

Cadê minha Pizza? Um jogo para exercitar Matemática e Pensamento Computacional através de grafos.

Fabrizio Honda^{1,2,3}, Fernanda Pires^{1,2}, Marcela Pessoa^{1,2}, Jucimar Maia^{1,3}

¹Escola Superior de Tecnologia – Universidade do Estado do Amazonas (EST/UEA)

²ThinkTEd Lab – Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologias Educacionais

³LUDUS Lab – Laboratório de Tecnologia, Inovação e Economia Criativa

{fhf.lic17, fpires, mspessoa, jjunior}@uea.edu.br

Abstract. *The scenario of Mathematics learning in Brazil and the challenges that involve the creation of methodologies and tools for insert Computer Education in Basic Education have been the subject of many researches. This article presents “Cadê minha pizza?” (Where is my pizza?), an educational game to stimulate Mathematics learning and the development of Computational Thinking (C.T.). The player’s goal is to deliver pizzas to the indicated locations, implicitly using graph paths, shortest path and resources allocation. The level were structured from real-world routines, which Mathematics and P.C are present. Initial experimental evaluations, based on validated instruments, showed positive results, with reservations.*

Keywords: *Mathematics, Computer Education, Basic Education, educational game, shortest path, Computational Thinking*

Resumo. *O cenário da aprendizagem de Matemática no Brasil e os desafios que envolvem a criação de metodologias e ferramentas para a inserção de Educação em Computação na educação Básica tem sido tema de muitas pesquisas. Este artigo apresenta “Cadê minha pizza?”, um jogo educacional para estimular a aprendizagem em Matemática e o desenvolvimento do Pensamento Computacional (P.C.). O objetivo do jogador é entregar pizzas nos locais indicados, utilizando implicitamente percurso de grafos, caminho mínimo e alocação de recursos. As fases foram estruturadas a partir de rotinas do mundo real, nas quais fazem-se presentes a Matemática e os pilares do P.C. Avaliações experimentais iniciais, a partir de instrumentos validados apontaram resultados positivos, com ressalvas.*

Palavras-chave: *Matemática, Educação em Computação, Educação Básica, jogo educacional, caminho mínimo, Pensamento Computacional*

1. Introdução

No Brasil, as principais formas de avaliação da aprendizagem Matemática são feitas através do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb)¹ e do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa - *Programme for International Student Assessment*)². Em ambas as avaliações, o Brasil obteve resultados insatisfatórios: no

¹<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb>

²<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa>

Saeb 2019, os piores resultados foram no Ensino Médio, em que 95% dos alunos de rede pública o finalizam sem os conhecimentos necessários [Exame 2021]; no Pisa 2018, o Brasil continuou com resultados bem abaixo da média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE): enquanto a média para Matemática da OCDE foi de 489, a do Brasil foi de 384 [G1 2021]. Tais resultados refletem a dificuldade na aprendizagem de matemática no Brasil, uma área do conhecimento fundamental para o desenvolvimento do pensamento lógico.

Uma das alternativas para fomentar essa relação e, considerando a resolução de problemas, é a inserção do Pensamento Computacional (P.C.) e de tecnologias educacionais no currículo escolar [Melo et al. 2018, Pires et al. 2018]. Embora ainda não exista um consenso sobre o conceito de P.C., pesquisadores acreditam que consiste em uma habilidade essencial para todos, não somente para cientistas da Computação. Possibilitando a resolução de problemas complexos de uma forma mais simples [Wing 2006, Pires et al. 2018, Alencar et al. 2020], a BBC [2018] estrutura o P.C. em quatro pilares fundamentais: decomposição (dividir um problema maior em sub-problemas), reconhecimento de padrões (identificar similaridades ou recorrências), abstração (extrair somente o que é relevante) e algoritmo (elaborar o passo a passo para a solução do problema). Apesar de estar presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Currículo de Referência para Tecnologia e Computação para a educação básica, pouco o P.C. é explorado nas escolas.

