

MathDungeon: A Digital Game as an Educational Resource for Teaching Mathematics to Middle and High School Students.

Victor Hugo Nascimento Lima, Pedro Moises de Sousa
Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Campus Rio Paranaíba, Brasil
victor.h.lima@ufv.br

Abstract—This paper discusses the development of an educational digital game, MathDungeon, which aims to provide a more dynamic approach to teaching mathematics in the classroom in a way that assists students in learning. Preliminary results from a public school indicated positive responses, regarding learning, qualifying the game as a potential tool to aid in education, and contributing to debates about the use of digital games in education.

Index Terms—Digital games, educational games, Mathematics, Roguelike.

I. INTRODUÇÃO

O Brasil vem apresentando um desempenho muito abaixo da média na matemática em relação a educação dos jovens nos ensinos fundamental e médio. De acordo com [1] (Programa Internacional de Avaliação de Alunos) o Brasil ocupou a 65^a posição da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico). Apesar da sua subida no ranking em comparação a sua última colocação no PISA 2018, em que o Brasil ocupava a posição entre 69^a e 72^a, vivenciamos uma queda na pontuação média de 384 para 379 pontos, onde 73% dos estudantes brasileiros foram registrados com baixo desempenho nesta disciplina.

Como é evidenciado pelos resultados do PISA, a matemática vem sendo um grande desafio aos alunos. Como é relatado em [2], as dificuldades dos alunos nesta disciplina normalmente surgem devido à falta de conexões entre o conteúdo aprendido e sua aplicação prática na vida real, onde muitas vezes, os métodos de ensino abordam os conceitos de forma abstrata, tornando o aprendizado desinteressante e intangível para os alunos. No entanto, este artigo aborda pesquisas que também destacam o interesse das crianças em atividades lúdicas que envolvem raciocínio lógico através de jogos, quebra-cabeças, cálculo mental, jogos de tabuleiro, games, entre outros. Esses tipos de atividades despertam naturalmente o interesse dos alunos pela matemática, mas à medida que os alunos avançam para o Ensino Fundamental, ocorrem diversas mudanças na estrutura escolar, como na seleção e nível de complexidade dos conteúdos onde muitos deles começam a enfrentar dificuldades em certos aspectos da matemática.

Portanto, reconhecendo a importância do interesse dos alunos por atividades lúdicas que envolvem o raciocínio matemático, surge uma necessidade de incorporar tais elementos no processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, é essencial considerar os avanços tecnológicos recentes,

como estudado em [5], [7], que têm testemunhado um desenvolvimento exponencial das tecnologias digitais que vêm se tornando cada vez mais presentes e indispensáveis no convívio social. Dentro desse cenário, os jogos digitais vem ganhando destaque como uma ferramenta educacional capaz de despertar o interesse dos alunos com baixo rendimento na matemática, proporcionando uma percepção e compreensão de modo interessante e agradável [3].

De acordo com o estudo [4], podemos observar que os jogos digitais têm sido cada vez mais empregados como uma metodologia pedagógica no ensino da matemática. Em paralelo a continuação da pesquisa de [3], também é destacado que o uso de jogos digitais tem demonstrado impactos significativos na motivação dos alunos além de promover uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos, inferindo um impacto positivo para o processo de aprendizagem.

Desta forma, com o objetivo de aprimorar a experiência de aprendizagem dos alunos, o “MathDungeon: Mergulhando na matemática” é um jogo educacional que tem como objetivo auxiliar no ensino da matemática do 9º ano do ensino fundamental até o final do ensino médio, através de desafios que proporcionam um método de ensino mais dinâmico e envolvente, contribuindo para uma compreensão mais clara e profunda dos conteúdos ensinados.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção é apresentado estudos anteriores e suas metodologias que embasaram este trabalho.

