

Pharos: um jogo educacional digital inovador para auxiliar no ensino e aprendizagem da Matemática

Samanta Aires, Charles Madeira, Gisélia Santos, Nathanael Nascimento

Instituto Metr pole Digital - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)
Caixa Postal 1524 – 59078-970 – Natal – RN – Brasil

{samantafaires, giselialferreira838, nathanael.derick}@gmail.com,
charles@imd.ufrn.br

***Resumo.** A Matemática é uma disciplina que enfrenta muitos problemas pois os alunos sentem dificuldade em aprendê-la e a consideram chata. Essa realidade é vivenciada desde o ensino básico até o ensino superior. Portanto, é necessário buscar alternativas para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática para estimular os alunos na construção do próprio conhecimento. O jogo Pharos se insere neste contexto pois visa auxiliar o ensino da Matemática nos cursos de licenciatura da UAB, propondo uma solução inovadora baseada na modelagem matemática para simular fenômenos através de puzzles em que os jogadores interagem com o mundo simulado.*

1. Cenário de uso

Há muito tem se especulado a respeito de uma metodologia que favoreça uma aprendizagem da Matemática, proporcionando ao aluno seu desenvolvimento como ser social, capacitando-o a ler, inferir e criar, utilizando, para tanto, o conhecimento adquirido nesta disciplina. Para que o aluno desenvolva tais habilidades, a Matemática precisa cada vez mais se aproximar de métodos que aplicam o conhecimento na resolução de problemas reais, envolvendo várias áreas do conhecimento para contextualizar com a realidade dos alunos. Isso é fundamental para fazer com que os alunos tenham interesse na disciplina e as taxas de reprovação nela possam diminuir

Por tal razão, em diversos trabalhos científicos os jogos educacionais digitais (JED) têm sido apontados como capazes de potencializar a aprendizagem em Matemática, sendo classificados por Gee (2010) como espaços para resolução de problemas. Dessa forma, eles se mostram como ambientes geometrizados, fator que contribui decisivamente para a sua utilização como simuladores de fenômenos reais, razão que os tornam ambientes ricos em possibilidades quando associados a uma metodologia que permite ressignificar o ensino da Matemática.

Analisar os fenômenos por meio de simuladores é um pensamento que vem sendo defendido por diversos autores [Bassanezi 2002; Skovsmose, 1994], cuja argumentação se sustenta na necessidade da Matemática incluir situações com referências na realidade, por meio de Modelagem Matemática [Barbosa 2004].

Na prática, a geração atual de jogadores já utiliza métodos de modelagem que acontecem em processos mentais, por meio de tomada de decisão. Portanto, para atingir os objetivos propostos em um JED, é preciso criar desafios em que as associações entre os elementos do jogo favoreçam a leitura de modelos matemáticos. Entretanto, isso

deve ser feito sem sobrecarregar o lado racional, para que fatores como jogabilidade e imersão não sejam comprometidos.

Neste contexto, este artigo apresenta o Pharos, um jogo de plataforma em 3D com mecânicas de *puzzles*, que tem o objetivo de auxiliar no ensino de Matemática nos cursos da Universidade Aberta do Brasil (UAB) [Aires et al. 2019]. O Pharos foi desenvolvido com o objetivo de mostrar a Matemática como parte integrante do jogo, por meio de seu ambiente e mecânicas. Para isso, a Modelagem Matemática foi utilizada como metodologia no processo de desenvolvimento de seus *puzzles*.

2. Desenvolvimento

O jogo Pharos foi desenvolvido para computadores com sistema operacional Windows 7 ou superior, usando o motor Unity, que é uma plataforma de desenvolvimento 3D em tempo real que permite artistas, designers e programadores trabalharem colaborativamente para criar experiências imersivas e interativas [Unity 2020].