Para estimular o desenvolvimento dessa habilidade, os jogos educacionais vem se mostrando como poderosos aliados [Pires et al. 2018, Alencar et al. 2020, Pires et al. 2018], por seu potencial de estimular a aprendizagem através de motivação e engajamento. Sendo um dos objetos de aprendizagem mais utilizados no Brasil para fomentar o desenvolvimento do P.C [Carvalho et al. 2017], os jogos são bastante utilizados na educação básica, cuja área mais explorada é a de Matemática [Dias et al. 2017].

Desta forma, a proposta deste trabalho é apresentar o jogo educacional intitulado “Cadê minha pizza?”, cujo objetivo do jogador é entregar pizzas pela cidade. Para avançar nas fases, é necessário aplicar os 04 pilares do Pensamento Computacional através da realização de operações matemáticas e encontrar a melhor solução. A gameplay do jogo inclui conteúdos de Computação de Teoria dos Grafos, como percurso em grafos e caminho mínimo, que foram usados como mecânicas no jogo para que pudessem ser exercitados implicitamente pelo jogador, durante a jornada do herói. O artigo estrutura-se da seguinte forma: a seção seguinte contém os trabalhos relacionados; na seção 3 está a fundamentação teórica; a seção 4 detalha o processo de desenvolvimento; na seção 5 o jogo é descrito; a seção 6 apresenta as análises e os resultados e; as considerações finais.

2. Trabalhos Relacionados

Melo, Silva & Pires [2019] construíram “StarDust”, um jogo educacional para plataformas móveis cujo objetivo é a aprendizagem em grafos, com foco em caminho mínimo. A narrativa se contextualiza em uma missão espacial de Alice, que deverá levar suprimentos para as galáxias que não foram afetadas pela poeira cósmica resultante da explosão de outra galáxia. O jogador deverá selecionar, em ordem, os planetas a serem visitados, levando em consideração que tem combustível limitado, ou seja, tendo que utilizar o mínimo de recurso possível. Cada caminho tem um custo de combustível, ao qual o

jogador pode calcular qual o menor caminho até o planeta objetivo.

Alencar, Pires & Pessoa [2020] propuseram um jogo educacional intitulado “O sequestro de Magrafo”, que visa exercitar a aprendizagem de grafos em caminhos eulerianos e o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Em cada fase, existe um grafo com vértices coloridos e o jogador deverá selecionar as cores para o personagem se direcionar até o vértice correspondente; contudo, ao passar por uma aresta, ela fica inacessível, devendo o jogador pensar em uma estratégia para percorrer todos os vértices sem repetir as arestas, remetendo ao caminho euleriano.

O trabalho de Figueiredo e Figueiredo [2011] consistiu na proposta de um jogo educacional inspirado no jogo de tabuleiro War. Os autores criaram uma versão adaptada: “WarGrafos”, cujo objetivo é auxiliar na aprendizagem de Teoria dos Grafos. Jogado em equipe, apresenta mecânicas similares ao original, com adição de objetivos de aprendizagem de grafos, aos quais os estudantes devem interagir entre si para resolvê-los. Os resultados foram positivos quanto ao nível de aprendizagem após a aplicação, contudo, quase metade da amostra respondeu que não jogaria o jogo em momentos de descontração.

A proposta de “Cadê minha pizza?” difere dos demais trabalhos, com destaque a: jogabilidade com caminhos hamiltonianos, caminho mínimo e alocação de recursos, enquanto “StarDust” inclui somente caminho mínimo e “O Sequestro de Magrafo” possui somente caminhos eulerianos; proposta mais dinâmica e lúdica, enquanto “WarGrafos” teve resultados negativos quanto a aspectos de diversão e; *feedback* ao jogador de acordo com sua performance, não presente nos demais jogos.