O jogo “Geometry Quest”, desenvolvido por [6], apresenta um jogo digital de exploração que tem como objetivo aplicar o ensino da geometria para alunos do 6º ano do ensino fundamental II de forma mais dinâmica e divertida. O jogo busca trazer esses conceitos da matemática a serem ensinados por meio de dicas e anotações durante o decorrer do jogo. A metodologia de ensino abordado consiste no aprendizado durante a exploração do *game*, pegando informações e dicas que ensinam a matéria enquanto o jogador busca por chaves que dão acesso ao próximo nível. Após coletar as chaves o jogador é testado através de um quiz com várias questões que ele deverá acertar para prosseguir no jogo. O jogo foi testado e avaliado por alunos do 6º ano através de questionários, obtendo uma resposta positiva em relação ao jogo como uma ferramenta de ensino.

O jogo “MatVentura”, desenvolvido por [10], tem como objetivo revisar conceitos fundamentais da matemática por meio de um jogo 2D. Através de um narrativa principal, o jogo acompanha um personagem chamado “Paty” que procura ajudar seu amigo preso em um cômodo de sua residência. Para isso, a narrativa acompanha Paty saindo de sua casa e se deslocando até a casa do amigo, porém, no caminho ele vai se deparando com alguns obstáculos e interações que envolvem questões matemáticas que o jogador precisará resolver para prosseguir, por exemplo: acertar um sequência de cálculos de Mínimo Múltiplo Comum para conseguir uma água, se localizar através de marcações de ponto em um mapa que representa um plano cartesiano e até conversões matemáticas para descobrir a distância restante para chegar ao destino. O jogo ainda está em processo de aplicação e validação, servindo inicialmente de engajamento aos estudantes envolvidos no desenvolvimento.

O jogo “MathDungeon” se diferencia dos demais trabalhos ao integrar mecânicas de *roguelike*, que combinam exploração de salas, combate e resolução de quizzes. Ao invés de realizar tarefas lineares ou cumprir uma narrativa predefinida, MathDungeon oferece um estilo mais dinâmico e contínuo. Desse modo, a única maneira de progredir no jogo é a capacidade do jogador de aplicar habilidades de matemática mental, o que leva a uma aprendizagem envolvente e repetitiva, reforçando conceitos através de desafios variados e situacionais.

III. REFERENCIAL TEÓRICO

Desde 1990 os jogos digitais já têm ganhado uma grande proporção, e a partir disso é observando sua possibilidade como metodologia de ensino como ferramenta capaz de potencializar a aprendizagem [4]. Os jogos digitais possuem uma capacidade de imersão do jogador capaz de colocá-lo em diversos cenários interativos que por sua vez incentiva o jogador, tais estímulos proporciona o desenvolvimento de habilidades de raciocínio lógico, tomada rápida de decisões, além de uma capacidade maior de multitarefas, organizações de fatos e uma visão mais crítica das coisas. Se tratando de jogos digitais, todos esses elementos e incentivos são capazes de trazer engajamento, motivação e incremento da aprendizagem em sala de aula [4].

Com as aplicações da aprendizagem baseado em jogos digitais, surgiram diversas questões sobre seus efeitos nos alunos, onde muitas áreas de estudos foram conduzidos a cerca de seus desempenhos e eficácia. Na área da matemática, por exemplo, foram identificados como adequados para promover realizações matemáticas em vários domínios: competências de resolução de problemas, álgebra, capacidades estratégicas, raciocínio, geometria, aritmética e pensamento crítico [12]. Para um melhor estudo destes casos, o artigo [12] analisou diversos estudos e publicações em revistas da última década, coletando resultados das aplicações dos jogos no ensino, onde contou com 57 estudos no total, o método de avaliação incluíram principalmente questionários com 58%, entrevistas 12%, e análise de dados de vídeo com 10%, ou uma combinação desses instrumentos. Com uma resposta muito promissora, 84% dos artigos e revistas apresentaram resultados positivos da aprendizagem dos alunos, nesse contexto é

relatado o aumento a motivação, envolvimento e melhorias nas atitudes dos alunos relacionadas com o conteúdo matemático e o seu ensino.

