

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

Jornada Matemática: jogo educacional para aprendizagem de matemática no sexto ano do ensino fundamental.

DEIVID P. BRITO¹, GISLAINE C. MICHELOTI ROSALES², JANAINA CINTRA ABIB³

¹ Graduando em Tecnologia de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Bolsista PIBITI, IFSP, Campus Araraquara, deivid.brito@aluno.ifsp.edu.br

² Mestre e Doutora em Ciência da Computação, Orientadora, Coordenadora e Docente no IFSP, Campus Araraquara, gislaine@ifsp.edu.br

³ Mestre e Doutora em Ciência da Computação, Docente no IFSP, Campus Araraquara, janaina@ifsp.edu.br
Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.03.03.04-9 Sistemas de Informação

RESUMO: Este artigo apresenta o *Jornada Matemática*, um jogo educacional desenvolvido para oferecer suporte a estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental, funcionando como uma ferramenta interativa de reforço escolar e autoavaliação da aprendizagem em matemática. A proposta surge em um contexto em que a dificuldade em engajar alunos com a matemática tradicional tem sido um desafio constante, e a integração de recursos digitais pode representar uma alternativa inovadora para melhorar o processo de aprendizagem. O *Jornada Matemática* cobre uma ampla gama de tópicos do currículo de matemática do sexto ano, incluindo números negativos, frações, porcentagens, juros, descontos e acréscimos. O jogo foi estruturado para oferecer desafios que variam em complexidade, permitindo que os alunos enfrentem problemas de diferentes níveis de dificuldade e contextos. Este *design* visa promover um aprendizado mais envolvente e adaptado às necessidades individuais dos estudantes. Além disso, o sistema de *feedback* permite que os alunos reflitam sobre seus erros e melhorem sua compreensão. Durante o desenvolvimento do projeto, foram obtidos resultados positivos na modelagem do jogo, nas regras de negócio, na construção das interfaces e no *design* dos cenários e eventos. Esses resultados indicam que o jogo está bem estruturado e que as funcionalidades estão alinhadas com os objetivos educacionais propostos. Atualmente, o *Jornada Matemática* encontra-se na fase de protótipo. Os próximos passos incluem a conclusão do desenvolvimento do jogo e a realização de testes com usuários potenciais, que incluem alunos e professores do sexto ano, para avaliar sua eficácia e aceitação. Após essa fase de testes, o jogo será disponibilizado para a comunidade em geral, com a expectativa de que contribua significativamente para o reforço do conteúdo aprendido em sala de aula, ajudando os alunos a consolidarem seu conhecimento, sem o objetivo de substituir o ensino formal.

PALAVRAS-CHAVE: jogo digital educacional; pensamento computacional; matemática básica; gamificação, reforço escolar.

Educational Game for Mathematics Learning in Sixth Grade Elementary School.

ABSTRACT: This paper presents *Jornada Matemática*, an educational game developed to support sixth-grade elementary school students, serving as an interactive tool for academic reinforcement and self-assessment in mathematics. The game addresses challenges related to student engagement with traditional math instruction, integrating digital resources as an innovative approach to enhance learning. *Jornada Matemática* covers a broad range of sixth-grade math topics, including negative numbers, fractions, percentages, interest, discounts, and surcharges. It is designed to present challenges of varying complexity, allowing students to tackle problems of different levels and contexts. This approach aims to promote more engaging learning, tailored to individual student needs. Furthermore, the feedback system helps students reflect on their mistakes and improve comprehension. Positive results were achieved in the game's modeling, business rules, interface design, and scenario development. Currently

in the prototype stage, *Jornada Matemática* will undergo testing with potential users, including students and teachers, to evaluate its effectiveness and acceptance. Following this testing phase, the game will be made available to the general public, with the expectation that it will significantly contribute to reinforcing classroom learning without the intent to replace formal instruction.

KEYWORDS: educational digital game; computational thinking; basic mathematics; gamification; educational support.

INTRODUÇÃO

O jogo foi projetado com uma abordagem que promove o uso do pensamento computacional na resolução de problemas através de métodos analíticos. Segundo Selby e Woollard (2013), o pensamento computacional é uma habilidade que inclui não apenas resolver problemas, mas também pensar de forma algorítmica, realizar avaliações, decompor problemas em partes menores, generalizar conceitos e abstrair informações. Esta habilidade é essencial tanto em jogos eletrônicos quanto em jogos analógicos. Portanto, considerá-la é crucial para desenvolver um jogo educativo eficaz.