O Unity é o motor de jogos mais utilizado na atualidade. Ele facilita a produção de jogos digitais para diversas plataformas, como desktops, consoles e dispositivos móveis, podendo desenvolver jogos em 2D ou 3D e fazer uso de tecnologias imersivas em linguagem de programação C#. No contexto do jogo Pharos, foram seguidas as etapas do processo de desenvolvimento de jogos descrito por Chandler et al. (2012), quais sejam: Pré-produção, Produção, Testes e Pós-Produção. Para o gerenciamento do projeto foi utilizado o *framework* SCRUM agregado ao Trello, com a elaboração do primeiro protótipo sendo efetuada pela realização das etapas de pré-produção e produção:

- Pré-Produção: nesta etapa foi iniciada a concepção e o planejamento do jogo:
 - Concepção: nesta etapa foram definidas as ideias iniciais de narrativa, personagens, desafios e conteúdos pedagógicos que seriam integrados ao jogo. Para auxiliar nesta tarefa, foi utilizado o *framework* conceitual PlayEduc, que trata os pilares da psicologia, pedagogia e design a fim de auxiliar na definição dos elementos essenciais necessários de serem inseridos em um JED [Barbosa e Madeira 2019]. Ao final desta etapa, foi produzida a primeira versão do Documento de Game Design Educacional (EGDD) - produto do PlayEduc, contendo todas as informações referentes à primeira versão do jogo, juntamente com a arte conceitual, o *design* dos desafios, etc;
 - Planejamento: nesta etapa foi elaborado o planejamento de execução da implementação do jogo, levantando os requisitos e tarefas relacionadas aos elementos listados no EGDD, que foram adicionados ao *backlog* do produto e foram sendo atualizados nas reuniões semanais, de acordo com a metodologia SCRUM.
- Produção: nesta etapa foi iniciada a implementação dos artefatos do protótipo do jogo. Nela, os artistas elaboraram os modelos 3D dos personagens, cenários e *puzzles*; os programadores implementaram os códigos das mecânicas e personagens automatizados; o *designer* de níveis produziu os cenários; e o roteirista e a professora de Matemática elaboraram o roteiro e os *puzzles* para

serem inseridos no jogo. Como resultado desta fase, foi originado o primeiro protótipo do jogo Pharos, contendo quatro fases jogáveis.

3. Apresentação do software

Pharos é um jogo de plataforma em 3D, do gênero ação e aventura, sendo composto principalmente por *puzzles* e combate. O jogo tem licença de uso livre, Creative Commons (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), e pode ser baixado através do seu site oficial (<https://gamelab.imd.ufrn.br/pharos/>) que também apresenta as características do jogo, os modelos presentes nele e disponibiliza um vídeo de *teaser*.

No Pharos, o jogador pode controlar até dois personagens jogáveis, que possuem habilidades distintas, cada uma contribuindo para a resolução de diversos *puzzles*. O objetivo principal do jogo é que o personagem enfrente inimigos e seja confrontado a desafios matemáticos ao longo das fases. Os desafios matemáticos se inserem como obstáculos que o jogador deve enfrentar para progredir na fase e no jogo. À medida que o jogador progride, o jogo vai liberando novas informações sobre a narrativa e a história de cada personagem. Ao final, o jogador deve enfrentar um chefe, para assim vencer o jogo e ter um entendimento completo da narrativa.

3.1. Mecânicas

No jogo, o jogador controla a movimentação dos personagens e de suas habilidades. Os personagens podem se movimentar para frente e para trás, podem atacar com suas habilidades específicas, podem ativar habilidades secundárias e podem pular ou planar sobre objetos. Essas opções de controle são comuns aos jogos de plataforma, facilitando o aprendizado sobre o uso do jogo pelo jogador.

Os desafios são apresentados ao jogador no formato de *puzzles* que bloqueiam o avanço na fase, então, para desbloquear o caminho, o jogador precisa solucionar o *puzzle* proposto. Além disso, também são apresentados inimigos ao longo da fase que devem ser enfrentados pelo jogador para progredir no jogo.

O jogador pode tentar resolver os *puzzles* quantas vezes quiser, corrigindo o modo de solução para tentar resolver o desafio e progredir no jogo.

3.2. Narrativa

As estratégias adotadas para elaborar uma narrativa instigante estavam diretamente relacionadas a criar um universo completamente novo e fantasioso para o aluno, permitindo também que os desenvolvedores tivessem liberdade criativa para criar personagens, inimigos, cenários e desafios fora do comum.

