

Aventura Científica: Video Games as a Tool for Teaching Science in Elementary Education

1st Rodrigo Jeremias Mendes
Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas
UFV - Campus Rio Paranaíba
Rio Paranaíba, MG, Brasil
rodrigo.jeremias@ufv.br

2nd Pedro Moises de Sousa
Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas
UFV - Campus Rio Paranaíba
Rio Paranaíba, MG, Brasil
pedromoises@ufv.br

Abstract—This paper details the development process of a digital educational game named "Aventura Científica". Utilizing the Unity graphics engine and following agile methodologies emphasizing incremental and iterative application development, the game aims to teach general science topics in a captivating manner, exploring the imagination and playful side of elementary school children. "Aventura Científica" was tested in two public educational institutions with students in the 5th and 6th grades, aged 10 to 12 years, receiving positive feedback from both educators and students. The collected results suggest that the game can serve as a supportive tool in the teaching process.

Index Terms—Education, Digital games, Science, Elementary education.

I. INTRODUÇÃO

O estudo das ciências durante a infância é amplamente encorajado pela literatura científica, pois permite o indivíduo ter um entendimento melhor do mundo onde vive, e das relações entre seres, materiais e objetos. Auxilia também no desenvolvimento intelectual do mesmo, pois encoraja o entendimento de conceitos e termos complexos e muitas vezes subjetivos. Outro motivo favorável é o fato de que crianças naturalmente já são inclinadas a se interessarem pela natureza e fenômenos naturais. O ato de expor crianças à ciências nos anos iniciais da vida cria um posicionamento mais positivo em relação a ciências e áreas relacionadas, isso pode motivar a formação de profissionais da área da saúde, pesquisadores, cientistas, engenheiros, etc [1], [2]. Com estas e outras justificativas em mente, podemos afirmar que o ensino de ciências nos anos iniciais de formação intelectual é uma necessidade de extrema importância.

Porém, esta importância não se reflete no contexto brasileiro, pois ao analisarmos dados de 2022 do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA)¹, que é um programa de avaliação internacional com o objetivo investigar o nível de educação de alunos de 15 anos em matemática, ciências e leitura, podemos notar que o Brasil apresenta *scores* de 403 pontos em média na escala de avaliação estabelecido, isto representa uma pontuação bastante inferior à média da OECD (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico, organização internacional idealizadora do PISA)

de aproximadamente 480 pontos na modalidade de ciências da avaliação, colocando o Brasil em uma classificação bastante inferior a outros países.

Cerca de 45% dos estudantes no Brasil alcançaram o Nível 2 ou superior em ciências (média da OECD: 76%). De acordo com a escala de classificação, esses alunos, no mínimo, devem ter a capacidade de reconhecer a explicação correta para fenômenos científicos familiares, e podem usar esse conhecimento para identificar, em casos simples, se uma conclusão é válida com base nos dados fornecidos. No Brasil, 1% dos estudantes apresentaram melhor desempenho em ciências, o que significa que eles eram proficientes no Nível 5 ou 6 (média da OECD: 7%). Esses alunos, podem aplicar criativa e autonomamente seu conhecimento sobre ciências, em uma ampla variedade de situações, incluindo aquelas desconhecidas.

Ao analisar também o relatório do SAEB² (Sistema de Avaliação de Educação Básica) de 2021, na modalidade de ciências humanas e ciências da natureza, podemos notar que grande parte dos estudantes que realizaram o teste, ficaram classificado abaixo do nível 1 na escala de classificação estabelecida. Estes alunos que se encontram abaixo do nível 1, provavelmente não dominam qualquer uma das habilidades que foram observadas durante a prova, e não demonstram o domínio dos conhecimentos de ciências da natureza, esta faixa representa 19,4% dos alunos que realizaram o teste com tópicos de ciências da natureza e 19,9% com tópicos de ciências humanas. A situação se apresenta de forma ainda mais grave em escolas de zona rural, onde pelo menos 30% dos alunos se encontram classificados abaixo do nível 1 em ambas as áreas de estudo observadas.

