

Exploring Mathematical Operations in Everyday Life with the MathCity Finances Game

Sabrina Dias Guimarães, Pedro Moises de Sousa

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas

Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Campus Rio Paranaíba

Rio Paranaíba, Brasil

{sabrina.d.guimaraes, pedromoises}@ufv.br

Resumo—This article discusses the development of an educational digital game to support mathematics teaching for 5th and 6th grade elementary school students. Aligned with the guidelines of the National Common Curricular Base (BNCC) and using Unity 3D technology, the game aims to enhance the understanding of basic mathematical operations in a fun and engaging way. Additionally, the game environment supports the teaching-learning process, facilitating the absorption of mathematical concepts. The agile methodology, with a focus on continuous feedback, resulted in a game tested in schools, showing positive acceptance in aiding learning and enriching the discussion on the role of digital games in education.

Index Terms—Educational games, mathematics teaching, technological resources in education, logical reasoning.

I. INTRODUÇÃO

No âmbito do ensino fundamental, a BNCC estabelece que, na disciplina de Matemática, o estudante deve desenvolver habilidades como o raciocínio lógico, a capacidade de questionar sua realidade, a formulação de hipóteses e a busca por soluções que o auxiliem a compreender e interagir criticamente com o mundo ao seu redor. Tais competências favorecem a autonomia e a confiança necessárias para que o aluno enfrente desafios cotidianos com mais segurança [1].

A análise conduzida pelo PISA — Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) — aponta para um desempenho alarmante no ensino de matemática no Brasil, conforme os resultados da edição de 2022. Cerca de 73% dos estudantes brasileiros avaliados não alcançaram o nível básico esperado nessa disciplina, evidenciando um desempenho abaixo do desejável. Esse cenário coloca o Brasil em uma posição desfavorável, ocupando o 65º lugar no ranking mundial de educação [2].

Considerando esse contexto, a BNCC sugere a integração de tecnologias digitais como ferramentas adicionais de suporte no aprendizado, com grande potencial de tornar o processo educacional mais atrativo. Os jogos digitais, por exemplo, destacam-se como recursos eficientes para apoiar o ensino-aprendizagem, já que oferecem conteúdos de maneira envolvente. Segundo Prensky [3], o aprendizado ocorre de modo mais eficaz em ambientes interativos e imersivos, permitindo uma absorção facilitada do conteúdo. Ele reforça que esse processo deve ser ajustável e direcionado ao público específico a ser atendido, envolvendo o aluno de modo significativo

e promovendo uma compreensão mais profunda dos temas abordados na sala de aula, que são aplicados de maneira prática por meio dos jogos.

Diante disso, o presente artigo visa contribuir para o aprendizado de matemática dos estudantes do 5º e 6º anos do Ensino Fundamental, propondo o desenvolvimento de um jogo educativo. O objetivo é auxiliar os alunos na compreensão e uso das operações matemáticas fundamentais (como adição, subtração, multiplicação e divisão) de forma divertida e atrativa, alinhada com as orientações da BNCC. A proposta procura incentivar o raciocínio lógico e a resolução de problemas, colocando o jogador em um ambiente de simulação de compras, onde é necessário calcular preços e fazer escolhas com base no saldo disponível. O jogo, portanto, se configura como um elemento importante no processo de ensino-aprendizagem, favorecendo a compreensão dos conceitos trabalhados, conforme detalhado na Tabela I.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, são apresentados estudos na literatura que abordam temas pertinentes ao artigo em questão.

O jogo “Matemágica”, criado por [4], tem como objetivo auxiliar o processo de ensino-aprendizagem das quatro operações matemáticas para alunos do terceiro ano do ensino fundamental. Utilizando a *engine Unity* e com o desenvolvimento documentado em um GDD (*Game Design Document*), o jogo oferece cenários como a “Casa da Bruxa da Multiplicação” e o “Barco Pirata”, cada um centrado em uma operação matemática. Embora esteja ainda em fase de desenvolvimento, já foi avaliado por professores do ensino fundamental por meio do método SEUQ (*Serious Exergame Utility*). Os resultados mostraram que “Matemágica” se revela útil e motivador para tanto alunos quanto professores, apresentando poucos problemas relatados e boa aplicabilidade pedagógica [5].