3. Computação, Matemática e Jogos

A inserção da Educação em Computação – um ramo do conhecimento que objetiva a aprendizagem de conteúdos computacionais – nos currículos escolares tem se intensificado no Brasil. A Sociedade Brasileira de Computação (SBC) elaborou os Referenciais Curriculares de Computação para Educação Básica [Raabe et al. 2017] para avalançar os estudos em Educação em Computação, e o Centro de Inovação à Educação Brasileira (CIEB) desenvolveu uma plataforma do Currículo de Referência em Tecnologia e Computação [Raabe et al. 2018] e do Currículo de Referência – Itinerário Formativo em Tecnologia e Computação³ para auxiliar gestores e docentes a implementar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), contemplando temas de tecnologia e Computação na educação básica.

Trabalhos como o de Nogueira [2015] revelam que a Teoria dos Grafos apoia o desenvolvimento das seguintes competências e habilidades presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática [Brasil, 1998, p. 48]: i) ler, interpretar e utilizar representações matemáticas (tabelas, gráficos, expressões); ii) procurar, selecionar e interpretar informações relativas ao problema; iii) formular hipóteses e prever resultados; iv) interpretar e criticar resultados numa situação concreta; v) desenvolver a capacidade de utilizar a Matemática na interpretação e intervenção no real; e vi) aplicar conhecimentos e métodos matemáticos em situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento.

Em se tratando de educação, a área de jogos para auxiliar a aprendizagem vem

³<https://anec.org.br/wp-content/uploads/2021/04/Itin.Form...-em-Tec.-e-Computacao-CIEB-Curriculo-de-referencia.pdf>

crescendo cada vez mais. Isto pois, dado o avanço das tecnologias nos dias atuais, as crianças nascem imersas em um meio rodeado por videogames e smartphones [Pires, 2018]. Desde cedo, já possuem um contato com os jogos, cujo mercado movimenta milhões de dólares ao ano, maior que as indústrias cinematográfica e musical juntas [Popular 2022]. Na 7ª edição da Pesquisa Game Brasil (PGB), os resultados revelam que 73,4% dos brasileiros jogam *games*, dos quais 33,6% do público adulto e 32,5% do público jovem [Drop 2020]. Dessa forma, além dos jogos serem um entretenimento consolidado, seu potencial de gerar diversão, motivação e engajamento pode facilitar o aprendizado e a aquisição de conhecimentos. Muitos trabalhos na Literatura abordam a concepção de jogos educacionais que objetivam exercitar conteúdos de disciplinas curriculares da educação básica através da aplicação transversal de temas em Computação. Este processo, além de possibilitar ao(s) criador(es) do jogo o desenvolvimento de competências e habilidades multidisciplinares [Honda et al. 2020], também permitem que o público-alvo possa exercitar/aprender conteúdos e desenvolver o P.C..

4. Cadê minha pizza? Aprendizagem matemática em grafos

“Cadê minha pizza?” é um jogo educacional que objetiva o exercício e desenvolvimento de competências em Matemática e Pensamento Computacional para estudantes de Ensino Médio (14-17 anos) e iniciantes em cursos de Computação. A proposta é que o jogador pratique, transversalmente, fundamentos de percurso em grafos, caminho mínimo e alocação de recursos para avançar nas fases, cujo objetivo é entregar pizzas pela cidade, considerando a gasolina de cada entregador. O jogo é destinado para dispositivos móveis de sistema operacional Android.

4.1. Metodologia

Para a construção do jogo, utilizou-se o processo de *game design* educacional, cujo modelo é iterativo-incremental e voltado para jogos educacionais. Elaborado por Pires [2021], cada etapa do processo resulta em um ou mais artefatos que, após as respectivas validações, podem retornar ou prosseguir para a etapa seguinte. As etapas e seus respectivos artefatos são descritos a seguir:

- *Brainstorm*: ou tempestade de ideias, é a etapa introdutória que resultou na definição do problema de aprendizagem e público-alvo, além das primeiras concepções de mecânicas do jogo. Por familiaridade do autor, o tema escolhido foi Teoria dos Grafos. Sua abordagem foi definida como transversal, tendo como foco principal a Matemática e seus fundamentos, a qual se identificou o problema de aprendizagem, em que muitos estudantes concluem o Ensino Médio sem o conhecimento esperado de Matemática. Diante disso, a proposta inicial foi um jogo para entregar pizzas, devendo o jogador exercitar operações matemáticas para avançar nas fases, trabalhando conceitos de percurso em grafos e caminho mínimo de forma implícita.