Jornada Matemática foi desenvolvido com base em princípios de engajamento do jogador, como apresentação de desafios e recompensas, fornecimento de *feedback*, sensação de controle, clareza nos objetivos e inclusão de uma narrativa. De acordo com Silveira (2019), uma narrativa em um jogo educacional tem um impacto significativo no engajamento do jogador e na sua imersão na experiência de aprendizagem. Uma narrativa bem integrada pode melhorar a compreensão do jogador sobre as tarefas propostas.

Para alcançar resultados positivos com o protótipo construído, foram investigados e utilizados conceitos como pensamento computacional, processos de gamificação e o pensamento criativo, buscando entender quais fatores dentro do jogo poderiam impactar positivamente nesses aspectos e aprimorando o aprendizado dos estudantes, aplicando esse conhecimento no *design* do jogo. Ferramentas apropriadas foram utilizadas para desenvolver interfaces de usuário intuitivas, focando no entendimento completo das dinâmicas do jogo e antecipando as reações dos usuários a certos eventos.

MATERIAL E MÉTODOS

O jogo foi projetado e desenvolvido para plataformas web e navegadores, exigindo o uso de linguagens compatíveis com esse ambiente. Para isso, foram empregadas as tecnologias HTML, *JavaScript* e CSS na criação das interfaces e na implementação da lógica de eventos do jogo. Como ferramenta auxiliar, para construção de cenários e *sprites*¹, foi utilizado o *Aseprite*², mentalizando uma identidade visual baseada em *Pixel Art*³. Além das tecnologias mencionadas, foram consultados diversos materiais bibliográficos, incluindo livros, apostilas e outras mídias, para garantir a inclusão de conteúdos matemáticos adequados e para fornecer suporte aos conceitos de programação específicos para o desenvolvimento de jogos digitais.

A construção deste jogo foi realizada em três fases distintas: estudo e planejamento, modelagem do software e desenvolvimento ativo. Cada uma dessas etapas foi crucial para garantir um desenvolvimento estruturado e eficiente. A fase de estudo e planejamento permitiu a definição clara dos objetivos e requisitos do projeto. Na fase de modelagem do software, foram elaborados os detalhes técnicos e estruturais necessários. Finalmente, o desenvolvimento ativo envolveu a implementação prática das soluções planejadas, resultando em um software que atende de forma eficaz aos objetivos gerais do projeto e está alinhado com os requisitos estabelecidos.

Estudo e Planejamento: Na fase inicial, foi realizado um estudo aprofundado sobre pensamento computacional, suas implicações na criatividade e o impacto dos jogos digitais na rotina estudantil das crianças. Segundo Tsai e Yen (2016), jogos educativos têm o potencial de aumentar a criatividade, curiosidade e engajamento dos estudantes desde a infância.

¹ Personagens ou objetos existentes dentro de jogos 2D.

² Disponível em: <<https://www.aseprite.org>>

³ Estilo de arte que utiliza pixels para a composição de figuras.

Foi realizado um estudo aprofundado sobre *serious games*, também conhecidos como jogos sérios, que são jogos desenvolvidos com o propósito de educar, treinar ou transmitir conhecimento de forma lúdica e interativa, indo além do entretenimento puro. Esses jogos buscam integrar objetivos pedagógicos com mecânicas de jogo que envolvem e motivam o jogador. Durante o estudo, foram consultados diversos projetos já desenvolvidos na área, com o objetivo de identificar boas práticas, metodologias de aplicação e os resultados alcançados com o uso de jogos como ferramentas de ensino em diferentes contextos educacionais.

Modelagem do Software: Com base em pesquisas realizadas, foram elaborados documentos de levantamento de requisitos e modelos funcionais do *software*, utilizando a *Unified Modeling Language* (UML), como notação padrão para a criação dos diagramas. O diagrama de casos de uso foi um guia crucial, proporcionando uma visão clara das interações esperadas entre os usuários potenciais e o *software*.

Desenvolvimento do Jogo: Com a estrutura e a modelagem previamente definidas, iniciou-se o desenvolvimento efetivo do jogo. Durante esta fase, foram criados os cenários, interfaces e eventos do jogo educacional, conforme o planejamento e as especificações estabelecidas.