Jogos e brincadeiras sempre fizeram parte da infância de crianças de todas as partes do mundo, uma vez que jogos, brinquedos e brincadeiras permitem um exercício de imaginação, e criatividade, de forma lúdica e segura. Com isso em mente, entende-se que a imaginação é parte essencial no desenvolvimento intelectual nos anos iniciais da infância, pois a contradição entre imaginação e realidade cria a força dinâmica que permite o conhecimento teórico a ser contemplado por

¹<https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/brazil-61690648/#chapter-d1e11>

²<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb/resultados>

crianças pequenas. [3]. A imaginação atua ativamente na construção da realidade, levando isso em consideração, não deve ser ignorada quando falamos sobre ensino e aprendizagem.

Levando estes pontos em consideração, foi realizado, com o auxílio de alunos e professores de ensino fundamental, este trabalho, que tem como objetivo, relatar a criação de um jogo digital educacional com o foco em ensino em ciências para alunos do ensino fundamental. O jogo digital foi escolhido como método para o desenvolvimento deste trabalho, pois é uma ferramenta que explora de maneira descontraída e divertida o exercício da imaginação por parte dos jogadores, podendo assim, ser utilizado também como ferramenta de aprendizagem e ensino.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Analisando registros históricos de diversas fontes e períodos diferentes, observamos que jogos e brincadeiras sempre foram essenciais no processo de desenvolvimento infantil ao longo dos tempos e em diferentes culturas. Jogos são atividades estruturadas, geralmente com regras, desafios e objetivos, muitas vezes envolvendo competição. Em contraste, brincadeiras são mais espontâneas e flexíveis, incentivando a criatividade e a socialização sem necessidade de regras formais. Ambos são fundamentais para o desenvolvimento humano, oferecendo oportunidades para aprendizado, experimentação e expressão criativa. Foram e são praticados por pessoas de todas as idades ao redor do mundo [4]–[6].

Desde o seu surgimento nos anos 50 até os tempos atuais, tem se notado crescimento de formas de jogos completamente digitais. São os jogos eletrônicos, possuem a mesma definição de jogos citada anteriormente, porém, para se jogar, depende-se de algum dispositivo com capacidade de executar os jogos, sejam os computadores, consoles de videogames e/ou mais recentemente, os celulares [7]–[9].

Atualmente, grande parte destes jogos são desenvolvidos utilizando motores de jogos, que são ferramentas que fornecem um conjunto de recursos que facilitam o processo de desenvolvimento, tais como recursos gráficos, *scripts*, cálculos de física, montagem de cenários, entre outros. A vantagem de utilizar motores de jogos é que o desenvolvedor pode focar no aspecto artístico e funcional do jogo, uma vez que os motores oferecem ao desenvolvedor as funções com menor nível de abstração já implementadas, em forma de pacotes e ferramentas.

Como fundamentação durante o processo de desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados alguns conceitos de engenharia de *software*, tais como metodologias ágeis, que em suma, são uma maneira de organizar o processo de desenvolvimento de forma que haja uma divisão de etapas que permitem o desenvolvimento de forma incremental e dinâmica, com incorporação de *feedback* e correção de erros em tempo de desenvolvimento, e testes de usabilidade, que é uma maneira preliminar de avaliar o desempenho e a usabilidade de uma aplicação por meio de questionário qualitativos aplicados aos usuários da aplicação em questão.

Este trabalho relata o processo de criação de um jogo eletrônico educacional. Um jogo eletrônico educacional é um jogo digital projetado com o propósito principal de fornecer não apenas entretenimento, mas também educação e aprendizado. Ao contrário dos jogos puramente recreativos, os jogos educacionais são desenvolvidos com objetivos específicos, visando transmitir conhecimento, desenvolver habilidades ou influenciar comportamentos de forma interativa e envolvente. Essa abordagem permite que os jogadores aprendam enquanto se divertem, proporcionando uma experiência de aprendizado mais imersiva e motivadora [10], [11].

III. TRABALHOS RELACIONADOS

Os autores [12] propuseram o desenvolvimento de um jogo educativo com o objetivo de ensinar tópicos relacionados ao sistema solar e astronomia para alunos do ensino fundamental. O jogo desenvolvido pelos autores consiste em um "jogo de nave", onde o objetivo do jogador é partir do sol e passar por todos os planetas do sistema solar. Para conseguir avançar para o próximo planeta, cada uma das 8 fases apresenta um desafio distinto a ser resolvido que está relacionado ao planeta em questão tais como coletar itens e desviar de corpos celestes. Ao realizar o estudo investigativo com 49 alunos do ensino fundamental, onde cada um realizou um teste pré-jogo e um teste pós-jogo, os autores concluem que houve um aumento de 21,84% na taxa de acerto.