- *Especificação de requisitos e planejamento*: para ambas, o artefato final foi a composição do *Educational Game Design Document (EGDD)* – um modelo de *game design document* baseado no “*Level Up!*” de Scott Rogers [2014], que contempla aspectos educacionais. Nestas etapas, a primeira versão do *EGDD* foi fechada, contendo: contexto, temática, narrativa, mecânicas, gameplay, aprendizagem, formas de avaliação, estética e arte, interface, processo de desenvolvimento, trabalhos relacionados e referências.

- *Protótipos de baixa média fidelidade*: nesta ocasião, não houve um protótipo de baixa fidelidade, geralmente feito de papel. Isto ocorreu em decorrência das medidas de segurança frente à pandemia da COVID-19. Portanto, o protótipo iniciou-se na versão de média fidelidade, que começou a ser construído paralelo ao *EGDD*, após validação da ideia do jogo. O Figma foi utilizado para a prototipação, ferramenta popular para elaboração de interfaces.

- *Validação*: para verificar se o jogo estava adequado para ser implementado numa *game engine*, o protótipo de média fidelidade feito no Figma foi avaliado por usuários externos. Os testes utilizados foram: *emoti-SAM (Self Assessment Manikin)* para avaliar a motivação, *SUS (System Usability Scale)* para usabilidade e *MEEGA+ (Model for the Evaluation of Educational Games)* para avaliação de jogos educacionais. Os resultados foram positivos mas identificaram-se correções necessárias para serem realizadas antes da implementação do jogo.

- *Protótipo de alta fidelidade*: etapa atual do jogo, que consiste na sua implementação numa *game engine*, na qual a *Unity* foi escolhida pela familiaridade e experiência do desenvolvedor. Esta versão é a mais robusta e já inclui as mudanças identificadas pela validação do protótipo.

4.2. História

A história do jogo foi criada durante a elaboração do *EGDD*, na etapa de requisitos e planejamento, após a definição de que iria envolver entrega de pizzas. O jogo narra a história de um grupo de amigos recém-chegados na grande cidade metropolitana, que finalmente realizou seu sonho de fundar uma pizzeria. Amigos desde a infância, planejaram este momento por muito tempo; no entanto, o processo saiu um pouco mais caro do que o desejado e gerou muitas dívidas ao grupo. Para manter o sonho vivo, os amigos devem se dividir nas atividades: Lucas, Paulo e Júlio serão os entregadores, (o jogador) irá auxiliar os entregadores na escolha pela melhor rota junto com Maria; Luiz cuidará da gerência e finanças, e os gêmeos Pedro e Paulo serão os responsáveis pelas pizzas.

4.3. Gameplay

O jogador deverá realizar entregas de pizzas nos estabelecimentos da cidade, atentando-se para a gasolina dos entregadores que é limitada. Para isto, terá acesso ao mapa da cidade, podendo visualizar todos os locais, ruas e custos do trajeto; também possui ciência da quantidade de gasolina de cada entregador. Através de toques na tela, seleciona um entregador e o envia para um local, gastando a gasolina respectiva. Para avançar nas fases, todas as entregas devem ser realizadas. A figura 1 apresenta algumas telas e fases do jogo.



(a) Menu principal.



(b) Fase 2.



(c) Fase 3.

Figure 1. Algumas telas do jogo.

4.4. Mecânica de aprendizagem

No jogo, cada fase possui uma cidade com estabelecimentos conectados que correspondem a abstração de um grafo ponderado, contendo: pizzaria (vértice inicial), estabelecimentos sem indentificador (vértices de transição), estabelecimentos com identificador (vértice para cálculo do caminho mínimo), ruas (arestas), custos de gasolina (peso das arestas) e o entregador (elemento que irá caminhar pelo grafo).