IV. METODOLOGIA

A criação do jogo “MathDungeon” utilizou um processo ágil, incremental e iterativo, afastando-se dos modelos convencionais do desenvolvimento descritos nos manuais de engenharia de *software* [9], [11]. O processo ágil descrito segue um fluxo composto por 5 etapas: Análise de requisitos, Projeto, Implementação, Avaliação e Implantação. Essas etapas são aplicadas de maneira cíclica, providenciando uma evolução contínua do projeto. A seguir é descrito cada etapa e o que foi feito em cada uma.

A. Análise de requisitos

Durante a etapa de análise de requisitos, foram estabelecidos todos os elementos fundamentais para o desenvolvimento do jogo. Esse processo envolveu: identificação dos usuários que utilizarão o sistema, definição da jogabilidade, tarefas, interações, proposta do jogo junto ao *Storyboard* e escopo do projeto, além da busca de *assets* e recursos que serviram como modelo inicial para a implementação.

Ainda nesta fase foi obtido o conteúdo educacional que seria aplicado no jogo por meio de entrevistas com professores das escolas locais a respeito das dificuldades dos alunos, com o intuito de buscar conteúdos que podem ser abordados.

B. Projeto

Nesta etapa é estabelecido a arquitetura do sistema e as tecnologias a serem utilizadas para o desenvolvimento do jogo [9]. Foi especificado o sistema de fases, jogabilidade e a implementação dos elementos e objetos como também suas interações, características e desafios que incluem o sistema de aprendizagem que será realizado em formatos de quizzes, como descrito na Tabela I.

C. Implementação

Na etapa de implementação, [9], consiste na composição do ambiente virtual e construção de cenas, objetos e avatares. O jogo foi construído utilizando o Unity, uma plataforma gratuita para criação de jogos em 2D e 3D, através de um editor visual e programação em C#, com suporte do Visual Studio Community. O cenário do jogo foi baseado no *Storyboard*, utilizando materiais como sprites, imagens e áudios para compor os cenários, menus e trilhas sonoras. A lógica do jogo foi programada com *scripts* em C#, controlando objetos interativos como avatares, entidades, animações e outros componentes do jogo.

D. Avaliação

A avaliação do jogo ocorreu por meio de questionários, estudos empíricos, testes formais e observação informal [9]. Um teste de usabilidade foi realizado com alunos do 9º ano da Escola Estadual Doutor Paulo Borges, em Patos de

TABLE I
DESCRÍÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO JOGO

Sequência	Jogo	Aprendizagem	Ensino
1 ^a Fase	Personagem explora vários andares de masmorras derrotando inimigos e usando o conhecimento prévio para continuar avançando entre as salas, e ao final enfrenta um boss.	Ordem de resolução; Fração Simplificação; Equação de 1ºGrau; Raiz quadrada	Baús, itens e objetos introduzem o conteúdo, portas e outros desafios testam o conhecimento para avançar na fase.
2 ^a Fase	Personagem explora vários andares de masmorras derrotando inimigos e usando o conhecimento prévio para continuar avançando entre as salas, e ao final enfrenta um boss.	Ordem de Resolução; Trigonometria; Equação de 2ºGrau; Plano Cartesiano;	Baús, itens e objetos introduzem o conteúdo, portas e outros desafios testam o conhecimento para avançar na fase.
3 ^a Fase	Personagem explora vários andares de masmorras derrotando inimigos e usando o conhecimento prévio para continuar avançando entre as salas, e ao final enfrenta um boss.	Conjuntos numéricos; Fatoração;	Baús, itens e objetos introduzem o conteúdo, portas e outros desafios testam o conhecimento para avançar na fase.

Minas - MG, visando verificar o alinhamento do jogo com seus objetivos, identificar dificuldades e coletar opiniões sobre usabilidade e acessibilidade. Após a aprovação do comitê de ética (CAAE: 69875823.0.0000.5153) e com consentimento dos responsáveis, um formulário de usabilidade foi aplicado aos alunos para obter resultados preliminares.

E. Implantação

Por fim, na etapa de implantação o jogo ficará para download nos servidores da Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Campus Rio Paranaíba, disponível em <https://eventos.crp.ufv.br/jogosdigitais/>.