[13] ressaltam a importância e a necessidade de educação sobre sustentabilidade ambiental e descrevem a criação de *Life Green*, um jogo digital 2D no gênero de *Cookie Clicker*, onde o objetivo do jogo é conseguir completar pesquisas sustentáveis, e com isso, aumentando a senso de urgência para problemas ambientais. O jogo consiste em o jogador coletar moedas ou realizar *mini-games*, para comprar atualizações que melhoram o desempenho do jogador e fornecem informações valiosas no contexto de sustentabilidade. O objetivo é que o jogador consiga comprar todas as atualizações disponíveis, de modo que o planeta terra fictício se torne sustentável. Os autores afirmaram a intenção de realizar trabalhos futuros com melhorias no jogo, com testes objetivos e coleta de resultados. Os autores também entendem que ao incluir tópicos ambientais em um contexto de diversão, pode se criar uma consciência sobre questões ambientais por parte dos jogadores, isto ressalta a eficácia de se utilizar jogos digitais também como ferramentas de conscientização.

IV. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do jogo foi realizado através de uma metodologia dividida em cinco fases principais: análise de requisitos, projeto, implementação, avaliação e implantação. Este processo é cíclico, incremental e dinâmico.

Nas fases iniciais, foram realizadas reuniões com professores de ciências do ensino fundamental e foram definidos algumas das especificações da aplicação, onde foram definidos pontos importantes em relação à abordagem pedagógica da aplicação e o conteúdo que deveria ser abordado. Ficou definido inicialmente, que o jogo teria um total de 3 fases, onde

cada uma possuiria um tema e um tópico abordado diferente (Tabela 1).

TABLE I
DIVISÃO DOS PRINCIPAIS TÓPICOS E CONCEITOS EM RELAÇÃO ÀS FASES DO JOGO. [FONTE: DADOS DO AUTOR.]

Fases	Tópicos abordados	Cenário
Fase 1	- Orgãos - Sentidos - Corpo humano	Escola
Fase 2	- Água - Matéria - Ecossistema	Vila/Fazenda/Bosque
Fase 3	- Espaço - Sistema solar - Corpos celestes	Nave Espacial

Em seguida, na fase de projeto, foram definidas às tecnologias a serem utilizadas durante o desenvolvimento e os recursos necessários para compor o jogo. Alguns elementos gráficos e efeitos sonoros foram obtidos de forma gratuitas de bibliotecas online, enquanto outros, como mapas e *sprites*, foram criados de forma autoral.

Na etapa de implementação, os requisitos e ferramentas definidos anteriormente foram utilizados para desenvolver a aplicação. Foi utilizada a *engine Unity* como motor de jogos principal, e foi empregando C# para a programação de classes e *scripts*. Após a criação de cenários, objetos, personagens, e a realização de testes iniciais para identificar e corrigir erros, o jogo foi avaliado por um grupo seletivo de amigos e parantes do autor responsável pelo desenvolvimento, com isso, foram colhidas algumas sugestões de melhorias, que foram consideradas nos estágios finais de desenvolvimento.

Na fase de avaliação, foi realizado um teste com alunos em laboratórios de informática das instituições participantes, onde após jogar, os jogadores responderiam um questionário de usabilidade, com o objetivo de coletar dados e encontrar possíveis melhorias para desenvolvimento de trabalhos futuros.

Na etapa de implantação, foi realizada a criação de versões executáveis para diversos sistemas operacionais e disponibilizado o acesso no site da Universidade Federal De Viçosa, campus Rio Paranaíba, pelo link <https://eventos.crp.ufv.br/jogosdigitais/>.