A Figura 1 ilustra uma das telas do jogo, onde o protagonista se encontra centralizado dentro do ambiente, junto dos cenários e os personagens que compõem a narrativa do *Jornada Matemática*. Uma das ideias centrais durante o desenvolvimento do game, foi a familiarização do usuário com os cenários e sua ambientação. Isso pôde ser alcançado a partir de ambientes escolares, já familiares à rotina estudantil, por onde o protagonista navega e enfrenta desafios propostos no decorrer de sua jornada.

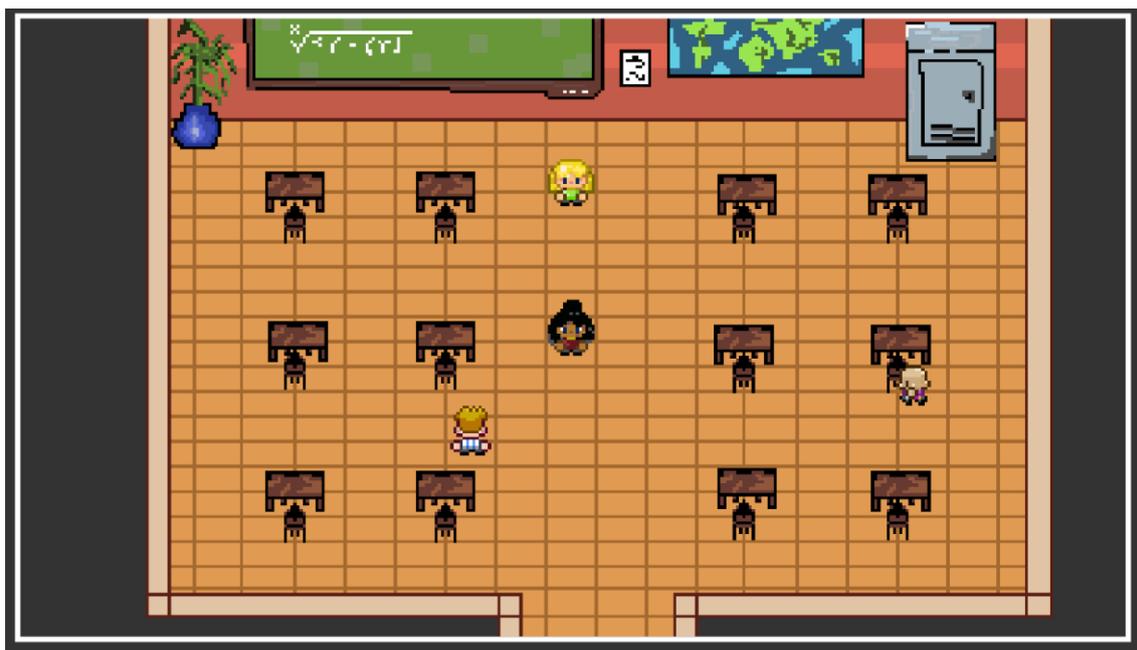


FIGURA 1. Interface construída através dos softwares citados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a construção do software, um dos aspectos fundamentais foi a escolha da metodologia de ensino. De acordo com Rohrer e Taylor (2007), diferentes abordagens pedagógicas são empregadas no ensino da matemática, cada uma com sua eficácia relativa. Rohrer argumentou que não há evidências de que métodos de ensino intensivos sejam superiores a métodos menos intensivos. No entanto, destacou que o ensino com espaçamento regular entre as sessões de aprendizado se mostrou mais eficaz do que métodos segmentados com intervalos mínimos entre as sessões. Isso ocorre porque a fixação e a memorização do conteúdo são aprimoradas quando o aprendizado é distribuído ao longo do tempo.

Com base nas evidências apresentadas e na importância de uma narrativa envolvente em jogos educacionais, o *Jornada Matemática* foi estruturado em torno de uma história cativante, onde o jogador assume o papel de um jovem herói que embarca em uma jornada para ajudar o *Mago Matemático* a restaurar o equilíbrio de um reino encantado, resolvendo enigmas matemáticos que surgem em cada etapa da aventura. Os personagens principais incluem o *Mago Matemático*, que guia o jogador, e uma série de criaturas e habitantes do reino, que representam desafios em forma de problemas matemáticos adaptados ao nível de complexidade do jogador. As questões apresentadas no jogo abordam tópicos como frações, porcentagens e juros, variando de problemas mais simples a cenários matemáticos complexos, contextualizados dentro da narrativa. Essas questões são cuidadosamente escalonadas para representar desafios reais, exigindo do jogador não apenas cálculos, mas também a aplicação de conceitos matemáticos para superar obstáculos e avançar na trama.

