

Abelhas Nativas Brasileiras: Digital Game as a Tool to Support Environmental Education for Children and Youth.

1st Álvaro K. de Souza Oda

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas
Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba
Rio Paranaíba – MG – Brasil
alvaro.oda@ufv.br

2nd Nicole de O. Braga

Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba
Rio Paranaíba – MG – Brasil
nicole.braga@ufv.br

3rd Luciane C. de Oliveira Lisboa

Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba
Rio Paranaíba – MG – Brasil
nicole.braga@ufv.br

4th Pedro M. de Sousa

Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas
Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba
Rio Paranaíba – MG – Brasil
pedromois@ufv.br

Abstract—This article presents the development, application and evaluation of an educational game developed on the Unity platform called “Abelhas Nativas Brasileiras”. It was developed to help students develop environmental education and proposes scenarios where the player takes control of native Brazilian bees, facing the main causes of the decline in the population of these species in the form of villains. The game was evaluated using a usability test, applied in 2 schools to children aged between 7 and 12. With a focus on raising awareness, the game promises to be a dynamic approach to helping build knowledge, socio-environmental values and the protection of the natural environment.

Index Terms—Digital game, Environmental education, Native bees.

I. INTRODUÇÃO

De acordo com [1] as abelhas são de extrema importância para a manutenção da vida no planeta devido a sua responsabilidade de polinização, consequentemente se tornando essencial para a variabilidade genética da vida vegetal.

Porém, quando se fala em abelhas, o que normalmente vem à mente são as produtoras de mel da espécie *Apis mellifera* L., introduzidas no Brasil a partir da Europa e África e que, atualmente, respondem pela maior parte do mel produzido no país. No entanto, o mundo das abelhas é muito mais vasto, e entre elas, temos as abelhas-sem-ferrão, também conhecida como abelhas nativas brasileiras ou abelhas-indígenas, pois sua domesticação e classificação partiram das culturas indígenas. O termo abelha-sem-ferrão é denominado por possuírem ferrão atrofiado, que torna as abelhas incapazes de ferocar, essa característica engloba todas as espécies descritas no Brasil [8].

Segundo [2], [7], as abelhas-indígenas ou nativas sem ferrão correspondem a aproximadamente 500 espécies na América do Sul, ao passo que só em território brasileiro são encontradas

cerca de 400 dessas espécies. Apesar da quantidade, elas ainda continuam pouco conhecidas por parcela significativa dos brasileiros, dificultando sua conservação.

A Lei 9.795/1999 [4], que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, é um marco fundamental no compromisso do Brasil com a preservação e a conscientização ambiental. Através dela, a Educação Ambiental se torna um componente essencial e permanente da educação nacional, presente em todos os níveis e modalidades do processo educativo. Seus princípios básicos, como o enfoque humanista, democrático e participativo, bem como seus objetivos fundamentais, que incluem o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social, visam cultivar concepções e habilidades voltadas para a conservação do meio ambiente e a qualidade de vida sustentável [4].

De acordo com [10], é essencial que a Educação Ambiental incorpore abordagens lúdicas, ainda que envolvendo a adoção de comportamentos concretos, tanto individualmente quanto coletivamente. Logo, conforme citado em [13], a evolução dos recursos tecnológicos acessíveis e de baixo custo, aliada ao amplo acesso às plataformas digitais pelas gerações atuais favorecem o ensino por meio de jogos digitais, que têm sido desenvolvidos como uma ferramenta complementar e auxiliar, oferecendo uma forma envolvente de aprendizado que já é utilizada na educação ambiental.

Assim, neste trabalho em questão, é apresentado o desenvolvimento de um jogo digital sério usando o *software Unity* com foco no ensino ambiental ao público infantojuvenil. Tal jogo propõe contextos onde o jogador assume o controle de uma rainha de espécies de abelhas nativas sem ferrão, inserido em um ambiente que o auxilia no processo de aprendizagem, ele enfrenta as principais causas do declínio da população de determinada espécie, facilitando sua compreensão sobre

o tema. Com foco no público infantojuvenil, o objetivo é criar uma ferramenta que auxilie os educadores em um método lúdico de ensino, conscientizando as crianças sobre os benefícios das abelhas nativas e o riscos que estas espécies sofrem.