O jogo “Cadê minha Pizza?” tem como objetivo estimular a aprendizagem em matemática e promover o desenvolvimento do Pensamento Computacional (PC). Nele, os jogadores são desafiados a realizar entregas de pizzas, gerenciando a gasolina dos entregadores por meio do cálculo de rotas eficientes e operações matemáticas simples. Voltado para dispositivos móveis com sistema operacional *Android*, o desenvolvimento seguiu um processo de *game design* educacional interativo-incremental, elaborado por Pires. As etapas

envolveram definição do tema, especificação de requisitos e planejamento utilizando o modelo EGGD (*Educational Game Design Document*), inspirado no “*Level Up*”. As prototipações de média e alta fidelidade foram realizadas na plataforma Figma e testadas com usuários externos, usando métodos como emoti-SAM (*Self Assessment Manikin*), SUS (*System Usability Scale*) e MEEGA+ (*Model for the Evaluation of Educational Games*). Com base no *feedback* obtido, um protótipo de alta fidelidade foi desenvolvido e implementado na plataforma *Unity* [6].

O jogo digital “*Finances Learning*” apresenta uma abordagem inovadora para o ensino de educação financeira nas escolas de ensino fundamental da região de Dourados-MS. Nele, o jogador assume o papel de um pai de família que trabalha como motorista após perder o emprego, enfrentando desafios relacionados ao gerenciamento de tempo, cansaço e finanças. A cada corrida completada, o jogador recebe um valor baseado na distância percorrida, devendo manter um saldo positivo e evitar gastos excessivos para não ser prejudicado. O desenvolvimento do jogo utilizou a plataforma *Unity 3D*, com o uso do *Photoshop* para criação de imagens, *Blender* para modelagem e animação, e programação em C# com o *Visual Studio*. O processo metodológico incluiu as seguintes fases: investigação e pesquisa, concepção, elaboração, construção e testes. Cada uma dessas fases foi crucial para assegurar a qualidade e funcionalidade do jogo, abrangendo desde a análise dos requisitos até a implementação e testes integrados. Vale ressaltar que o jogo ainda está em desenvolvimento, mas sua proposta central é proporcionar uma experiência de aprendizado prática e envolvente em educação financeira por meio de uma plataforma digital [7].

O jogo “*MathCity Finances*” se destaca entre os demais trabalhos ao integrar operações matemáticas em simulações de situações do cotidiano, que envolvem compras em diferentes estabelecimentos, estimulando o raciocínio lógico e a resolução de problemas. Enquanto “*Matemágica*” utiliza um ambiente de fantasia para ensinar as quatro operações matemáticas, “*Cadê minha Pizza?*” aplica operações básicas em um cenário de entrega e gerenciamento de rotas, e “*Finances Learning*” foca na educação financeira, simulando a vida de um motorista e os desafios de gerenciamento de tempo e renda.

III. MÉTODOS

O jogo educativo “*MathCity Finances*” adotou uma abordagem ágil, incremental e iterativa, diferenciando-se dos modelos tradicionais de desenvolvimento de software conforme descrito nos manuais de engenharia de software [8]. O processo ágil seguido para o desenvolvimento consiste em um fluxo composto por cinco fases distintas: análise de requisitos, projeto, implementação, avaliação e implantação. Essas etapas são executadas de forma cíclica, promovendo a evolução contínua do projeto.

Assim, o jogo tem como objetivo apoiar e potencializar o processo de ensino-aprendizagem da matemática básica, levando em consideração a experiência do jogador, a dinâmica de jogabilidade e os elementos de *design* incorporados. Para

atingir esse propósito, o trabalho foi estruturado em conformidade com as cinco etapas mencionadas anteriormente.

A. Análise de requisitos

Na fase de análise de requisitos, foram reunidos e determinados todos os componentes essenciais para o desenvolvimento do jogo. Isso abrange a identificação dos usuários que irão interagir com o sistema, a definição das tarefas a serem realizadas no ambiente virtual e o estabelecimento do funcionamento da aplicação no contexto desejado [8] [9]. Durante esta etapa, também foi elaborado o escopo do projeto, incluindo o *storyboard* do jogo, que ilustra a jornada que os jogadores irão vivenciar, além dos requisitos fundamentais, como apresentado na Tabela 1.

Adicionalmente, nesta fase do processo, contou-se com a colaboração de professores de matemática, cuja participação foi crucial para identificar os conceitos-chave para os alunos. Através de questionários aplicados em duas instituições: Escola Municipal Padre Goulart e Centro Educacional Paulo Freire, localizadas na cidade de Rio Paranaíba-MG, foram obtidos *insights* valiosos que contribuíram para a definição do conteúdo educacional do jogo, garantindo sua relevância e eficácia pedagógica.