V. RESULTADOS

O jogo finalizado possui uma estrutura relativamente simples, fácil de ser entendido por jogados da faixa etária à qual foi projeto foi desenvolvido. É dividido em três fases, onde cada uma abordando um tópico específico de ciências do ensino fundamental, sendo eles corpo humano, habitat e ecossistema, e espaço. Em cada uma das fases, os jogadores tem o objetivo de explorar o mapa, tomando cuidado com inimigos e coletando cristais espalhados pelo cenário. Cada cristal oferece uma dica (Figura 1) relacionada ao tópico da fase em questão. Ao final de cada fase, é apresentado um *quiz* (Figura 2) que testa o conhecimento do jogador com base nas dicas coletadas. Para avançar para a próxima fase, o jogador

deve responder corretamente às perguntas do *quiz* apresentado. O jogador concluir o jogo após finalizar todas as 3 fases.



Fig. 1. Tela de *gameplay*, logo após o jogador coletar um dos cristais com dica [Fonte: Dados do autor.]

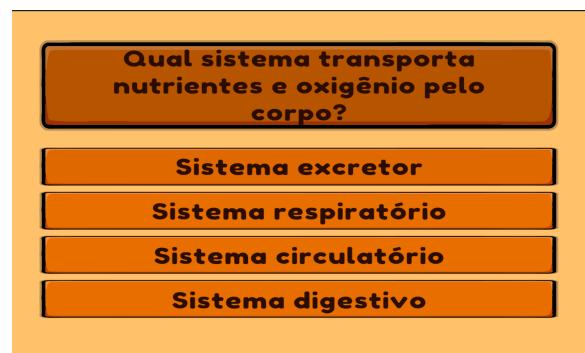


Fig. 2. Tela de *quiz*, apresentando a pergunta referente ao cristal pego na figura 1 [Fonte: Dados do autor.]



Fig. 3. Área do professor. [Fonte: Dados do autor.]

O jogo também inclui uma tela de acesso restrito para professores, que lhes permite inserir perguntas personalizadas de acordo com o currículo acadêmico, garantindo que o conteúdo esteja alinhado com grade curricular que o professor em questão está trabalhando (Figura 3).

A. Avaliações

Após a conclusão do desenvolvimento, como estipulado anteriormente, o jogo foi aplicado em laboratórios de informática de duas instituições diferentes (Figuras 4 e 5), foram realizada também: a aplicação de testes de usabilidade para os alunos participantes e educadores responsáveis.



Fig. 4. Aplicação do jogo na escola E.M. Tancredo Neves [Fonte: Dados do Autor].



Fig. 5. Aplicação do jogo, Escola Municipal Padre Goulart [Fonte: Dados do Autor].

B. Teste de usabilidade

Como maneira preliminar de coleta de dados sobre a eficácia de aplicação de jogos como ferramenta de ensino, foi definido um teste de usabilidade para aplicar aos alunos jogadores e aos educadores, com o objetivo de coletar opiniões e sugestões, tanto do ponto de vista dos jogadores, quanto do ponto de vista dos educadores.

O questionário aplicado, o qual é aprovado pelo comitê de ética institucional (CAAE:69875823.0.0000.5153), consiste em 9 perguntas qualitativas distintas sobre o jogo, onde os avaliadores podem responder cada uma com avaliações variando de "Muito Insatisfeito" a "Muito Satisfeito", sendo 5 níveis de avaliação para cada pergunta (figura 6). As perguntas foram definidas de maneira a coletar opiniões sobre aspectos gerais do jogo, tais como a facilidade de jogar, facilidade de aprendizado e aspectos estéticos, entre outros.



Fig. 6. Exemplo da escala de avaliação utilizada no questionário. [Fontes: Dados do autor.]

Em trabalhos futuros, tem-se o objetivo de realizar um teste quantitativo mais aprofundado, onde será avaliado um número maior de alunos, com o objetivo de medir aspectos pedagógicos da ferramenta e testar a eficácia da mesma como ferramenta educacional.

VI. RESULTADOS PÓS AVALIAÇÃO

A aplicação e o teste de usabilidade foram realizados com 33 participantes, com idades entre 10 e 12 anos, matriculados no 5º e 6º anos do ensino fundamental. Dentre eles, 19 eram da Escola Municipal Tancredo Neves e 14 da Escola Municipal Padre Goulart. A amostra incluiu 12 participantes do sexo feminino e 20 do sexo masculino. Os resultados referentes ao questionário de usabilidade podem ser verificados nas Figuras 7 e 8.