Para vencer as fases, o jogador não deve entregar as pizzas em qualquer ordem, mas sim, analisar o mapa e verificar as rotas para decidir qual o entregador mais adequado. Através da verificação dos estabelecimentos e ruas que terá de visitar, seguido pela soma dos gastos de gasolina da rota escolhida, o jogador pode escolher o melhor entregador. Todo esse processo é equivalente a percurso em grafos, cálculo do caminho mínimo e alocação de recursos. O caminho mínimo consiste em: dado um grafo ponderado com seus vértices (v) e arestas, é rota de custo mínimo entre um vértice ($v1$) e outro vértice ($v2$). Este custo mínimo corresponde à somatória do peso das arestas que interligam os vértices no caminho de $v1$ até $v2$.

Dado o nível de conhecimento do público-alvo – estudantes de Ensino Médio –, os jogadores não precisam conhecer o que são grafos, tampouco caminho mínimo. Estes conteúdos serão exercitados implicitamente durante as fases, através das ações dos jogadores que exigem conhecimentos básicos de matemática. A figura 2 ilustra um fluxograma que contém o passo a passo para solucionar as fases e o pseudocódigo que verifica se o jogador perdeu, venceu ou está com a fase em andamento.

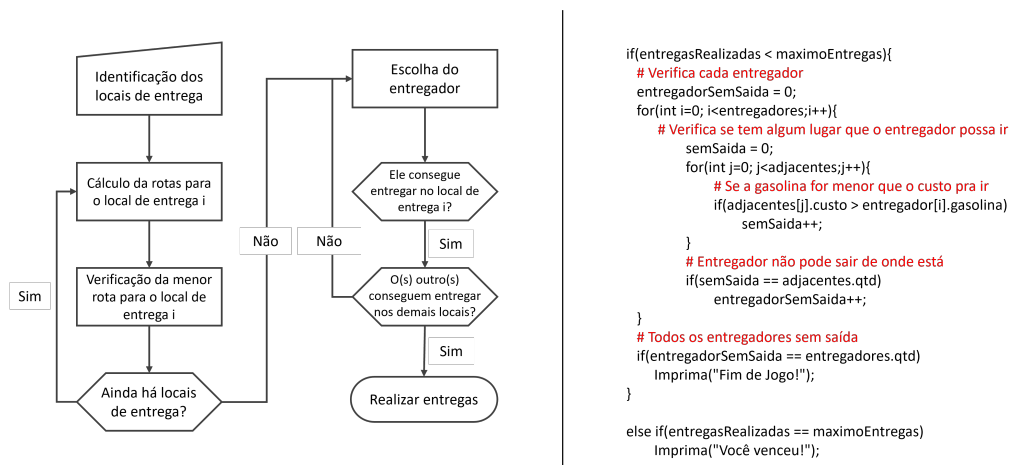


Figure 2. Fluxograma e pseudocódigo de solução das fases.

Para o cálculo das rotas, o jogador realizará uma soma entre dois números com um ou dois algarismos; para a verificação da menor rota, terá que comparar dois ou mais números e determinar o menor valor; e para escolher o entregador mais adequado, deverá comparar os valores das rotas com a gasolina dos entregadores e depois decidir em qual solução ambos os entregadores tem suas gasolinas maiores que os custos.

Com o avançar das fases este processo continua o mesmo, no entanto, a quantidade de estabelecimentos, ruas, locais de entrega e entregadores aumentam, tornando as fases cada vez mais difíceis. Na fase 2, por exemplo, um novo estabelecimento e três ruas são adicionadas. Sua solução está ilustrada na Figura 3, que contém a imagem da fase e sua

representação em grafo, ao lado. Neste caso, há dois locais de entrega: os vértices $v1$ e $v4$; somando os pesos das arestas até $v1$, encontra-se dois caminhos de custo mínimo: indo direto até $v1$ ou passando por $v3$, resultando em custo 4. Já para chegar até $v4$, o menor custo é 6, passando por $v3$. Apesar do entregador 2 (representado por verde) poder entregar em $v1$, o entregador 1 (em vermelho) não conseguiria entregar em $v4$, pois seu custo é maior que a quantidade de gasolina. Assim, o entregador 1 fica responsável pela entrega em $v1$ e o entregador 2 com a entrega até $v4$.

