

“BioVenture: Desafio Biológico” - Learning Biology Through an Interactive Digital Game

Caio da Silva de Miranda, Caroline Yamanaka, Fábio Bastos, Álvaro Oda, Pedro Moises de Sousa

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas

Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Campus Rio Paranaíba

Rio Paranaíba, Brasil

Instituto de Ciências Biológicas e Saúde - Campus Rio Paranaíba

Rio Paranaíba, Brasil

{caio.s.miranda, caroline.yamanaka, fabio.bastos, alvaro.oda, pedromois}@ufv.br

Abstract—This article presents the development, application and evaluation of the educational game “BioVenture: Desafio Biológico”, created on the Unity platform. The game aims to help students learn science and biology, allowing 7th graders to learn about the impact of human actions on the environment through interactive questions and answers while exploring an open world experiencing ecological imbalance. The game was evaluated through a usability test with children, showing positive results in terms of the learning experience and the effectiveness of the game as an educational tool, promoting effective learning and the development of essential skills.

Index Terms—Educational game, Biology, Environment, Learning.

I. INTRODUÇÃO

A educação básica brasileira está passando por uma transformação significativa com a crescente adoção de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) nas salas de aula. Segundo [6], essas tecnologias permitem, hoje, ministrar uma aula de forma ainda mais dinâmica, interativa e colaborativa do que no passado. Esse avanço é impulsionado por políticas educacionais modernas e programas governamentais, como o Programa Nacional de Inovação Tecnológica na Educação (ProInfo Integrado) [10], que visam integrar essas tecnologias ao currículo escolar.

O governo, por sua vez, justificou a criação do ProInfo como alternativa que possibilitasse às escolas obter novas ferramentas para estimular a pesquisa e a construção de novos conhecimentos, utilização de novos métodos didáticos, transformando o meio escolar num novo espaço com a utilização das tecnologias, tornando-as base para novas formas de pensar, de transmitir informação e conhecimento, novas formas de conviver e trabalhar com as ferramentas da informática educativa [7]. Nesse contexto de inovação, o ensino de biologia na educação básica enfrenta desafios únicos que requerem abordagens modernas para engajar os estudantes e facilitar a compreensão de conceitos complexos.

No trabalho de [4] é dito que o ensino de biologia enfrenta diversos desafios, como muitas nomenclaturas e conceitos complexos, que fazem com que a aprendizagem se torne cansativa na perspectiva do estudante. No mesmo trabalho é citado [5], que diz que um dos maiores desafios do ensino de biologia está relacionado à ecologia e está ligado à dificuldade

de fazer com que o aluno se veja como parte do ambiente e fazer com que ele entenda que suas ações podem prejudicar os mecanismos naturais.

A computação gráfica possibilita a criação de ambientes virtuais imersivos e visualmente atrativos, nos quais os conceitos biológicos podem ser explorados de forma interativa e realista. Além disso, os jogos tradicionais podem fornecer inspiração para elementos de jogo, como estratégia, competição saudável e colaboração entre os jogadores, promovendo não apenas o aprendizado do conteúdo acadêmico, mas também habilidades sociais e emocionais importantes.

Uma das possíveis soluções para essas dificuldades é a incorporação de jogos digitais voltados para a biologia. A incorporação de jogos digitais nos currículos de biologia não só melhora a experiência de aprendizagem, como também promove um sentido de colaboração e trabalho de equipe entre os alunos, assim é possível aplicar jogos digitais no ensino e aprendizagem da biologia. Os jogos digitais oferecem uma plataforma dinâmica para apresentar conteúdos complexos de biologia de maneira acessível e envolvente, incentivando a experimentação e a aprendizagem ativa. Esta abordagem colaborativa pode espelhar os esforços científicos da vida real, em que o trabalho de equipe e a comunicação são competências essenciais.