De acordo com Rahmabad e Rezvani (2020), dois fatores intrínsecos a imersão dentro de um jogo são a presença da facilidade quanto aos comandos e o ato de jogar, além do *design* utilizado nas interfaces. Levando isso em consideração, foi mantido um estilo de jogo simples, mas funcional – utilizando direcionais no teclado para locomoção nos cenários e uma única tecla para interação dos eventos, além da utilização do mouse para navegação em menus. Quanto ao *design*, priorizou-se manter informações claras e simples na tela, de forma que o usuário pudesse entender as extensões de cenário e interações possíveis.

A Figura 2 ilustra a interface em que o jogador é desafiado pelo jogo. Nesta tela, é exibida uma questão de matemática com várias alternativas, das quais apenas uma está correta. O jogador deve selecionar a resposta correta para avançar nos desafios subsequentes e prosseguir na narrativa da história. Nessa interface, a protagonista é inserida em um palco de apresentações criado pelo mago *matemático*. Diante do microfone, ela deve responder corretamente às perguntas apresentadas para que o mago a aprove em seu desafio.

Além dos desafios apresentados ao jogador, o *Jornada Matemática* incorpora mecanismos pedagógicos intencionais para garantir que o aprendizado seja efetivo, mesmo quando o jogador não tem sucesso imediato nos desafios. Quando o jogador erra uma questão, o jogo fornece uma explicação detalhada sobre o erro cometido e oferece uma revisão do conceito correspondente. Esse *feedback* é acompanhado de exemplos práticos e dicas que ajudam o jogador a entender o conteúdo de forma mais clara, permitindo que ele aplique corretamente o conhecimento construído nas tentativas subsequentes. Esse processo de aprendizado ativo visa evitar que o jogador avance no jogo apenas por tentativa e erro, incentivando a reflexão sobre as respostas e o desenvolvimento de habilidades matemáticas. Ao proporcionar esse tipo de suporte, o jogo não só reforça o conteúdo aprendido, mas também estimula o jogador a desenvolver uma compreensão sólida dos conceitos, aumentando, assim, o impacto educacional da experiência de jogo.

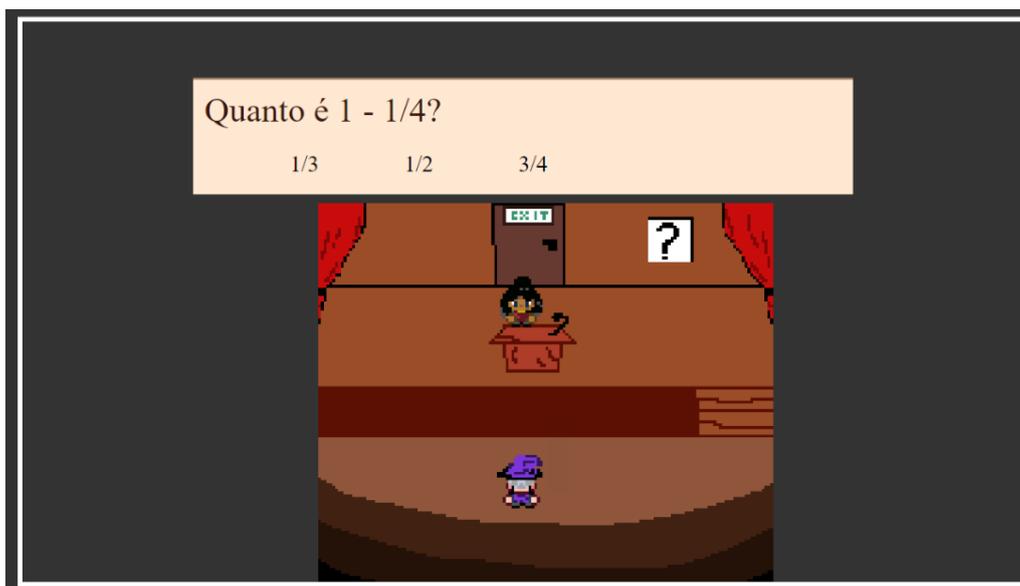


FIGURA 2. Tela de apresentação de desafio.