B. Projeto

De acordo com [8] [9], esta fase envolve a aplicação prática do que foi analisado e estabelecido durante a etapa de análise de requisitos, detalhando os recursos computacionais que serão utilizados, como arquitetura, tecnologias e elementos essenciais.

Para a criação do jogo, foi escolhida a plataforma *Unity 3D*, versão 2022. A *Unity 3D* é uma ferramenta de edição gráfica amplamente utilizada que possibilita a produção de jogos para diversas plataformas, sendo integrada à linguagem de programação C Sharp (C#). Além disso, diversas ferramentas adicionais foram utilizadas para a criação de *assets* e *sprites*. Algumas dessas ferramentas pertencem ao ecossistema da *Unity*, enquanto outras foram desenvolvidas pelo autor e por outras plataformas. O Canva foi utilizado para realizar ajustes em *sprites* e *assets*, contribuindo para a melhoria da estética e da jogabilidade do jogo.

C. Implementação

Durante a fase de implementação, as tecnologias e arquiteturas estabelecidas na etapa de projeto são aplicadas para desenvolver a aplicação [8] [9]. Este processo abrange a preparação de imagens, a criação de cenas, objetos e avatares, além da integração desses elementos para formar o ambiente virtual. Todas essas atividades são realizadas na plataforma *Unity 3D*, utilizando a linguagem de programação C#.

D. Avaliação

A avaliação do jogo foi realizada através de uma abordagem que combinou testes formais, pesquisas empíricas e observações informais, visando examinar seu desempenho [10] [9] [8]. O principal objetivo foi garantir que o jogo estivesse

Tabela I: Descrição da implementação do jogo por fases.
[Fonte: Próprio autor]

Sequência	Jogo	Aprendizagem	Ensínamento
Narrativa	Proposta do jogo	-	-
1ª fase	Introdução à Cidade	Operações de soma e subtração em situações simples de compras.	Interação com NPCs que explicam conceitos básicos de matemática financeira e guiam o jogador.
2ª fase	Exploração da Cidade	Operações de soma e subtração em situações complexas de compras.	NPCs fornecem dicas e estratégias para resolver problemas matemáticos mais complexos e como gerenciar melhor o saldo.
3ª fase	Expansão da Cidade	Introdução às operações de multiplicação, divisão, soma e subtração com situações simples de compras.	NPCs desafiam o jogador a aplicar habilidades matemáticas em cenários do mundo real em situações simples.
4ª fase	Desafios Finais da Cidade	Desafios de multiplicação, divisão, soma e subtração mais complexos, relacionados a situações financeiras reais.	NPCs desafiam o jogador a aplicar habilidades matemáticas em cenários do mundo real.
Narrativa	Fim de jogo	-	-

em conformidade com os objetivos estabelecidos, além de analisar a usabilidade da interface em relação à facilidade de aprendizado, compreensão e utilização das mecânicas de jogo no contexto geral. Também foi importante avaliar a eficácia do sistema em abordar o problema identificado.

Para tal, foram conduzidos testes de usabilidade com estudantes da Escola Municipal Padre Goulart, localizada em Rio Paranaíba-MG, com o objetivo de medir a facilidade de aprendizado e identificar possíveis dificuldades de interação. A coleta de dados foi realizada através da aplicação de um questionário de usabilidade, que foi administrado aos participantes do estudo, seguindo rigorosamente todos os protocolos éticos e recebendo a aprovação do comitê de ética institucional (CAAE: 69875823.0.0000.5153). Vale destacar que, antes da aplicação do questionário, os consentimentos informados dos pais ou responsáveis legais dos participantes foram obtidos.

E. Implantação

Nesta fase, é definido o ambiente em que o sistema estará acessível. Assim, o jogo “MathCity Finances” foi criado com o objetivo de atender ao público do ensino fundamental, especificamente para as turmas do 5º e 6º ano. O jogo poderá ser acessado através do link: https://eventos.crp.ufv.br/jogosdigitais/?page_id=1594, e está hospedado no servidor da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Descrição do jogo

O jogo “MathCity Finances” foi criado para auxiliar os alunos a aprender operações matemáticas por meio da simulação de compras em diversos estabelecimentos comerciais. O jogador assume a identidade de um personagem que interage com a Princesa Nina, explorando a cidade e realizando compras conforme as demandas da princesa.