Assim, foi criado o jogo “BioVenture: Desafio Biológico”, que utiliza a estética de *PixelArt* de maneira divertida e interativa para ajudar na compreensão desses conteúdos. Este estudo explora como o jogo se destaca como uma ferramenta educacional promissora, oferecendo aos alunos do 7º ano do Ensino Fundamental, com idades entre 11 e 12 anos, uma abordagem cativante e desafiadora para aprender conceitos da área de biologia através da estética chamativa ao público-alvo, exploração de um mundo aberto, ferramentas de perguntas e respostas, e interações diversificadas ao longo da história.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

Os trabalhos apresentados em [8] e [9] estão relacionados ao conteúdo deste artigo.

No artigo de [8] é apresentado os resultados obtidos a partir da aplicação de um jogo digital educativo intitulado “Detetive X”, desenvolvido para auxiliar no ensino de regra

de três, porcentagem e área de figuras planas. O jogo foi criado com o *software RPG MAKER MV* no estilo *Role-Playing Game* (RPG) e com visual em duas dimensões (2D). Utilizando uma pesquisa quantitativa, buscou-se observar a aceitação do jogo pelos participantes e verificar se ele poderia auxiliar na aprendizagem desses conceitos. Para isso, aplicou-se um questionário baseado no Instrumento de Avaliação da Qualidade de Jogos Digitais com Finalidade Educativa (IAQJED) após a utilização do jogo pelos participantes da pesquisa. Os resultados indicaram que o jogo estimula a participação dos jogadores e contém elementos que facilitam a aprendizagem dos conceitos envolvidos. No entanto, são necessárias modificações para que o jogo possa ser utilizado em outras plataformas, visando alcançar diferentes públicos-alvo.

Já o trabalho de [9] teve como objetivo propor uma ferramenta pedagógica voltada para a Educação Ambiental (EA) no Ensino Básico. O jogo trata-se de uma Aplicação *Web* no formato de *quiz*, desenvolvida em *HTML* (Versão para editor de hipertextos), *PHP* (Linguagem livre embutida em páginas de *internet*), *CSS* (Linguagens para formatação de páginas de *internet*) e *Java Script* (Interação entre o *HTML* e interpretação do navegador utilizado), destinado a alunos do Ensino Fundamental II de uma instituição de ensino público no Estado de São Paulo. A aplicação do jogo ocorreu em duas etapas, demonstrando uma melhoria no desempenho dos alunos. A avaliação dos erros e acertos, especialmente quando acompanhada das justificativas fornecidas pelo jogo e pelo professor, facilitou o aprendizado. Os resultados indicaram que os alunos percebem os jogos como ferramentas que promovem uma aprendizagem significativa e ativa.

III. REFERENCIAL TEÓRICO

A. Jogos Tradicionais

De acordo com [1] os jogos tradicionais são caracterizados por suas qualidades lúdicas únicas, que refletem as características culturais locais e contribuem para a formação da identidade cultural. Contrariamente à ideia de que esses jogos são antiquados e sem importância, os autores destacam que eles são manifestações significativas que transmitem valores, mensagens e símbolos relevantes para a sociedade contemporânea. Esses jogos promovem o diálogo entre gerações, o respeito mútuo e uma relação sustentável com o meio ambiente. Portanto, é razoável afirmar que os jogos são um reflexo de suas sociedades e as mensagens que transmitem são tão diversas e originais quanto as próprias sociedades em que surgem [adaptado de LAVEGA et al., 2006, p. 19].

B. Computação Gráfica

A computação gráfica revolucionou a indústria de jogos, permitindo a criação de mundos virtuais complexos e visualmente impressionantes. Para [2] a computação gráfica por sua vez, é a área que estuda geração de imagens em geral, abordando desde interfaces gráficas para *software*, sistemas operacionais e sites na *internet*, como também animações e jogos. A capacidade de renderizar gráficos 3D em tempo real

abriu novas possibilidades para a narrativa e a jogabilidade nos jogos digitais.

C. Jogos Digitais

Os jogos digitais podem ser aplicados em diferentes meios, como os computadores, consoles de videogame e os celulares, os jogos digitais são atividades lúdicas elaboradas por uma série de adversidades que instigam o jogador a executar decisões e realizar ações, as quais são limitadas pelas regras e pelo próprio contexto do jogo, o uso desses materiais didáticos lúdicos, em disciplinas de conteúdos extensos e complexos, como as Ciências Naturais e a Biologia, a Física, a Química, a Matemática, entre outras, é uma importante ferramenta, pois possibilita que o conteúdo seja transmitido de forma mais dinâmica e expressiva [3].