Além disso, um dos pontos estratégicos foi a integração do conteúdo pedagógico também relacionado a narrativa que, no jogo Pharos estava relacionado aos poderes da raça do personagem principal robô, que se baseia nos polígonos de platão e modificam a física do ambiente.

A narrativa do Pharos se passa em um futuro distante, em que a humanidade já tem conhecimento sobre a existência de outros planetas habitáveis, convivendo de forma harmônica com todos os seres da galáxia. Quando um vilão ameaça a paz e tranquilidade na galáxia, a capitã humana do exército intergalático, Ada, e o robô B316,

da raça Nature, acabam se encontrando acidentalmente e iniciando uma grande aventura, com o objetivo de salvar o universo e retornar a paz em toda a galáxia.

3.3. Personagens

O jogo apresenta dois personagens jogáveis e o jogador é quem decide qual deseja utilizar dentro do jogo, podendo realizar a troca a qualquer momento, pois cada personagem apresenta uma melhor performance em momentos distintos.

As características físicas e comportamentais, além das habilidades e as narrativas, são únicas para o personagem jogável e tem o objetivo de aproximar o jogador do personagem, promovendo uma conexão entre eles.

Além disso, os tipos de personagens desenvolvidos são comuns aos jogos, com a Ada (Figura 1a) sendo uma comandante militar cientista, que tem habilidades de combate a distância e faz uso de aparatos tecnológicos, como uma arma de plasma e uma luva que permite hackear objetos digitais. O personagem B316 (Figura 1b), por sua vez, é um robô alienígena que possui personalidade humana, muito sentimental. Mesmo sendo robusto e forte, ele possui habilidades de combate corpo a corpo, com um super soco, escudo de defesa e a possibilidade de crescer vinhas.

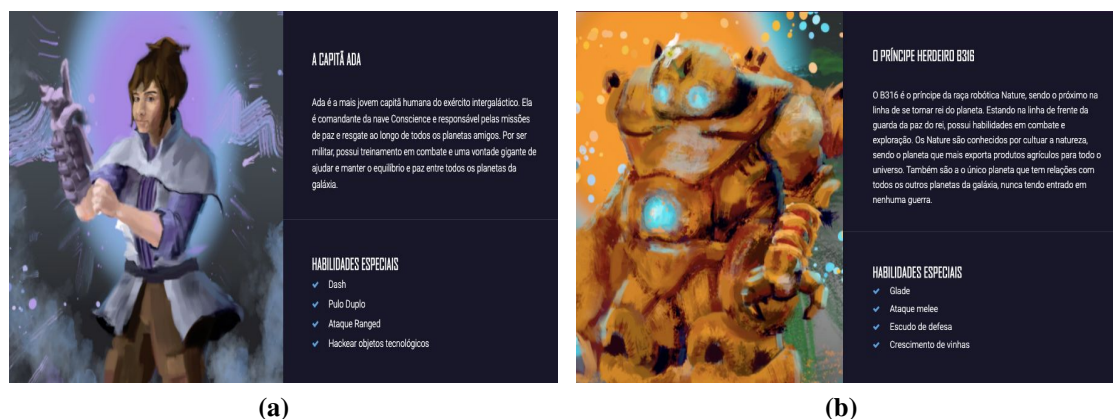


Figura 1. Arte Conceitual, narrativa e habilidades dos personagens: (a) Ada; (b) B316.

3.4. HUD (*Head Up Display*)

Sendo um jogo de plataforma em 3D, foi decidido utilizar uma câmera com visão 2D que segue o personagem principal ao longo do jogo, permitindo assim que os eixos das ordenadas e das abscissas sejam percebidos dentro do plano cartesiano no jogo. A câmera também tem a possibilidade de zoom para perto ou longe do cenário, necessários na apresentação de alguns *puzzles*.

Em termos de informações apresentadas na tela principal de jogo (Figura 2), mostram-se o número de vidas e a barra de vida, bem como o número de itens coletados. Nos momentos de diálogos no jogo, a tela também exibe a barra de diálogo e o vídeo com a tradução do diálogo no VLibras, caso a opção esteja habilitada.