O jogo foi desenvolvido como uma ferramenta complementar ao ensino em sala de aula, possibilitando aos professores a aplicação e reforço dos conhecimentos adquiridos pelos alunos. Embora forneça suporte ao processo de aprendizagem, o game não tem o propósito, nem deve ser utilizado como substituto das aulas ministradas por professores especializados na área. Contudo, o jogo oferece recursos que auxiliam os estudantes a compreenderem os conceitos apresentados e a aplicar esses conhecimentos na resolução de desafios, como *quizzes*, ajudando a relembrar e consolidar o conteúdo aprendido.

Em cada sala de desafio, como ilustrado na Figura 2, há a presença de uma “Interrogação” na sala. Este se trata de um recurso onde o jogador terá acesso a uma seção de consulta que aborda os temas trabalhados naquele ambiente, além de orientações sobre como lidar com eles. Isso permite ao aluno revisar o conteúdo de forma simplificada, ao mesmo tempo em que testa seus conhecimentos ao enfrentar os desafios propostos pelo jogo.

A Figura 3 ilustra a interação do jogador com o elemento de consulta, situado no mesmo cenário mostrado na Figura 2, abordando o conteúdo discutido anteriormente. Assim, caso o estudante se depare com uma questão que não consiga resolver, ele pode utilizar essa ferramenta para buscar orientações e encontrar uma solução para superar o desafio proposto. Em uma versão finalizada deste projeto, outras abordagens didáticas serão aplicadas além desta, atualmente presente neste protótipo.

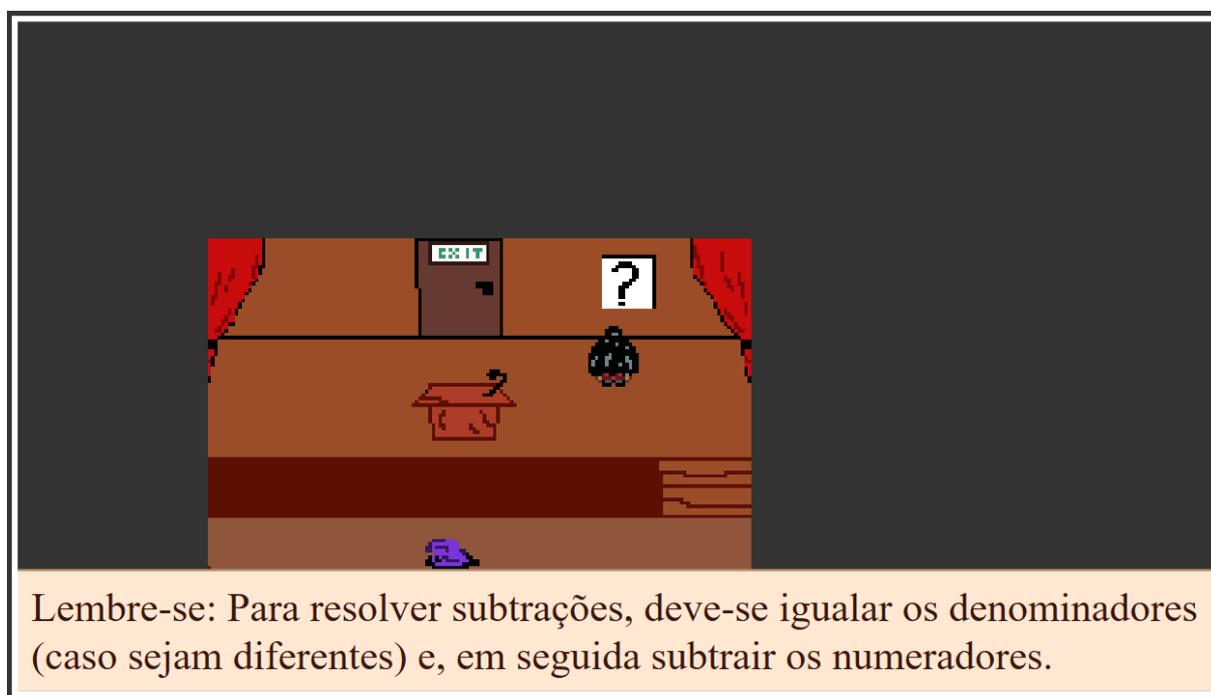


Figura 3. Situação de consulta diante desafio.