V. RESULTADOS

Esta seção irá abordar os resultados e dinâmicas do jogo, destacando seu planejamento, organização e avaliação. O conteúdo foi desenvolvido com base em entrevistas com professores de matemática que identificaram dificuldades dos alunos na compreensão de conceitos básicos. O material foi redistribuído conforme descrito na Tabela 1 e os temas são abordados com dificuldade progressiva em cada fase, acompanhando o avanço do jogador.

A. Descrição do Jogo

“MathDungeon: Mergulhando na matemática” é um jogo do gênero roguelike em que o jogador assume o papel de um

guerreiro explorando masmorras em busca de itens e tesouros valiosos. Para avançar nessas masmorras, o jogador deverá resolver desafios matemáticos que testam seu conhecimento e raciocínio lógico, além de enfrentar criaturas ao longo do caminho. O jogo no momento tem uma estimativa de duração entre 40 e 70 minutos e é dividido em três fases, cada uma delas composta por três subfases: duas em forma de labirintos, que são organizados em várias salas, e uma terceira onde o jogador enfrenta um chefe. Em cada subfase de labirinto, o jogador pode encontrar um tesouro único que oferece vantagens para o restante da aventura. Além disso, o jogo utiliza um cronômetro que marca o tempo gasto em cada fase, incentivando o jogador a se superar e a aprimorar seu raciocínio rápido ao resolver os desafios. Após derrotar o terceiro chefe, o jogador pode ver suas estatísticas de desempenho, que incluem o tempo total de jogo, número de tentativas e quantidade de acertos, oferecendo uma visão clara de sua evolução ao longo da jornada, o mesmo ocorre no caso de derrota.

Na Figura I é mostrado o menu do jogo, com as opções “Jogar”, “como Jogar”, “Sair” e a “Área do professor”. Por ela podemos dar início ao jogo, verificar os comandos do jogo e acessar a área de edição dos quizzes



Figura I
MENU PRINCIPAL [FONTE: AUTOR]

Para ajudar na jogabilidade e entendimento do jogo, ele também possui uma fase tutorial, Figura II, que é acessado ao início do jogo, mostrando ao jogador todos os comandos que podem ser utilizados além de algumas instruções. Essa primeira fase é essencial para o ensinamento das mecânicas que jogo traz, permitindo que jogadores que não possuem experiência com computadores possam ter uma experiência inicial mais amigável, tornando-o mais acessível e de maior compreensão.

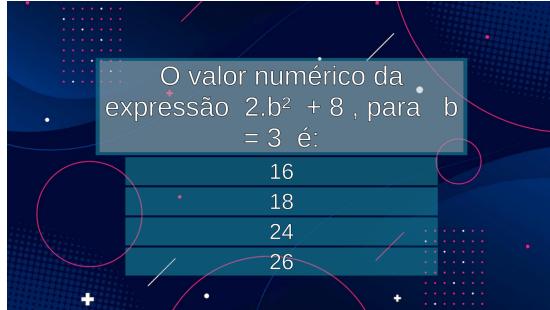


Figura II
TUTORIAL [FONTE: AUTOR]

Cada sala contém um computador que abre um quiz, como mostrado na Figura III-a. Ao ser resolvido é aberto um porta que leva a outra sala e assim por diante até que ache a saída, caso o aluno erre a questão seu personagem levará 1 de dano e ele poderá tentar novamente, evitando assim que ele fique estagnado no mesmo lugar, mas também o incentive a tentar sempre acertar para evitar danos e consequentemente a derrota. Na Figura III-b é mostrado a interface de pergunta e resposta do quiz.



(a)



(b)

Figura III

(A) COMPUTADOR INTERATIVO, (B) TELA DO QUIZ [FONTE: AUTOR]

A Área do professor, Figura IV, é acessado por um senha previamente disponibilizada que da acesso total as perguntas e respostas dos quizzes de cada fase. Essa interface permite ao professor alterar, deletar e modificar cada pergunta conforme desejar, desta forma trazendo também uma maior abrangência do jogo para outros conteúdos e materiais didáticos de acordo com que o professor queria abordar.