3.5. *Puzzles Matemáticos*

Os conteúdos educacionais são apresentados ao jogador no formato de modelos matemáticos e *puzzles*. Os modelos matemáticos se apresentam como partes integrantes do cenário e da narrativa do jogo, como por exemplo os coletáveis que representam os

polígonos de Platão. Eles são usados com o objetivo de demonstrar ao jogador como a Matemática se insere dentro do universo do jogo e, para isso, faz relações diretas com características do mundo real, vividas e observadas pelo jogador.

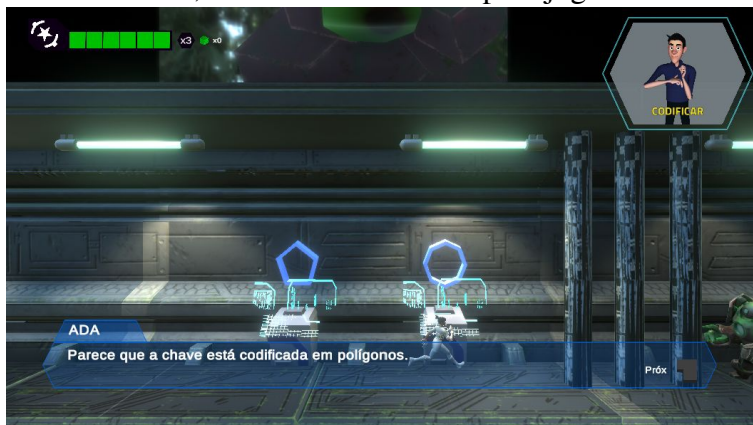


Figura 2. Informações apresentadas na interface do jogo.

Já os *puzzles* são os desafios que o jogador terá que solucionar para avançar nas fases do jogo. Eles necessitam da interação do jogador e apresentam conteúdos mais pontuais sobre o tema da Matemática que está sendo trabalhado, em que o jogador não necessita realizar cálculos, mas sim fazer inferências para conseguir solucioná-los.

Todos os cenários desenvolvidos foram pensados para permitir a inserção da Matemática, como por exemplo em algumas fases nas quais há plataformas que sobem e descem, sendo então destacada a movimentação que o personagem faz no eixo das ordenadas, sendo integrado dessa forma o conteúdo pedagógico ao cenário do jogo.

Os conteúdos educacionais são apresentados a partir de uma sequência didática e o jogador recebe *feedbacks* instantâneos sobre o seu aprendizado a partir da interação com os *puzzles* pois, se ele não conseguir solucionar o desafio, ele não avança na fase, estando assim consciente sobre o avanço do seu aprendizado.

A complexidade dos desafios evolui de forma gradual, de acordo com o avanço das fases. Nas fases iniciais são apresentados tutoriais sobre as mecânicas para o jogador, os desafios sendo mais simples e apresentados com poucos inimigos. À medida que o jogador avança nas fases, a complexidade dos desafios vai aumentando.

A Figura 3 apresenta alguns modelos matemáticos integrados ao cenário. A Figura 3a demonstra o movimento parabólico produzido pelo pulo da personagem em relação ao plano cartesiano, descrevendo uma função crescente e decrescente. A Figura 3b demonstra o delta da função de segundo grau em relação a origem do plano, analisando o discriminante. Todos os modelos apresentados estão integrados ao cenário do jogo, não interferindo na jogabilidade, isto é, o jogador não precisa parar no jogo para entender o conteúdo apresentado.

A Figura 4 apresenta um *puzzle* da primeira fase do jogo, relacionado ao Teorema de Pitágoras. Para solucioná-lo, o jogador deve utilizar os terminais para acender um número quadrado de luzes em cada um dos retângulos, de forma que, a soma das luzes acesas nos referidos quadrados sejam iguais às luzes do quadrado maior, abrindo assim a porta que está impedindo a passagem do jogador.

A Figura 5 apresenta um *puzzle* relacionado ao sistema linear 2×2 , no qual dois lasers são apresentados visando seguir o personagem. O jogador deve movimentar o personagem até que os dois lasers atinjam o ponto alvo, que representa a solução comum às duas equações, solucionando assim o *puzzle* e liberando a passagem.