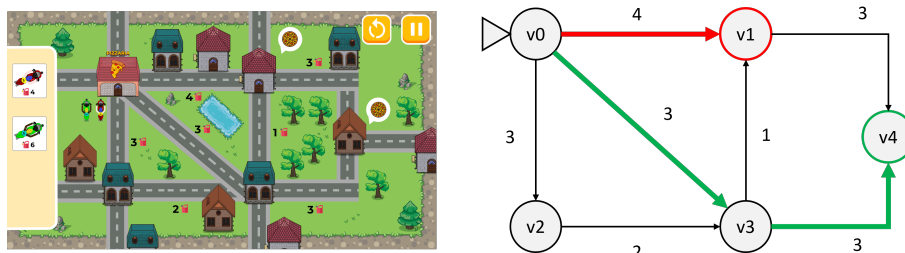


Figure 3. Fase 2 e sua representação em grafo.

4.5. Pensamento Computacional

Durante a gameplay, além do exercício de conteúdos de Grafos e fundamentos matemáticos, o jogo promove o desenvolvimento dos pilares do Pensamento Computacional (P.C.), diretamente relacionado com a progressão do jogador (Tabela 1).

Table 1. Pensamento Computacional no jogo

Pilar do P.C.	Aplicação no jogo
Decomposição	O jogador identifica os elementos mais evidentes na fase: a pizzaria com os entregadores, os estabelecimentos, identificadores de entrega, ruas conectadas e a gasolina para transitar nas rotas.
Reconhecimento de padrões	É possível observar um padrão no jogo: i) cada entregador é selecionado por vez; ii) ao ir até um local, a gasolina do entregador diminui de acordo com o custo deste trajeto; iii) o indicador de entrega some após o entregador chegar no local.
Abstração	Após algumas interações com o jogo e progresso nas fases, o jogador compreende que todas as pizzas tem de ser entregues para avançar, que a rota mais curta até um local é a mais recompensadora e que os entregadores tem de ser utilizados com cautela.
Algoritmo	Ao entender o funcionamento do jogo, o jogador analisa as rotas, calcula o caminho mínimo e verifica o entregador mais adequado.

4.6. Avaliação

O jogo “Cadê minha pizza?” ainda encontra-se em fase de implementação (protótipo de alta fidelidade), no entanto, já possui uma versão estável para teste. Apesar de não ter sido testado com o público-alvo, seu protótipo de média fidelidade foi avaliado por uma amostragem de $N=23$, que possibilitou a identificação de diversas correções a serem realizadas no jogo. Estas avaliações foram realizadas através dos testes emoti-SAM

[Hayashi et al. 2016], SUS [Brooke 1996] e MEEGA+ [Petri et al. 2019], que avaliam, respectivamente, motivação, usabilidade e experiência do jogador. É válido ressaltar que todos os testadores preencheram um termo de autorização, que possibilita a utilização dos dados dos formulários para pesquisas científicas.

5. Resultados preliminares

Os resultados dos testes do jogo em sua versão de média fidelidade – prototipado no Figma – foram positivos. O emoti-SAM foi o teste com mais avaliações positivas: mais de 90% dos testadores se sentiu feliz ao jogar, 87% ficou animado com o jogo e mais de 80% diz ter entendido os conteúdos abordados. Os resultados do SUS também foram positivos e apontaram muita concordância quanto as questões; no entanto, apesar dos aspectos de “utilizar o jogo com frequência” e “achá-lo pouco complexo” tenham mais dados positivos (72,7% e 63,6%, respectivamente), foram as questões onde mais os usuários mantiveram-se neutros ou discordaram. Isto foi um indicativo de que as regras do jogo não estavam bem definidas e que seu fator de engajamento estava abaixo do esperado.