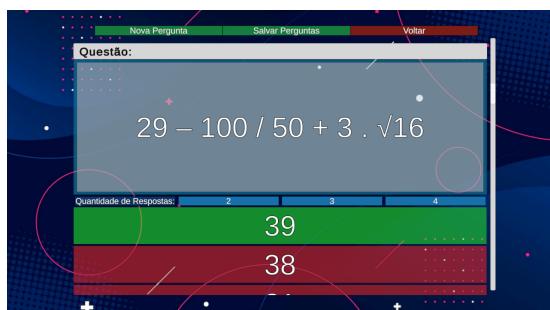


Figura IV

INTERFACE DE PERGUNTAS [FONTE: AUTOR]

Algumas salas também contém objetos interativos, como é mostrado na Figura V-a, o aluno pode acessar painéis que mostram ensinos dos conteúdos, como também pode interagir

com baús que poderão ser abertos para conseguir itens da fase, Figura V-b.



(a)



(b)

Figura V

(A) PAINÉIS INTERATIVOS, (B) BAÚS INTERATIVOS [FONTE: AUTOR]

O jogo pode terminar com a derrota do jogador ao chegar a 0 de vida, Figura VI-a, ou ao vencer o último chefe, Figura VI-b. Em ambos os casos, a tela de fim de jogo é exibida com estatísticas e retornando ao menu principal.



(a)



(b)

Figura VI

(A) TELA DE DERROTA, (B) TELA DE FIM DE JOGO [FONTE: AUTOR]

B. Testes

Uma primeira versão do jogo foi apresentado em escola para a realização de testes e coletas de *feedbacks* para a melhoria do jogo e da satisfação dos alunos em quesito com o conteúdo e a jogabilidade.

O teste foi realizado com 22 alunos do 9º ano com o auxílio de um formulário com 11 questões, atribuindo uma nota de 1 a 5, onde 1 representa uma baixa satisfação e 5 alta satisfação, como mostrado na figura VII.



Figura VII
FORMULÁRIO DE RESPOSTAS [FONTE: AUTOR]

A Figura VIII mostra graficamente as questões mais relevantes do formulário. Muitos alunos tinham pouca experiência com computadores, Figura VIII-(a), mesmo assim a maioria conseguiu compreender o jogo que também serviu como uma base inicial para o uso dos computadores, Figura VIII-(c). A aprovação dos conteúdos pedagógicos foi positiva, indicando um bom potencial educativo Figura VIII-(b). No entanto, o jogo, embora atraente, pode ser complexo para iniciantes em informática, o que pode causar dificuldades iniciais, Figura VIII-(d).

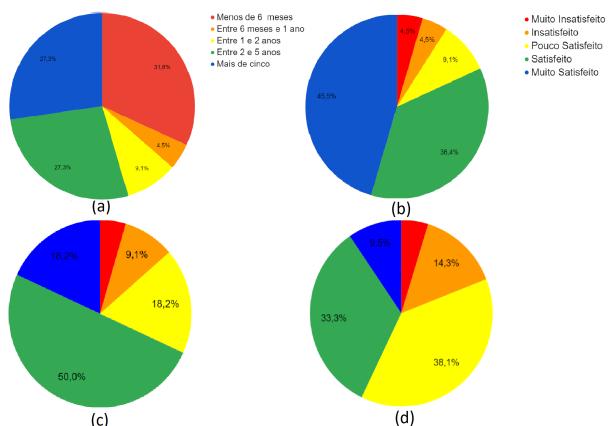


Figura VIII

(A) HA QUANTO TEMPO VOCÊ UTILIZA UM COMPUTADOR? (B) VOCÊ ACHA QUE O JOGO PODE AUXILIAR NOS SEUS ESTUDOS? (C) O JOGO É FÁCIL DE USAR E ENTENDER? (D) ESSE JOGO PODE SER ENTENDIDO E USADO POR PESSOAS COM POUCA EXPERIÊNCIA EM USO DE COMPUTADORES? [FONTE: AUTOR]