Figura 3. Modelo da equação do segundo grau: (a) apresentação da evolução (crescimento e decrescimento) da parábola no plano cartesiano; (b) Análise do discriminante delta da função.



Figura 4. Modelo do teorema de Pitágoras: (a) não solucionado, antes do jogador acender as luzes; (b) solucionado, após o jogador acender as luzes.

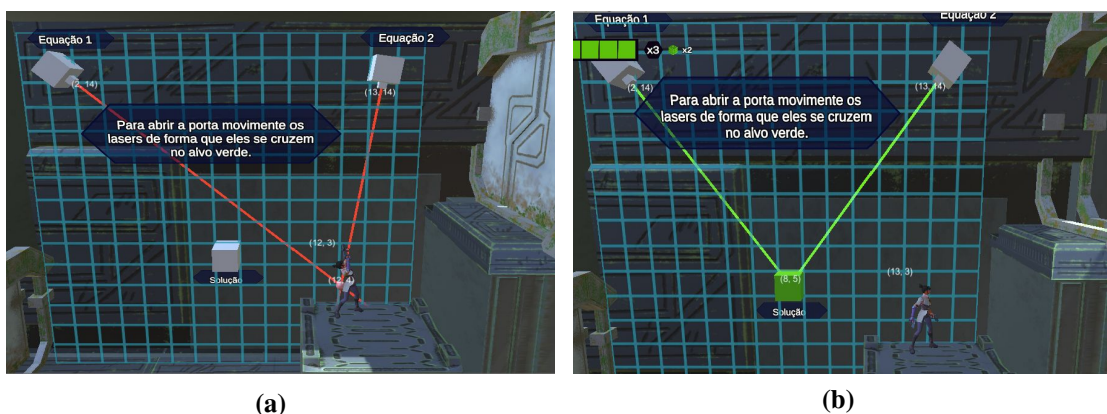


Figura 5. Modelo do sistema linear 2×2 : (a) não solucionado, antes dos lasers atingirem o ponto alvo no plano cartesiano; (b) solucionado, após os lasers atingirem o ponto alvo.

4. Metodologia para aplicação do protótipo

O protótipo do jogo Pharos tanto pode ser aplicado presencialmente em uma sala de aula que disponha de computadores (desktop ou notebooks), quanto virtualmente com um professor mediando o processo. Para isso, os princípios básicos do jogo devem ser apresentados para orientar o processo de aquisição das habilidades tratadas pelos conceitos implementados. Esta etapa tem um papel fundamental na formação dos alunos pois visa desconstruir conceitos preconcebidos de uma Matemática desprovida de encantos. Além disso, o objetivo consiste em apresentar uma metodologia de aplicação do Pharos por meio de uma aula de Matemática. Para que os participantes da aula compreendam o método, esta etapa pode ser subdividida em três etapas, a saber:

1. Breve apresentação do jogo: neste momento introdutório se faz necessário apresentar a narrativa do jogo, com o objetivo de mostrar a relação existente entre o contexto escolhido e os modelos matemáticos inseridos na narrativa;
2. Experiência: os participantes executam o jogo para vivenciar os desafios de uma Matemática contextualizada, o que constitui parte fundamental para visualizar em uma outra perspectiva os conceitos abstratos estudados no ensino tradicional. Nesta etapa, o conhecimento devidamente apropriado pelo jogador é identificado nos *puzzles* e nas mecânicas do jogo, e aqueles cuja compreensão foram incipientes, servirão como situações geradoras de debate na próxima etapa;
3. Ao concluir a vivência com o Pharos, retomar em alguns *puzzles* específicos para iniciar um debate em duas etapas: recuperação dos conceitos da Matemática envolvidos; nova observação de cada *puzzle* para atentar para as características de cada fenômeno simulado, analisando-o e formulando hipóteses.

Os resultados esperados com a aplicação do Pharos consistem em participantes que se apropriam dos conceitos matemáticos abordados no jogo, de forma que consigam visualizar o funcionamento concreto da Matemática com essa ferramenta. Assim, insere a modelagem matemática para proporcionar ao aluno um ambiente com fluxo contínuo de conhecimento entre as inferências do conhecimento matemático no dia-a-dia e as observações do cotidiano relacionadas à Matemática propriamente dita.

