
| Diversão | 6.7% | 0.0% | 13.3% | 23.3% | 56.7% |
| Atenção focada | 1.7% | 1.7% | 36.7% | 16.7% | 43.3% |
| Relevância | 2.0% | 3.9% | 27.5% | 15.7% | 51.0% |
| Operabilidade | 3.3% | 0.0% | 3.3% | 16.7% | 76.7% |
| Confiança | 0.0% | 0.0% | 26.7% | 6.7% | 66.7% |

Durante o jogo, para que seja possível a conclusão das fases, o jogador deve realizar as missões presentes em cada nível. De acordo com o modo de como as missões foram realizadas, o jogador receberá seu feedback baseados em estrelas, quanto maior a quantidade de estrelas, melhor terá sido a resolução criada pelo jogador.

C. Análise de Aprendizagem do jogo

O desenvolvimento do Self-Assessment Manikin (SAM) é utilizado para avaliar diretamente o prazer, a excitação e a dominância associada em resposta a um objeto ou evento, sendo inicialmente implementado como programa de computador interativo e posteriormente expandido para uma versão em papel para avaliarem grupos em massa. [26]. O teste da análise do SAM foi realizado através de uma plataforma mobile, após os usuários terem acesso ao game, levantando questionamentos sobre quais emoções foram despertadas ao jogador durante o processo de teste.

O SAM varia de um sorriso, figura feliz para uma figura infeliz e carrancuda quando representando a dimensão prazer e varia de uma figura animada e de olhos arregalados a uma pessoa relaxada, figura sonolenta para a dimensão da excitação.

| Self-Assessment Manikin (SAM) | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Quão você ficou feliz por jogar o jogo? | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 40,00% | 60,00% |
| Quão animado você ficou ao jogar? | 13% | 0,00% | 6,67% | 53,33% | 26,67% |
| O quanto você entendeu dos conteúdos do jogo? | 26,67% | 46,67% | 20,00% | 0,00% | 6,67% |

Figure 11: Measuring emotion (SAM).

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um jogo educacional denominado *GraphFarm* como opção para o exercício do *Pensamento Computacional*, bem como a abstração e visualização de problemas computacionais complexos utilizando as características dos grafos. O desenvolvimento do jogo foi baseado em uma sequência de algumas etapas definidas, dando enfase a construção do GDD que acompanhou o projeto durante todo o processo, gerando importantes artefatos para implementação do jogo.

Ao analisarmos resultados dos diversos testes aplicados durante a avaliação deste jogo, observa-se que apesar do conteúdo desenvolvido a maior parte atende a ideia dos grafos e problemas computacionais possuindo um déficit de compreensão sobre o assunto trabalhado, observa-se o engajamento e diversão dos usuários porém, através de trabalhos futuros implementando uma maior quantidade de fases, novos problemas computacionais, inclusão de novas mecânicas e desafios realizados aos jogadores estimamos a melhora desse índice de compreensão do conteúdo. Será também realizados novos testes com o público alvo, e caso seja requisitado, serão realizados novos ajustes ao projeto.

REFERENCES

- [1] J. I. Deters, J. M. C. da Silva, E. M. de Miranda, and A. Fernandes, “O desafio de trabalhar com alunos repetentes na disciplina de algoritmos e programação,” in *Workshop de Ambientes de apoio à Aprendizagem de Algoritmos e Programação*, 2008.
- [2] M. P. Mota, L. W. K. Pereira, and E. L. Favero, “Javatool: Uma ferramenta para o ensino de programação,” in *Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Belém. XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, 2008, pp. 127–136.
- [3] J. M. Wing, “Computational thinking,” *Communications of the ACM*, vol. 49, no. 3, pp. 33–35, 2006.
- [4] S. Papert, *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Nova York: Basic Books, Inc., 1980.
- [5] L. Alencar, M. Pessoa, and F. Pires, “Looking for pets: um jogo de estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional,” in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 8, no. 1, 2019, p. 1251.
- [6] K.-. C. S. F. S. Committee *et al.*, “K-12 computer science framework,” 2016.

- [7] L. M. R. Tarouco, L. C. Roland, M.-C. J. M. Fabre, and M. L. P. Konrath, "Jogos educacionais," *RENOTE: revista novas tecnologias na educação [recursso eletrônico]*. Porto Alegre, RS, 2004.
- [8] P. B. Moratori, "Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem," *UFRJ. Rio de Janeiro*, p. 04, 2003.
- [9] C. Crawford, "The art of computer game design," 1984.
- [10] R. T. Figueiredo and C. FIGUEIREDO, "Wargrafos-jogo para auxílio na aprendizagem da disciplina de teoria dos grafos," *X Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames 2011)*, 2011.
- [11] M.-C. Yang, Z.-T. Xu, and L.-H. Hsu, "On developing the learning game for graph theory: A new design model considering the learners' reflexiveness," in *2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*. IEEE, 2016, pp. 418–422.
- [12] D. Melo, F. Pires, and R. de Freitas, "As aventuras de biguió: um jogo educacional sobre coberturas e caminhos de rainhas, torres e cavalos," in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 8, no. 1, 2019, p. 1310.
- [13] R. Melo, D. Silva, and F. Pires, "Stardust: um serious game para a aprendizagem implícita de grafos," in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 8, no. 1, 2019, p. 1237.
- [14] F. G. de Sousa Pires, R. Melo, J. Machado, M. S. Silva, F. Franzoia, and R. de Freitas, "Ecologic: um jogo de estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional e da consciência ambiental," in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 7, no. 1, 2018, p. 629.
- [15] M. Goulart, D. Souza, I. Goulart, and G. Guarda, "Labirinto sequencial: Ludicidade, pensamento computacional e matemática," in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 8, no. 1, 2019, p. 318.
- [16] B. Learning, "What is computational thinking," Recuperado de: <http://www.bbc.co.uk/education/guides/zp92mp3/revision>, 2015.
- [17] P. Ferreira, A. Cordeiro, T. Lira, A. Carlos, and C. Rodriguez, "O uso da robótica como apoio à alfabetização e à introdução do pensamento computacional para crianças," in *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, vol. 8, no. 1, 2019, p. 238.
- [18] R. Savi and V. R. Ulbricht, "Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios," *Renote*, vol. 6, no. 1, 2008.
- [19] P. J. Denning, "Beyond computational thinking," *Communications of the ACM*, vol. 52, no. 6, pp. 28–30, 2009.
- [20] A. A. Lourenço and M. O. A. De Paiva, "A motivação escolar e o processo de aprendizagem," *Ciências & Cognição*, vol. 15, no. 2, 2010.
- [21] S. Papert, "A máquina das crianças," *Porto Alegre: Artmed*, 1994.
- [22] E. Ackermann, "Piaget's constructivism, papert's constructionism: What's the difference," *Future of learning group publication*, vol. 5, no. 3, p. 438, 2001.
- [23] J. Nielsen, *Usability Engineering*, ser. Interactive Technologies. Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco, CA, USA, 1994. [Online]. Available: <https://books.google.com.br/books?id=DBOowF7LqIQC>
- [24] C. G. von Wangenheim, G. Petri, and A. F. Borgatto, "Meega+ kids: A model for the evaluation of educational games for computing education in secondary school," 2018.
- [25] F. Alves, *Gamification: Como criar experiências de aprendizagem engajadoras*. São Paulo: DVS Editora, 2015. [Online]. Available: <https://books.google.com.br/books?id=JnOwDQAAQBAJ>
- [26] M. M. Bradley and P. J. Lang, "Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential," *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, vol. 25, no. 1, pp. 49–59, 1994.