VI. CONCLUSÃO

Foi desenvolvido um jogo digital voltado para o ensino do conteúdo matemático para o ano final do Fundamental II e Ensino Médio, utilizando o motor gráfico Unity 3D. Com o auxílio de alguns professores de matemática, foi separado um material inicial para aplicação dentro do jogo para avaliar sua didática no processo ensino-aprendizagem. De acordo com os resultados preliminares, MathDungeon recebeu uma boa avaliação do público, sendo considerado atraente e

envolvente pelos alunos. As respostas à primeira avaliação foram positivas, mostrando entusiasmo pelo jogo. Apesar das dificuldades iniciais para usuários com pouca experiência em computadores, o jogo serviu como um ponto de partida amigável para o contato dos alunos com tecnologia e jogos.

Desta forma, através de diversas análises e resultados, é possível concluir que o jogo vem se apresentando como uma potencial ferramenta de ensino da matemática, apesar de ainda existir alguns pontos a serem trabalhados e melhorados.

Portanto, há ainda diversas melhorias que serão trabalhadas no futuro do projeto, como: adição de uma narrativa mais elaborada, adição de fases e inimigos, diversidade na ambientação, opções de configurações do jogo e acessibilidade. Além disso, serão realizadas mais avaliações em eventos e instituições a fim de coletar um conjunto mais amplo de resultados, que servirão como base para futuras atualizações.

REFERENCES

- [1] PISA, “Colocação do Brasil no resultado do Pisa 2022,” disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>, acesso em: 25 mar. 2024.
- [2] L. Azevêdo Medeiros, M. Maroni Lopes, and J. César Silva Pereira, “Dificuldades de aprendizagem em conteúdos matemáticos: foco nas conceções de alunos do ensino médio,” *RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 5, no. 1, p. e514604, dezembro 2023. doi: 10.47820/recima21.v5i1.4604.
- [3] A. A. P. Martins, I. C. R. de Lucena, M. F. V. da Silva, and F. H. S. da Silva, “Jogos digitais no ensino da matemática: estado do conhecimento (2016 - 2021),” *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, vol. 12, p. e24011, janeiro 2024. doi: 10.26571/reamec.v12.16128.
- [4] A. J. M. da Rocha Côrtes and E. d. S. de Brito Paixão, “Uso de jogos digitais na educação básica: análise das abordagens sobre aplicações no contexto escolar nos anos de 2017 a 2020,” *Revista Inter-Ação*, vol. 48, no. 3, pp. 1013–1024, dezembro 2023. doi: 10.5216/ia.v48i3.75883.
- [5] J. D. Foley, A. van Dam, S. K. Feiner, and J. F. Hughes, *Computer Graphics: Principles and Practice*, 3rd ed. Boston, MA: Addison-Wesley, 2014.
- [6] I. Silva, H. Rodrigo, F. Silva, and P. Souza, “GEOMETRY QUEST: um jogo com foco na geometria,” in *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, Rio Grande/RS, 2023, pp. 729–738. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC. doi: 10.5753/sbgames estendido.2023.23399526.
- [7] J. F. Hughes, A. van Dam, M. McGuire, D. F. Sklar, J. D. Foley, S. Feiner, and K. Akeley, *Computer Graphics: Principles and Practice*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley Professional, 2014. ISBN: 978-0321399526.
- [8] M. Boaventura, L. S. Goes, and J. D. S. Silva, “PROCESSAMENTO DE IMAGENS NA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA,” *[Journal Name]*, [vol.], [no.], [pp.], [year].
- [9] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Engenharia de Software*, 9th ed. São Paulo, Brasil: McGraw Hill Brasil, 2021.
- [10] G. Aguiar, B. Aguiar, L. Lebedieff, C. Rodriguês, and J. Berchol, “Mataventura: jogo educativo para o ensino de matemática,” *Revista Brasileira de Ensino Superior*, vol. 6, no. 1, pp. 77–90, 2022.
- [11] I. Sommerville, *Software Engineering*, 9th ed. Addison-Wesley, 2011.
- [12] P. Vankúš, “Influence of game-based learning in mathematics education on students' affective domain: A systematic review,” *Mathematics*, vol. 9, no. 9, p. 986, 2021.