5. Considerações finais

Este artigo apresentou o jogo Pharos, que tem como objetivo auxiliar no aprendizado da disciplina de Matemática nos cursos da UAB. Ele foi concebido com auxílio do *framework* PlayEduc, seguindo os elementos indicados no instrumento, a fim de produzir um jogo instigante para os alunos, equilibrando os elementos dos jogos de entretenimento com o conteúdo educacional. Além disso, fez uso da metodologia da modelagem matemática, permitindo que a Matemática fosse inserida tanto através dos *puzzles* do jogo, como também em sua narrativa e cenários.

A modelagem matemática foi adotada por se entender que os jogos viabilizam a geração de elementos gráficos capazes de representar uma grande variedade de cenários. Por exemplo, auxiliam o entendimento de Ciências e Matemática quando se torna difícil manipular e visualizar determinados conceitos, como moléculas, células e gráficos matemáticos [Fabricatore 2000; Mitchell; Savill-Smith 2004 apud Savi e Ulbricht

2008]. Além disso, também coloca o aluno no papel de tomador de decisão e o expõe a níveis crescentes de desafios para possibilitar aprendizagem através da tentativa e erro.

Os jogos promovem o desenvolvimento intelectual, já que para vencer os desafios o jogador precisa elaborar estratégias e entender como os elementos do jogo se relacionam. Também desenvolvem várias habilidades cognitivas, como a resolução de problemas, tomada de decisão, reconhecimento de padrões, processamento de informações, criatividade e pensamento crítico [Balasubramanian; Wilson, 2006 apud Savi e Ulbricht 2008].

Com o objetivo de testificar a eficácia do Pharos no desenvolvimento de tais habilidades, a próxima tarefa será a validação do protótipo junto a alunos e professores e, para isso, o jogo será avaliado segundo o modelo de avaliação de jogos educacionais digitais MEEGA+ [Petri et al. 2017], considerando que o instrumento avalia a qualidade em termos de aprendizagem, jogabilidade e experiência do usuário. Assim, através dos resultados obtidos, é esperado que o jogo Pharos cumpra seu objetivo de contribuir para o aprendizado da Matemática pelos alunos de forma divertida e instigante.

Referências

- Aires, S.; Madeira, C.; Ferreira, G.; Nascimento, N. (2019). “Pharos: Um jogo digital para auxiliar no ensino de Matemática nos cursos de licenciatura da Universidade Aberta do Brasil”. Anais do XVI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância (ESUD 2019), p.1461-1473.
- Barbosa, J. (2004). “Contextualização e a Modelagem na Educação Matemática do Ensino Médio”. Anais do VIII Encontro Nacional de Educação Matemática. Recife: SBEM.
- Barbosa, J., Madeira, C. (2019) “PlayEduc: A Conceptual Framework for the Development of Digital Educational Games”. In the Proceedings of the IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies, p.103-104.
- Bassanezi, R. C. (2002). “Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática”. Editora Contexto, 4ª ed., 390p.
- Chandler, H.; Silva, A.; Bittencourt, J. (2012). Manual de Produção de Jogos Digitais. Porto Alegre: Bookman, 2ª ed., 508p.
- Gee, J. P. (2010). “Bons Videojogos + Boa Aprendizagem: Colectânea de Ensaio sobre os Videojogos, a Aprendizagem e a Literacia”. Tradução de Maria de Lemos Teixeira. Portugal: Edições Pedagogo.
- Petri, G.; Wangenheim, C.; Borgatto, A. (2017). “Evolução de um modelo de Avaliação de Jogos para o Ensino de Computação”. Workshop sobre Educação em Computação.
- Savi, R.; Ulbricht, V. (2008). “Jogos Digitais Educacionais: benefícios e desafios”. Novas Tecnologias em Educação (RENOTE), v. 6, n. 2.
- Skovsmose, O. (1994). “Towards a critical mathematics education. Educational studies in mathematics”, 1994, 27.1: 35-57.
- Unity. (2020). Produtos: Unity Platform. Página de Produtos. Disponível em: <<https://unity.com/pt/products/unity-platform>>. Acesso em: 14 de ago. de 2020.