IV. METODOLOGIA

O jogo foi criado através de um modelo de desenvolvimento ágil, que se contrapõe às abordagens tradicionais citadas em literaturas como as de [11], [12]. Este método envolveu uma sequência de cinco fases principais: análise de requisitos, projeto, implementação, teste e implantação, cada uma conduzida de forma cíclica para aprimoramento constante do projeto.

Além disso, o método de [11], [12] visa auxiliar no aprendizado de conteúdos das disciplinas de ciências e biologia, permitindo que o jogador aprenda sobre o impacto das ações humanas no meio ambiente através de perguntas e respostas. Para atingir esses objetivos, o projeto foi dividido em cinco fases: levantamento de requisitos, projeto, implementação, avaliação e implantação. É descrito a seguir as atividades realizadas em cada fase.

A. Análise de Requisitos

Nesta etapa inicial, foram definidos os objetivos do jogo, catalogadas as tarefas que os usuários executam, e esclarecido como o jogo funciona em termos práticos. Para enriquecer o conteúdo educacional e garantir sua relevância e eficácia, contou-se com a colaboração e orientação técnica de uma estudante de biologia. Essa parceria foi essencial para escolher a abordagem pedagógica mais adequada para integrar os conceitos biológicos no jogo. Logo, os jogadores enfrentarão o desafio de navegar por um vasto mundo aberto, evitando ameaças de diversos inimigos que mudam conforme progredem as fases do jogo. Além disso, interações com outros personagens ajudam na compreensão do enredo e dos eventos em curso, onde, em certos diálogos, os jogadores precisarão responder perguntas, testando sua compreensão e aprendizado de acordo com os objetivos de cada fase específica do jogo.

B. Projeto

Na segunda etapa, são implementadas as decisões tomadas na fase inicial, selecionando as tecnologias e ferramentas para o desenvolvimento do sistema conforme [11].

O jogo foi projetado para beneficiar tanto o jogador quanto o professor, com uma área dedicada a este último. Inicialmente, o desenvolvimento focou no menu principal, que inclui opções

como a área do professor, a tela de fim de jogo e o acesso ao jogo propriamente dito. O desenvolvimento do jogo começou com a definição do conteúdo apropriado para cada região do mapa, que é extenso e se desbloqueia conforme o jogador avança na história e completa fases. Em seguida, foram definidos o personagem principal e suas interações e diálogos com outros personagens. Também foram estabelecidos os desafios de cada fase, incluindo os inimigos que o jogador deve enfrentar, de acordo com o contexto dos diálogos durante a *gameplay*. Finalmente, as perguntas foram elaboradas com base nos diálogos, pois as respostas estão distribuídas entre eles.

As especificações de cada fase incluem descrições de suas características físicas e visuais, além de explicar o comportamento dinâmico de cada objeto e suas interações no espaço virtual, conforme detalhado na Tabela 1.

TABLE I
DESCRIÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO JOGO [FONTE: PRÓPRIO AUTOR].

Fases	Proposta da Fase	Aprendizagem	Ensino
1ª fase	O jogador interage com personagens fora da cidade para discutir e aprender sobre o desequilíbrio ecológico causado pela exploração madeireira, evitando o contato com microrganismos afetados por esse desequilíbrio.	Como o desmatamento afeta os microrganismos; Qual a função dos microrganismos do solo; Como os microrganismos ajudam na regulação do clima.	O jogador é abordado por personagens que desejam saber mais sobre o que tem acontecido. Ele é questionado e deve escolher suas respostas entre várias opções propostas.
2ª fase	O jogador deve encontrar personagens para discutir e aprender sobre a alta incidência de dengue na cidade. Simultaneamente, é necessário que ele ajude a combater a dengue eliminando locais com água parada.	Diversas formas de se combater focos da dengue que são identificados pelo mapa, além de formas de se prevenir a dengue.	Alguns personagens questionam o jogador sobre os focos de dengue, e ele responde escolhendo entre várias opções de respostas propostas.