O ambiente do jogo é fundamental para o processo de ensino-aprendizagem, pois facilita a compreensão e a aplicação dos conceitos matemáticos apresentados na Tabela 1. A interação com uma variedade de estabelecimentos dentro do espaço virtual proporciona uma prática contextualizada das operações matemáticas, permitindo que os alunos entendam os conceitos de maneira mais significativa.

O jogo é dividido em quatro fases, cada uma com um nível de dificuldade progressivo nas transações financeiras. Na primeira fase, o jogador visita quatro estabelecimentos e atende às solicitações da Princesa Nina. Na segunda fase, o número de estabelecimentos aumenta para sete, mantendo o mesmo objetivo de seguir as orientações da princesa. A partir da terceira fase, o jogador retorna a quatro estabelecimentos, mas agora recebe uma lista de compras e deve decidir quais itens adquirir. Na quarta fase, com sete estabelecimentos novamente, o jogador continua a tomar decisões de compra, aprofundando sua capacidade de planejamento e gerenciamento financeiro.

A tela de menu inicial apresenta quatro botões principais (Figura 1): um para iniciar o jogo, que leva o jogador para a primeira fase; outro para as instruções, onde um breve tutorial explica as regras e mecânicas do jogo; um terceiro para a área do professor, permitindo visualizar e editar os quizzes de cada fase; e, por fim, um botão para encerrar o jogo.



Figura 1: Tela inicial. [Fonte: Próprio autor]

B. Área do jogador

Ao selecionar a opção “Iniciar Jogo”, o jogador é levado para a Fase 1. Nessa etapa, ele chega à cidade e faz a apresentação da Princesa Nina. A princesa esclarece a mecânica do jogo, descrevendo os estabelecimentos que devem ser visitados e fornecendo o saldo inicial disponível para as compras (Figura 2).



Figura 2: (a) Personagem explorando a cidade. (b) Princesa Nina introduzindo o jogo da Fase 1. [Fonte: Próprio autor]

C. Narrativa e mecânica do jogo

A narrativa do jogo se desenrola à medida que o jogador explora a cidade e interage com a Princesa Nina. Em cada um dos estabelecimentos — Padaria, Supermercado, Farmácia e Loja de Brinquedos — a princesa apresenta os produtos disponíveis e solicita que o jogador realize compras. Ao clicar no botão “Realizar Compra”, o jogador é levado a uma tela onde pode visualizar os itens, seus preços e o saldo disponível (Figura 3).

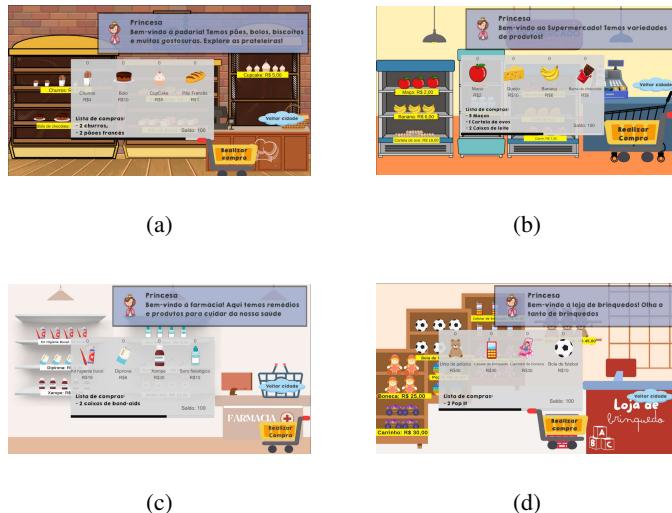


Figura 3: Estabelecimento com diálogos e compras: (a) Padaria- diálogo e botão de compra. (b) Supermercado- diálogo e botão de compra. (c) Farmácia- diálogo e botão de compra. (d) Loja de brinquedos- diálogo e botão de compra. [Fonte: Próprio autor]

Após completar as compras, o jogador retorna à cidade e avança para o próximo estabelecimento. Ao visitar todos os locais, ele recebe *feedback* sobre seu desempenho. A vitória é alcançada quando o jogador resolve corretamente as situações problema e mantém um saldo final adequado; caso contrário, ocorre a perda.