É importante ressaltar que, durante cada sessão, o jogador enfrentará desafios variados, pois o jogo apresenta questões diferentes a cada acesso à tela de desafios. Esse mecanismo proporciona um fator de rejogabilidade, uma vez que o jogador dificilmente encontrará a mesma questão duas vezes, incentivando-o a retornar ao jogo com mais frequência. Como descrito no estudo de Liu *et al.* (2017), a rejogabilidade em um jogo educacional influencia diretamente o aprendizado dos alunos. O estudo constatou que, ao serem incentivados a jogar o jogo mais de uma vez, os alunos conseguiram absorver melhor os conteúdos abordados no game e obtiveram resultados positivos em testes realizados posteriormente.

O sistema de pontuação no *Jornada Matemática* foi desenvolvido como uma ferramenta motivacional, com o objetivo de engajar os jogadores em seu processo de aprendizado. A pontuação é obtida à medida que o jogador supera desafios matemáticos corretamente, sendo atribuída com base no tempo de resposta e no número de tentativas realizadas. Além disso, o jogo oferece recompensas

adicionais para jogadores que acertam todas as questões de uma sequência sem erros, incentivando a precisão e o esforço contínuo. Outros mecanismos de gamificação presentes incluem a concessão de conquistas, desbloqueio de novos níveis e personagens, e a criação de um sistema de rankings que permite ao jogador comparar seu desempenho com o de outros participantes. Esses elementos trabalham em conjunto para manter o jogador engajado e desafiado, promovendo uma experiência lúdica que estimula tanto a repetição quanto o aprendizado contínuo, elementos-chave para a retenção de conhecimento em um jogo educacional. Dessa forma, o uso desses mecanismos de gamificação não apenas aumenta a motivação do jogador, mas também reforça o conteúdo pedagógico, garantindo uma maior assimilação dos conceitos matemáticos abordados no jogo.

Além disso, para garantir uma narrativa envolvente, o desenvolvimento do jogo incluiu a criação de ambientes diversificados onde o jogador pode interagir com diferentes personagens, explorar detalhes da história e experimentar uma maior imersão. Isso permite que o jogador controle o protagonista ao longo de uma linha narrativa progressiva, em vez de se deparar com cenários estáticos.

Embora muitos resultados tenham sido alcançados, é importante observar que o jogo está em processo contínuo de desenvolvimento e ainda passará por refinamentos adicionais em diversos aspectos.

Após a conclusão do desenvolvimento, o jogo será submetido a uma fase de testes com o público-alvo proposto. Esta etapa permitirá a análise das reações dos jogadores às situações apresentadas e a avaliação do impacto do jogo na educação de alunos do sexto ano do ensino fundamental, proporcionando informações valiosas para aprimorar sua eficácia e potencial educativo.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi desenvolvido um jogo educacional digital com foco em auxiliar o aprendizado de matemática para alunos do sexto ano do Ensino Fundamental, utilizando uma narrativa que visa engajar os jogadores. Grande parte do jogo foi concluída, com desafios funcionais prontos para serem apresentados aos jogadores. Embora, alguns detalhes adicionais estejam previstos para aprimoramento em futuras etapas do projeto, o *software* já oferece uma base sólida e eficaz.

O *Jornada Matemática* não apenas busca facilitar a compreensão de conceitos matemáticos e suas aplicações; ele também incorpora o pensamento computacional no contexto educacional, criando oportunidades para que os jogadores explorem algoritmos e resolução de problemas. No entanto, o jogo não aborda diretamente os conceitos matemáticos, uma vez que se limita a cobrar respostas a problemas, sem fornecer explicações detalhadas. Esse aspecto pode ser reconsiderado para promover um aprendizado mais profundo.

Em relação ao desenvolvimento prático, a equipe envolvida no projeto teve a oportunidade de explorar conceitos de linguagens de programação ao projetar as mecânicas do jogo, desde a criação de algoritmos para a funcionalidade dos *quizzes* até o *design* de interações dinâmicas entre jogador e cenário. Além disso, professores do 6º ano, foram considerados no processo de criação por meio de avaliações utilizadas durante a fase de levantamento de requisitos.