C. Implementação

Para o desenvolvimento do jogo, foi adotada a plataforma *Unity3D* versão 2022.3, que é uma ferramenta de desenvolvimento de jogos para diversas plataformas, utilizando um editor visual e programação em linguagem C#, que possui licença gratuita para jogos sem fins lucrativos. A linguagem de programação C#, utiliza o paradigma de orientação a objetos e foi escolhida por ser a linguagem de *script* padrão da *Unity*, além de sua eficiência e facilidade de uso, o que facilita a criação de *scripts* robustos e eficientes.

Os *assets* (pacotes de conteúdo para desenvolvimento de jogos) foram adquiridos no site da *Unity*, e continham *tilesets* (conjunto de texturas utilizadas na criação de mapas), além de *sprites* (figuras utilizadas como personagens e objetos no jogo). Esse conteúdo adicionou profundidade e interatividade ao jogo, proporcionando uma experiência visual atraente e envolvente para os jogadores.

A integração dos *assets* no jogo envolveu a configuração detalhada dos elementos visuais, a criação de animações, e a programação de interações dinâmicas entre os personagens e o ambiente. Os detalhes foram ajustados para garantir que o jogo ofereça uma experiência fluida e imersiva. As animações dos personagens foram criadas para refletir movimentos naturais, enquanto os ambientes foram configurados para proporcionar uma exploração intuitiva.

D. Testes e Avaliação

Segundo [11], a avaliação de jogos pode ser realizada por meio de análises empíricas, testes formais e observações para examinar aspectos como usabilidade e eficácia. Com base nisso, durante o desenvolvimento, foram conduzidos testes iterativos de usabilidade com crianças de uma escola em Rio Paranaíba, seguindo protocolos éticos e com a aprovação de um comitê de ética institucional (CAAE: 69875823.0.0000.5153), além do auxílio de uma das professoras de ciências da própria escola. Os testes visavam avaliar a usabilidade, o engajamento das crianças e a efetividade do conteúdo educativo do jogo, assegurando prévia aprovação da instituição envolvida.

E. Implantação

A fase final do desenvolvimento, a implantação, envolve a integração do jogo, tornando-o futuramente disponível para *Windows* e *Linux* através do site da Universidade Federal de Viçosa. O jogo poderá ser baixado e implementado em instituições educacionais para uso didático como na Figura 1.



Fig. 1. Jogo instalado nas máquinas do laboratório [Fonte: próprio autor].

V. RESULTADOS

Nesta seção, são apresentados os resultados preliminares do desenvolvimento do jogo. Vale ressaltar que os resultados completos e finais serão disponibilizados após a conclusão e lançamento do jogo.

A. Descrição do Jogo

Na tela inicial (Figura 2A) os seguintes botões estão disponíveis:

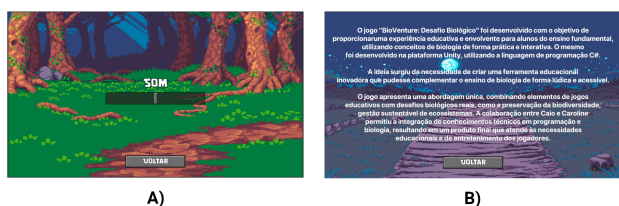
- **Jogar:** Inicia o jogo, levando o jogador diretamente para a aventura educativa.
- **Configurar:** Permite aos jogadores ajustar as configurações de áudio, incluindo a altura do som do jogo.
- **Sobre:** Exibe os créditos do jogo, fornecendo informações sobre os desenvolvedores e colaboradores.
- **Sair:** Fecha o jogo.

Além desses botões, há um símbolo “+”, no canto inferior esquerdo, que dá acesso à área do professor (Figura 2B). Nesta área, os professores podem visualizar a lista de jogadores e a

quantidade de perguntas que cada jogador acertou, facilitando o acompanhamento do desempenho dos alunos.