Ao final de cada fase, o jogador participa de um *quiz* com 10 questões, que avalia o aprendizado sobre as compras realizadas (Figura 4(a)). Após concluir o *quiz*, uma tela permite ao jogador avançar para a próxima fase (Figura 4(b)). Na Fase 1,

o objetivo principal é que o jogador compreenda a mecânica do jogo. Independentemente do desempenho (ganhar ou perder), ele prossegue para responder ao *quiz* e, em seguida, avança para a Fase 2.



(a) (b)

Figura 4: Exemplo de quiz ao final e transição da fase 1: (a) Tela de quiz. (b) Cena de transição para a próxima fase. [Fonte: Próprio autor]

A partir da Fase 2, se o jogador cometer erros nas escolhas, uma tela aparece informando que ele perdeu, mostrando o saldo atual e oferecendo a opção de tentar novamente (Figura 5(a)). Se o jogador acertar, uma mensagem de vitória é exibida, acompanhada de um botão para acessar o *quiz* (Figura 5(b)). Após concluir o *quiz*, o jogador é direcionado para a próxima fase (Figura 4(b)).

As Fases 3 e 4 seguem a mesma dinâmica da Fase 2, com a diferença de que, nesta etapa, o jogador recebe uma lista de compras e deve decidir quais itens adquirir. A sequência de *quiz* e a progressão de fase permanecem constantes.



(a) (b)

Figura 5: Feedback: (a) Tela de “Perdeu”. (b) Tela de “Ganhou”. [Fonte: Próprio autor]

D. Área do professor

Ao clicar no botão “Área do Professor” no Menu, o usuário é redirecionado para uma breve explicação sobre as funcionalidades disponíveis (Figura 6(a)). Em seguida, ao selecionar o botão “Edição do Quiz”, o usuário acessa uma tela que exibe todas as fases do jogo. Nessa tela, botões rotulados como “Quiz Fase 1”, “Quiz Fase 2”, “Quiz Fase 3” e “Quiz Fase 4” permitem que o usuário edite os *quizzes* correspondentes a cada fase (Figura 6(b)).

Cada seção de edição oferece ao usuário a possibilidade de inserir novas perguntas, remover perguntas existentes e salvar todas as alterações realizadas (Figura 7). Essas funcionalidades foram projetadas para proporcionar flexibilidade e controle, permitindo que os *quizzes* sejam atualizados e adaptados



(a)

(b)

Figura 6: Área do professor: (a) Tela de explicação da ÁREA do Professor e botão “Edição do Quiz”s. (b) Tela com botões para acessar os *quizzes* das fases. [Fonte: Próprio autor]

conforme necessário para atender às demandas educacionais e objetivos do jogo.



Figura 7: Tela inicial. [Fonte: Próprio autor]

E. Resultados

Foi realizada uma avaliação qualitativa do jogo “MathCity Finances” em escolas, envolvendo a participação de 24 alunos. A usabilidade foi avaliada por meio de um questionário contendo 11 perguntas, utilizando uma escala de 1 a 5, onde 1 indica “muito insatisfeito” e 5 “muito satisfeito”.

A maioria dos alunos tinha experiência prévia no uso de computadores, o que facilitou a interação com os mecanismos do jogo. No entanto, um aluno relatou ter pouca experiência com computadores, o que resultou em dificuldades na navegação e utilização do jogo (Figura 8). Apesar dessa dificuldade pontual, a maioria dos alunos considerou que o jogo consegue manter sua atenção (Figura 9(a)) e é fácil de usar e entender (Figura 9(b)).

Os resultados indicam que o jogo foi bem recebido pelos alunos, que demonstraram grande entusiasmo ao utilizá-lo, além de apresentar potencial para auxiliar nos estudos (Figura 9(c)). A análise dos dados também revelou que a familiaridade com o uso de computadores pode aprimorar a experiência e a exploração do jogo, ressaltando a importância de saber utilizar o teclado para movimentação e o mouse para interações (Figura 9(d)).

V. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do jogo “MathCity Finances” teve como objetivo auxiliar no ensino das operações matemáticas básicas

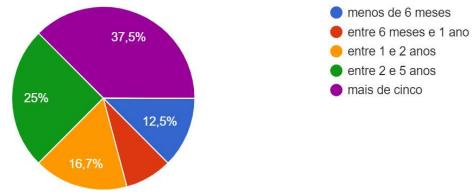


Figura 8: Há quanto tempo você utiliza um computador? [Fonte: Próprio autor]