Já o MEEGA+, apesar dos resultados positivos (Figura 4), identificou-se uma lista de ressalvas quanto às regras do jogo, entendimento e *feedback*. Por exemplo: não estavam tão claros os objetivos do jogo e as regras, não era desafiador o suficiente, ausência de progressão no jogo, botões não funcionando, sem *feedback* adequado no final de algumas fases, etc. Também observou-se que o caminho mínimo não estava presente no jogo, mas sim, busca exaustiva, caracterizando um erro de *game design*.

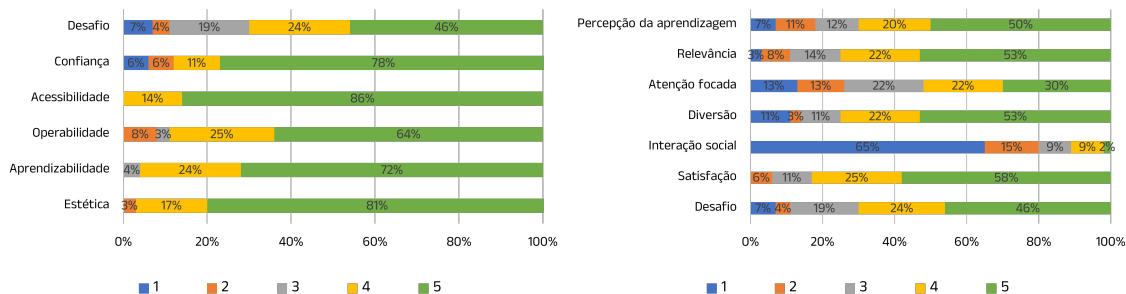


Figure 4. Resultados do teste MEEGA+.

Após a análise destes resultados, iniciou-se a implementação na *game engine Unity*. As ressalvas principais e grande parte das restantes foram solucionadas, compondo uma versão sólida do jogo, contendo: sistemas de login e cadastro, 04 fases funcionais, animações fluidas, *feedback* de acordo com a performance do jogador e *level design* mais robusto. Algumas funcionalidades do escopo não foram implementadas, como sistema de moedas, power-ups e loja, pois exigem uma análise mais aprofundada da modelagem do jogo e serão incorporadas numa versão futura, juntamente com teste com o público-alvo.

Apesar de não concluído, o processo de construção do jogo foi satisfatório, visto que o tema (caminho mínimo) é complexo e exige um certo nível de abstração. Ademais, o jogo é embasado em teorias de aprendizagem e leva em consideração os 04 pilares do Pensamento Computacional, o que também demandou estudos mais aprofundados para compor a mecânica de aprendizagem. Outro ponto a ser destacado consiste no fato de “Cadê minha pizza?” apresentar mais funcionalidades quanto a outros trabalhos similares na literatura, compondo de um jogo único e com uma temática presente nos dias atuais.

6. Considerações finais

Este trabalho apresentou a proposta de um jogo educacional intitulado “Cadê minha pizza?”, que visa trabalhar transversalmente com Teoria dos Grafos no Ensino Médio para estimular a prática de fundamentos matemáticos e Pensamento Computacional. O processo de desenvolvimento iterativo-incremental gerou vários artefatos a cada iteração, que foram validados e aperfeiçoados para as etapas seguintes. O protótipo de média fidelidade do jogo pôde ser avaliado por usuários externos, que proveram precisos dados para a pesquisa e possibilitaram a identificação de várias ressalvas.

Visando a correção destas ressalvas, iniciou-se um processo de *redesign* do jogo. Apesar de atrasar um pouco o andamento da pesquisa, além de essencial para melhorar o jogo, esta etapa possibilitou um estudo mais minucioso nos conteúdos definidos para a mecânica de aprendizagem. Isto contribuiu, não somente para o conhecimento sobre os temas envolvidos, mas também para a compreensão do quão é importante e trabalhosa sua a concepção. Dessa forma, o jogo pôde ser polido, com mudanças significativas na mecânica, *design*, interface do usuário e *level design*. Considerando as melhorias e a adição de novos sistemas, a versão mais robusta do jogo tem grande potencial de aplicação. Os trabalhos futuros consistem finalizar sua implementação, visitar escolas e aplicar o jogo com o público alvo (estudantes de Ensino Médio), para verificar se este atinge seus objetivos de aprendizagem: promover a prática dos conceitos matemáticos e o desenvolvimento do Pensamento Computacional.