Na Figura 3A, a tela de configurações permite aos jogadores ajustarem o volume do som do jogo conforme suas preferências. Além disso, existe a tela que oferece uma visão dos créditos do jogo, na Figura 3B, dando mais informações sobre os desenvolvedores e o propósito do jogo.



Quando o jogador inicia o jogo, ele é levado para uma cena inicial (Figura 4A) onde é recebido com um diálogo informativo que explica o propósito do personagem principal. Este diálogo é seguido por um tutorial que ensina como se locomover, andar e interagir no jogo. Após o tutorial, uma seta aparece na tela indicando a direção que o jogador deve seguir para encontrar seu objetivo, juntamente com uma barra de vida que diminui conforme o jogador recebe dano dos inimigos, tais informações são exibidas na Figura 4B e Figura 5B.



O objetivo do jogador é interagir com os NPC's (personagens não jogáveis) espalhados pelo mapa, prestando atenção aos diálogos e respondendo perguntas. Cada interação fornece informações educativas, e as perguntas testam o conhecimento adquirido. O jogo segue esse formato até que o jogador responda à todas as perguntas (Figura 5A).

Quando o jogador termina todas as perguntas ou perde o jogo, é exibida uma tela de fim de jogo onde ele pode salvar seu resultado, como na Figura 6A e Figura 6B. Ao salvar, é gerado um arquivo **.txt** (arquivo de texto) na pasta onde o jogo



Fig. 5. A) - Interação. B) - Barra de vida e seta. [Fonte: próprio autor]

está instalado. Este arquivo contém os dados do desempenho do jogador, permitindo que o professor utilize esses resultados para avaliar o aprendizado dos alunos.



Fig. 6. A) - Tela de fim de jogo. B) - Salvar resultados. [Fonte: próprio autor]

B. Testes

O jogo foi aplicado na Escola Municipal Padre Goulart, envolvendo um total de 20 alunos do 7º ano do Ensino Fundamental, com idades entre 11 e 12 anos. Cada sessão de jogo teve uma duração aproximada de 40 minutos, permitindo aos alunos explorar o jogo, interagir com os NPC's (personagens não jogáveis) e responder às perguntas educativas. O formulário de usabilidade foi desenvolvido para captar as percepções dos alunos sobre aspectos do jogo e foi baseado em estudos de [13]. O objetivo era verificar se o jogo conseguia manter os alunos engajados ao mesmo tempo em que proporcionava um aprendizado significativo sobre biologia. A princípio os usuários responderam uma pergunta adicional, com relação há quanto tempo eles utilizavam um computador, como exibido logo abaixo na Figura 7.

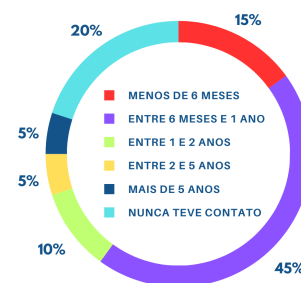


Fig. 7. Tempo de contato anterior dos jogadores. [Fonte: próprio autor]

Após a sessão de jogo, os alunos foram convidados a preencher o formulário de usabilidade. Nele, foram coletados

dados de usabilidade e eficácia do jogo como ferramenta educacional, e isso foi executado através de perguntas como: “O jogo é divertido?” (Figura 8A); “O jogo mantém minha atenção?” (Figura 8B); “Conseguiu aprender com o jogo?” (Figura 8C), onde os alunos podiam escolher entre alternativas que representavam seu nível de satisfação. Os resultados para cada uma das perguntas seguem logo abaixo na Figura 8:

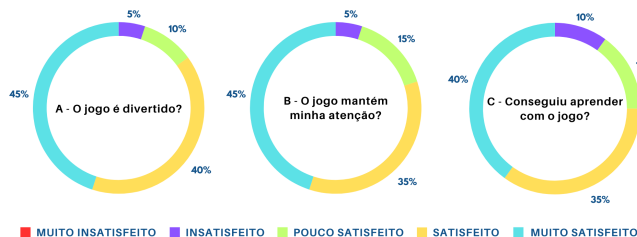


Fig. 8. Resultados das perguntas. [Fonte: próprio autor]

VI. CONCLUSÃO

Desenvolvido com o motor gráfico *Unity 3D* e o *software Visual Studio Code*, o jogo educativo digital foi projetado para ensinar ciências e biologia a estudantes do 7º do Ensino Fundamental. O desenvolvimento do jogo contou com a colaboração e orientação técnica de uma estudante de biologia, dada sua finalidade educativa. Para avaliar sua usabilidade, o jogo foi introduzido ao seu público-alvo principal, os alunos do 7º ano do Ensino Fundamental, com idades entre 11 e 12 anos.