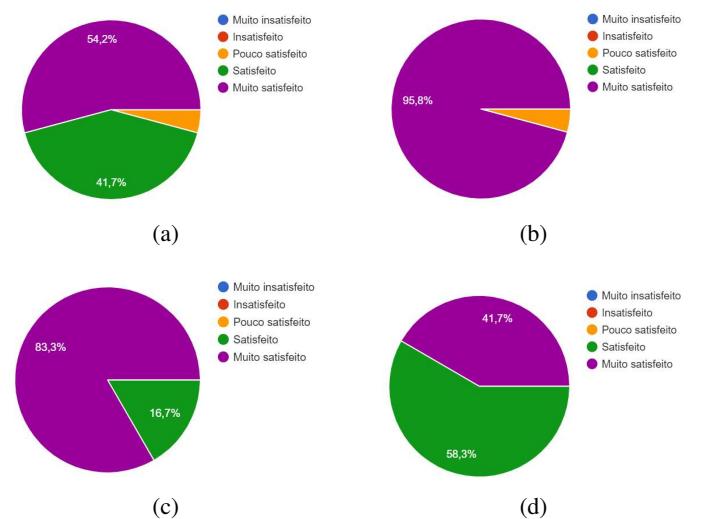


Figura 9: (a) O jogo mantém a minha atenção? (b) O jogo é fácil de usar e entender? (c) Você acha que o jogo pode auxiliar seus estudos? (d) Esse jogo pode ser entendido e usado por pessoas com pouca experiência em uso de computadores? [Fonte: Próprio autor]

para alunos do 5º e 6º ano do Ensino Fundamental, integrando a simulação de compras em uma cidade fictícia com uma narrativa envolvente. Para isso, foram utilizadas as plataformas *Unity 3D* e *Visual Studio Code*, além do *Canvas* para a edição de imagens. A colaboração de dois professores de matemática foi fundamental para garantir que o jogo fosse didático e eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

Após a fase de desenvolvimento, o jogo foi testado na Escola Municipal Padre Goulart com 24 alunos, comprovando seu potencial como um recurso pedagógico para o auxílio ao ensino de matemática. Os resultados indicam que a combinação de uma narrativa motivadora com desafios matemáticos práticos pode enriquecer o processo de aprendizagem, tornando-o mais interativo e cativante para os alunos. É importante destacar que os alunos demonstraram satisfação em diversos aspectos do jogo, atribuindo notas positivas na maioria das questões do teste de usabilidade aplicado.

Para trabalhos futuros, temos a intenção de expandir os

cenários de compras e incorporar desafios matemáticos mais complexos. Além disso, pretendemos aprimorar os pontos levantados na etapa de avaliação por meio dos questionários e das opiniões dos professores. Também está nos nossos planos adaptar o jogo para outros níveis de ensino.

REFERÊNCIAS

- [1] B. M. da Educação, *Base Nacional Comum Curricular*. MEC, 2018.
- [2] INEP, “Programa internacional de avaliação de estudantes (pisa). resultados 2022: Brasil,” 2022, [Apresentação em PDF]. [Online]. Available: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa/resultados/2022>
- [3] M. Prensky, *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. Editora Senac São Paulo, 2021.
- [4] L. A. Silva and V. A. Pereira, “Matemágica: relato de experiência de um game educativo criado a partir de um projeto de extensão,” in *Congresso de Ensino Pesquisa e Extensão-CONEPE*, 2020.
- [5] D. F. Tondorf, M. da Silva Hounsell, and V. A. Pereira, “Avaliando a utilidade do jogo sério matemágica,” in *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*. SBC, 2022, pp. 673–682.
- [6] F. Honda, F. Pires, M. Pessoa, and J. Maia, “Cadê minha pizza? um jogo para exercitar matemática e pensamento computacional através de grafos,” in *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*. SBC, 2022, pp. 876–885.
- [7] F. G. Fernandes, “Finances learning: desenvolvimento de um jogo digital sobre educação financeira voltado para as escolas de ensino fundamental de dourados-ms e região,” *Revista on line de Extensão e Cultura-RealizAÇÃO*, vol. 9, no. 18, pp. 101–121, 2022.
- [8] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Engenharia de software-9*. McGraw Hill Brasil, 2021.
- [9] R. Tori, C. Kirner, and R. A. Siscoutto, “Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada,” 2006.
- [10] F. E. Mattioli, E. A. Lamounier Jr, A. Cardoso, N. Alves, and M. Muniz, “Uma proposta para o desenvolvimento ágil de ambientes virtuais,” *SBC. Anais do WRVA*, 2009.