Em relação à experiência com computadores, 18 participantes relataram usar computadores há menos de 6 meses, 8 informaram utilizar computadores há um período entre 6 meses e 2 anos, e apenas 6 utilizam computadores de forma cotidiana há mais de 2 anos.

Um dos participantes optou por não informar o sexo nem a experiência com o uso de computadores.

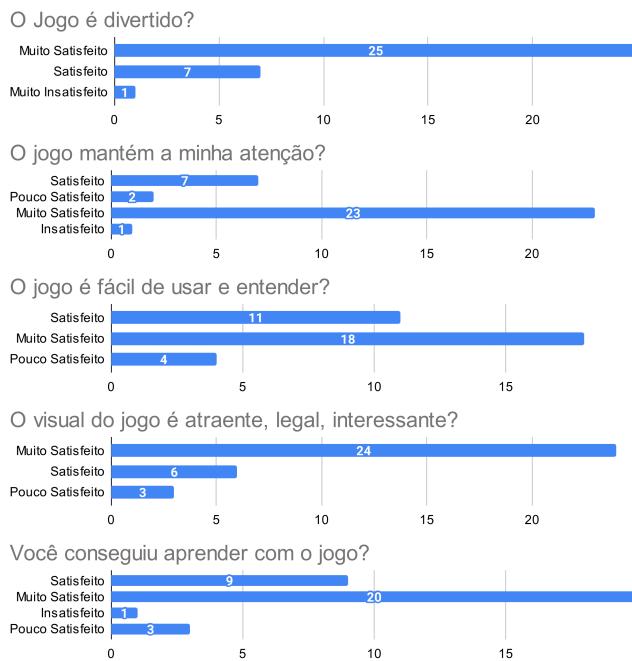


Fig. 7. Dados referentes às perguntas 1 a 5.

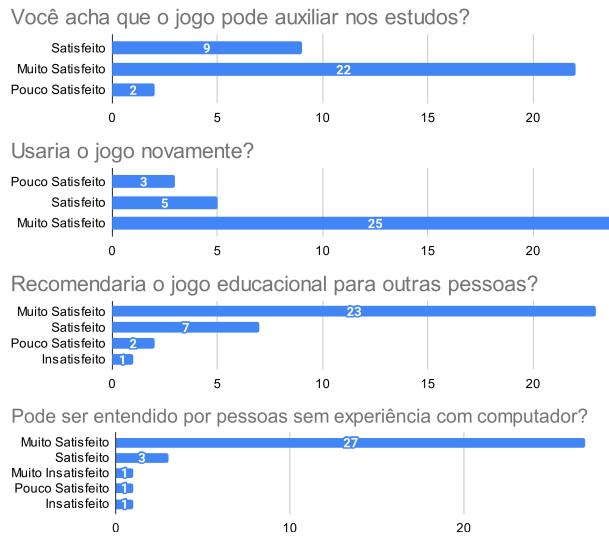


Fig. 8. Dados referentes às perguntas 6 a 9.

Ao analisar os dados acima, podemos concluir que o jogo obteve uma boa avaliação nos quesitos atração e diversão, pois 72,7% das crianças consideraram o jogo divertido e 69,7% afirmaram que o jogo conseguiu manter sua atenção.

Analizando aspectos estéticos, notamos que 72,7% dos participantes acharam o jogo esteticamente atraente e 54,5% acham o jogo fácil de usar e entender.

E por fim, ao considerar também os critérios pedagógicos, nota-se que 54,6% das crianças acharam o jogo fácil de entender e de jogar, 60,6% conseguiram aprender com o jogo e 66,7% acreditam que o jogo poderia auxiliar nos estudos.

VII. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e após uma análise detalhada, é possível afirmar que o jogo desenvolvido, ou jogos digitais em geral, demonstram um alto potencial como ferramenta educacional. Os dados do questionário de usabilidade revelaram que a maioria dos alunos avaliou positivamente a estrutura gráfica, jogabilidade e aspectos pedagógicos do jogo. Considerando o *feedback* dos professores, outras fontes acadêmicas e as experiências observadas durante as visitas às escolas, conclui-se que os jogos educativos não apenas são interessantes e divertidos para os alunos, mas também são uma valiosa ferramenta de ensino.