References

- Alencar, L., Pires, F., and Pessoa, M. (2020). Criação de um jogo para desenvolver o pensamento computacional percorrendo caminhos eulerianos. In *Anais do XXVIII Workshop sobre Educação em Computação*, pages 111–115. SBC.
- BBC (2018). Introduction to computational thinking. <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>.
- Brasil (1999). *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. MEC.
- Brooke, J. (1996). Sus: a “quick and dirty” usability. *Usability evaluation in industry*, 189(3).
- Carvalho, J., Netto, J. F., and Almeida, T. (2017). Revisão sistemática de literatura sobre pensamento computacional por meio de objetos de aprendizagem. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 28, page 223.
- Dias, J. L., Talita, L., Medeiros, H. B., and Aranha, E. (2017). O uso de jogos digitais na educação básica: uma revisão sistemática da literatura.
- Drop, d. J. (2020). Segundo pesquisa brasileira nacional, 73,4% dos brasileiros jogam games. <https://dropsdejogos.uai.com.br/noticias/industria/segundo-pesquisa-brasileira-nacional-734-dos-brasileiros-jogam-games/>.
- Exame, R. (2021). 95% dos alunos saem do ensino médio sem conhecimento adequado em matemática. Estadão Conteúdo. <https://exame.com/brasil/95-dos-alunos-saem-do-ensino-medio-sem-conhecimento-adequado-em-matematica/>.

- 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)*.
- G1 (2021). Brasil cai em ranking mundial de educação em matemática e ciências; e fica estagnado em leitura. Ana Carolina Moreno e Elida Oliveira. <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2019/12/03/brasil-cai-em-ranking-mundial-de-educacao-em-matematica-e-ciencias-e-fica-estagnado-em-leitura.ghtml>.
- Hayashi, E. C., Posada, J. E. G., Maike, V. R., and Baranauskas, M. C. C. (2016). Exploring new formats of the self-assessment manikin in the design with children. In *Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–10.
- Honda et al. (2020). Lições aprendidas em computação através da criação de um jogo educacional: entre autômatos e design de aprendizagem. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, pages 1753–1762. SBC.
- Melo, D., de Sousa Pires, F. G., Melo, R., and Júnior, R. J. d. R. S. (2018). Robô euroi: Game de estratégia matemática para exercitar o pensamento computacional. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 29, page 685.
- 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.
- Nogueira, D. K. (2015). Introdução à teoria dos grafos: proposta para o ensino médio.
- Petri, G., von Wangenheim, C. G., and Borgatto, A. F. (2019). Meega+: Um modelo para a avaliação de jogos educacionais para o ensino de computação. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 27(03):52–81.
- Pires, F. (2021). Thinkted lab, um caso de aprendizagem criativa em computação no nível superior. Master’s thesis, Universidade Federal do Amazonas.
- Pires, F. G. d. S., Melo, R., Machado, J., Silva, M. S., Franzoia, F., and de Freitas, R. (2018). 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*, volume 7, page 629.
- Popular, D. (2022). Mercado de games: a maior indústria do entretenimento cresce a cada ano. K2. - Assessoria e Comunicação Digital. <https://bit.ly/3f0GIup>.
- Raabe, A. L. A., Brackmann, C. P., and Campos, F. R. (2018). Currículo de referência em tecnologia e computação: da educação infantil ao ensino fundamental. *Centro de Inovação para a Educação Básica-CIEB*.
- Raabe, A. L. A., Zorzo, A. F., Frango, I., Ribeiro, L., Granville, L., Salgado, L., Cruz, M., Bigolin, N., Cavalheiro, S., and Fortes, S. (2017). Referenciais de formação em computação: Educação básica. *Sociedade Brasileira de Computação*.
- Rogers, S. (2014). *Level Up! The guide to great video game design*. John Wiley & Sons.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35.