A avaliação revelou uma recepção positiva por parte dos alunos, que mostraram satisfação em diversos aspectos do jogo e deram boas avaliações na maioria das questões. Assim, nos primeiros testes, o jogo se mostra ser uma possível ferramenta para auxiliar no ensino de ciências, alcançando seus objetivos iniciais de forma satisfatória, apesar de haver espaço para melhorias.

Em termos de desenvolvimentos futuros, existem planos para aprimorar os elementos que foram identificados durante a fase de avaliação, utilizando os dados coletados de questionários e *feedback* de professores. Além disso, pretende-se adaptar o jogo para plataformas móveis e enriquecer os conteúdos para incluir outras séries do ensino de ciências e biologia.

REFERENCES

- [1] Scaglia, A., Fabiani, D. & Godoy, L. Dos jogos tradicionais às técnicas corporais: um estudo a partir das relações entre jogo e cultura lúdica. *Corpoconsciência*. pp. 187-207 (2020)
- [2] Nunes, M. & Cardoso, A. O uso de jogos de realidade virtual para o ensino de Computação Gráfica. *Simpósio Brasileiro De Games E Entretenimento Digital*. (2021)
- [3] Dias, C., Júnior, R., Silva, V., Azevedo, S. & Neto, M. Utilização de jogos digitais para o ensino de ciências biológicas. *Boletim De Conjuntura (BOCA)*. **14**, 125-138 (2023)
- [4] Elias, M. & Rico, V. Ensino de biologia a partir da metodologia de estudo de caso. *Revista Thema*. **17**, 392-406 (2020)

- [5] Rech, L. & Meghioratti, F. Ensino por investigação: um estudo de caso na aprendizagem de ecologia. *Revista De Educación En Biología*. **19**, pp-57 (2016)
- [6] Schuartz, A. & Sarmento, H. Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino. *Revista Katálisis*. **23**, 429-438 (2020), <https://doi.org/10.1590/1982-02592020v23n3p429>
- [7] Carvalho, F. & Sampaio, A. Análise sobre o Proinfo a partir de uma perspectiva bibliográfica. *Revista Sítio Novo*. **4**, 33-40 (2020)
- [8] Nunes, D., Ramos, F., Correa, A. & Alto, A. Detetive x: uma abordagem matemática através de jogos digitais educativos Detective x: a mathematical approach through educational digital games. *Brazilian Journal Of Development*. **7**, 53978-53995 (2021)
- [9] Laércio, F. & Fonseca, L. Proposta de Jogo Educativo para Educação Ambiental no Ensino Básico. *Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)*. **17**, 09-27 (2022)
- [10] Ministério da Educação (MEC) ProInfo Integrado. (<http://portal.mec.gov.br/component/tags/tag/proinfo-integrado#:~:text=O%20ProInfo%20Integrado%20%20um%20programa%20de%20formao%20voltada%20para,oferecidos%20pelo%20Portal%20do%20Professor%2C>), Acesso em: 18 ago. 2024
- [11] Pressman, R. & Maxim, B. Engenharia de software - 9.ed.. (McGraw Hill Brasil,2021), <https://books.google.com.br/books?id=FSE3EAAQBAJ>
- [12] Wazlawick, R. Engenharia de software: Conceitos e práticas. (Elsevier Editora Ltda.,2019), <https://books.google.com.br/books?id=d1qnDwAAQBAJ>
- [13] Nielsen, J. Usability 101: Introduction to Usability. (<http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/>), Acesso em: 16 ago. 2024