VIII. TRABALHOS FUTUROS

Com o desenvolvimento de um trabalho futuro em mente, o jogo será melhorado com a adição de novas mecânicas de avaliação de conhecimento que interajam diretamente com o cenário em que o jogador se encontra, mecânicas de arrasta e solta, pontuação, objetivos específicos em cada fase, novas fases com outros tópicos, entre outros. Será considerada também uma maneira de melhorar a experiência do professor durante o processo de criação de novos desafios para os alunos.

Para um trabalho futuro, também tem-se o plano de realizar testes quantitativos comparativos realizados antes e depois da aplicação do jogo, a aplicação do jogo em outras escolas, em

amostras de jogos, entre outros. Com o objetivo de investigar a capacidade pedagógica da ferramenta aqui relatada, uma vez que como primeira versão, o teste foi apenas de usabilidade e levava em consideração apenas a opinião dos jogadores.

REFERENCES

- [1] H. Eshach and M. Fried, "Should science be taught in early childhood?" *Journal of Science Education and Technology*, vol. 14, pp. 315–336, 09 2005.
- [2] A. Cláudia Batista da Silva, C. Araújo Flor, A. Alves de Arruda, and R. Tavares, "A relevância do ensino de ciências nas perspectivas de educadores do ensino fundamental," *Kiri-Kerê - Pesquisa em Ensino*, vol. 1, no. 14, Dec. 2022. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.47456/krkr.v1i14.37910>
- [3] E. S. França, D. Munford, and V. F. A. Neves, "Ciência e imaginação nos anos iniciais do ensino fundamental," *Revista Brasileira de Educação*, vol. 28, 2023. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782023280084>
- [4] A. Lillard, "Pretend play as twin earth: A social-cognitive analysis," *Developmental Review*, vol. 21, no. 4, p. 495–531, Dec. 2001. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1006/drev.2001.0532>
- [5] L. Wittgenstein, *Philosophical investigations: German text, with a revised English translation*, 50th ed. London, England: Blackwell, Dec. 2001.
- [6] R. S. Wadham, "An exploration of the history and importance of play," url=<https://blog.britishnewspaperarchive.co.uk/2021/05/19/an-exploration-of-the-history-and-importance-of-play/>, May 2021.
- [7] D. Williams, "A brief social history of game play," in *Digital Games Research Conference 2005, Changing Views: Worlds in Play, June 16-20, 2005, Vancouver, British Columbia, Canada*, 2005. [Online]. Available: <http://www.digra.org/digital-library/publications/a-brief-social-history-of-game-play/>
- [8] I. Granic, A. Lobel, and R. C. M. E. Engels, "The benefits of playing video games." *American Psychologist*, vol. 69, no. 1, p. 66–78, Jan. 2014. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1037/a0034857>
- [9] D. Amoroso, "A história dos video games: do osciloscópio aos gráficos 3D — tecmundo.com.br," url: <https://www.tecmundo.com.br/xbox-360/3236-a-historia-dos-video-games-do-osciloscopio-aos-graficos-3d.htm>.
- [10] M. De Aguilera and A. Mendiz Noguero, "Video games and education: (education in the face of a “parallel school”)," *Computers in Entertainment*, vol. 1, p. 10, 01 2003.
- [11] Y. Li, D. Chen, and X. Deng, "The impact of digital educational games on student's motivation for learning: The mediating effect of learning engagement and the moderating effect of the digital environment," *PLOS ONE*, vol. 19, no. 1, p. e0294350, Jan. 2024. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0294350>
- [12] M. S. Siedler, M. C. Souza, R. C. Cardoso, T. A. Tavares, and F. J. Junior, "Uma volta pelo sistema solar: Aprendendo astronomia através de um serious game," in *Anais Estendidos do XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2022)*, ser. SBGames Estendido 2022. Sociedade Brasileira de Computação, Oct. 2022. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2022.225644
- [13] A. R. Carneiro and V. T. Sarinho, "Life green: Um jogo digital para a conscientização ambiental," in *Anais Estendidos do XXII Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2023)*, ser. SBGames Estendido 2023. Sociedade Brasileira de Computação, Nov. 2023. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2023.234020