O *Jornada Matemática* ainda está em fase de desenvolvimento e será submetido a avaliações de usuários e testes funcionais para aprimorar a versão atual do jogo. Neste estágio, a base de dados disponível é limitada e não atende plenamente aos objetivos propostos, o que está sendo ativamente considerado no processo de desenvolvimento. Essas questões serão abordadas nas próximas etapas do projeto, com a implementação de melhorias baseadas no feedback dos testes e na expansão da base de dados para garantir que o jogo possa oferecer uma experiência mais rica e eficaz. O trabalho está em andamento e continua a evoluir para atender melhor às necessidades educacionais e às expectativas dos futuros usuários.

O aspecto lúdico do jogo, embora presente, se concentra principalmente na estética e na narrativa proposta, que, em tese, poderia contribuir para uma experiência mais imersiva e engajante. Contudo, a narrativa envolvente mencionada carece de uma descrição mais clara e objetiva para que se possa avaliar sua eficácia real no engajamento dos jogadores, assim como a praticidade e a utilidade dos desafios propostos. É necessário realizar testes com os alunos para verificar se os desafios e a narrativa são de fato motivadores e se contribuem significativamente para o processo de aprendizagem. Essas atividades estão previstas para serem realizadas nas próximas etapas de desenvolvimento do jogo.

O *Jornada Matemática* se posiciona como um recurso educacional útil, proporcionando uma abordagem lúdica que complementa tanto os conceitos práticos quanto teóricos da matemática.

Destinado a alunos do sexto ano do Ensino Fundamental, o jogo visa auxiliar na compreensão de conceitos abstratos a partir de desafios interativos. Seu uso será opcional para os professores de matemática, que poderão integrá-lo às suas aulas conforme considerarem adequado para alcançar os objetivos educacionais específicos. A proposta é que o jogo atue como um apoio ao aprendizado, oferecendo uma ferramenta adicional para reforçar e consolidar o conhecimento matemático.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

O autor Deivid Pereira Brito contribuiu com a pesquisa bibliográfica, a elicitação de requisitos, a elaboração de diagramas UML relacionados ao *software* e o desenvolvimento do próprio jogo, sendo responsável pela criação dos cenários e pela lógica de programação.

Já a doutora Gislaine C. Micheloti Rosales idealizou o projeto e atuou no controle de qualidade de todos os processos de desenvolvimento, no planejamento de metas e no monitoramento do cumprimento dos prazos estabelecidos no cronograma do projeto.

A autora Janaina Cintra Abib contribuiu na redação geral do trabalho. Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) pelo incentivo financeiro dado aos projetos que fundamentam este artigo.

Agradecemos a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho. Nosso reconhecimento se estende a todos que participaram, direta ou indiretamente, do desenvolvimento desta pesquisa, enriquecendo o processo de aprendizado. Expressamos nossa gratidão aos pais, amigos, colegas e professores, que ofereceram incentivo e tiveram um impacto significativo na nossa formação acadêmica.

REFERÊNCIAS

LIU, Zhongxiu et al. The antecedents of and associations with elective replay in an educational game: is replay worth it? **International Educational Data Mining Society**, 2017. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=ED596614>>. Acesso em: 30 jul. 2024.

RAHIMABAD, R.; REZVANI, M. Identifying factors affecting the immersion and concentration of players in serious games. In: **INTERNATIONAL SERIOUS GAMES SYMPOSIUM**, 2., 2020, Tehran, Iran: IEEE, 2020. p. 61–67.

ROHRER, D.; TAYLOR, K. The shuffling of mathematics problems improves learning. **Instructional Science**, v. 35, p. 481-498, 2007.

SELBY, C. C.; WOOLLARD, J. Computational thinking: the developing definition. **University of Southampton (E-prints)**, 2013. Disponível em: <https://eprints.soton.ac.uk/356481/1/Selby_Woollard_bg_soton_eprints.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2024.

SILVEIRA, I. F. Building effective narratives for educational games. In: **LATIN AMERICAN CONFERENCE ON LEARNING TECHNOLOGIES**, 14., 2019, Mexico. Mexico: CPS, 2019. p. 299–305.

TSAI, C.; YEN, J. Effect of an equivalent fractions digital game on the learning outcome, motivation, and flow types among elementary school students. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATIONAL INNOVATION THROUGH TECHNOLOGY**, 2016, Tainan. Anais... Tainan, Taiwan: IEEE, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/EITT.2016.21>>. Acesso em: 30 jul. 2024.