II. TRABALHOS RELACIONADOS

[5] propõem um jogo virtual focado no consumo consciente, foi desenvolvido para promover essa temática na sociedade em geral. O jogo “SimSustentabilidade” oferece um ambiente interativo onde o jogador pode desenvolver sua sociedade conforme ache correto visando eliminar as emissões de gases e manter o crescimento econômico. A metodologia usada neste estudo se baseou em um jogo chamado “SimCity 5”, cujo objetivo era analisar os problemas socio urbanos, permitindo uma construção de uma cidade por meio de uma simulação. Neste mesmo sentido, “SimSustentabilidade” criou uma simulação onde o aluno aprende sobre os possíveis impactos e consequências positivas ou negativas, apresentando desafios e objetivos exclusivamente voltados para o desenvolvimento sustentável. A avaliação baseou-se em três questões e concluiu-se através dos resultados que os participantes possuíam um bom entendimento sobre o consumo consciente e puderam visualizar os problemas ambientais existentes. Já [11] apresenta a elaboração de um jogo digital para telefone celular. No desenvolvimento, primeiro houve uma visita técnica em uma das praias das regiões. Após as etapas efetuadas os alunos foram dirigidos para a mecânica do jogo virtual, conhecido como “Caminhada Ecológica”, que teve execução de sua pesquisa, apresentando o desafio de recolher o maior número de lixo em uma praia em menor tempo possível a cada desafio. A utilização do software educativo como ferramenta de aprendizagem foi um grande potencial para o desenvolvimento de habilidades ligadas a conscientização e a capacidade de resolver problemas do público infantil. Diferentemente, o presente artigo aborda o desenvolvimento e implementação de um jogo digital como ferramenta feito para computadores, com o intuito de auxiliar o público na educação ambiental e mostrar a importância da conservação das abelhas nativas usando uma abordagem lúdica, com narrações, músicas e gráficos voltados ao público infantojuvenil.

III. REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa seção serão introduzidos tópicos relacionados a determinados assuntos que serão abordados no decorrer deste trabalho, facilitando o entendimento do leitor.

A. Abelhas Sem Ferrão

As abelhas-sem-ferrão são de grande importância para a humanidade e para a manutenção do ecossistema, ao serem responsáveis por uma parte significativa da polinização. Ao contrário do que muitos pensam, essas abelhas não representam nenhum risco para os seres humanos. Logo, são utilizadas na produção de mel, própolis e outros produtos, além de serem frequentemente empregadas em

oficinas e aulas de educação ambiental [14]. Essa importância nos ecossistemas naturais fica ainda mais evidente ao ter em mente que os seus serviços polínicos chegam a abranger até 90% das árvores nativas, sendo que algumas dessas plantas só conseguem ser polinizadas especificamente por esses meliponíneos [7]. Porém, as abelhas-sem-ferrão estão em processo acelerado de desaparecimento, provocado principalmente pelo desmatamento de florestas nativas, ambiente preferencial dessas espécies [8].

B. Educação Ambiental

Ao longo dos anos, a falta de conscientização ambiental traz consequências como as queimadas, aumento da taxa de animais silvestres em área urbana, redução de espécie de plantas nativas e perigo de extinção de algumas espécies animais. Logo, criou-se o conceito de Educação Ambiental, sendo abrangente os métodos pelos quais tanto as pessoas quanto as comunidades desenvolvem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências que visam preservar o meio ambiente, finalizando-se que este é um bem de uso coletivo, fundamental para uma vida de qualidade e para a manutenção da sustentabilidade [4].

C. Jogos Sérios

Os jogos digitais abrangem uma ampla variedade de formatos e gêneros, desde jogos de quebra-cabeça e simulação até jogos de aventura e estratégia. Uma subcategoria dos jogos digitais é conhecida como jogos sérios. Esses jogos são desenvolvidos com o objetivo específico de ensinar habilidades, transmitir conhecimentos ou abordar questões relevantes em um ambiente interativo e envolvente [6]. Estes são projetados para combinar elementos lúdicos com objetivos educacionais, proporcionando experiências de aprendizagem envolventes e motivadoras para crianças e jovens. Ao envolver os estudantes de maneira ativa, os jogos digitais educacionais promovem a participação ativa, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a aplicação prática do conhecimento [6]. A utilização de jogos sérios na educação tem mostrado resultados promissores. Eles podem auxiliar os estudantes a desenvolver competências específicas, como resolução de problemas, pensamento crítico e colaboração, além de aumentar o engajamento e a motivação [3].

IV. METODOLOGIA

O desenvolvimento do jogo “Abelhas Nativas Brasileiras” utilizou um processo incremental e iterativo, diferentemente dos modelos convencionais de desenvolvimento apresentados nos manuais de engenharia de *software* [12]. A seguir, estão descritas as etapas, manifestando o que foi feito em cada uma.

A. Levantamento e Análise de Requisitos

Nesta etapa do desenvolvimento, o objetivo foi estabelecer claramente a proposta do jogo, identificando as tarefas a serem realizadas e definir proposta do jogo [12], [16]. Após reuniões e análises com as pessoas envolvidas no desenvolvimento, foram obtidos o escopo e os requisitos

necessários. Foram considerados aspectos como preferências lúdicas das crianças, idade, nível de conhecimento na área e equipamentos disponíveis nos locais de aplicação.

B. Projeto

Na segunda etapa é posto em prática o que definido na fase anterior [12], [16], assim estabelecendo as tecnologias e ferramentas a serem utilizadas no desenvolvimento do sistema.

Dentre os selecionados, temos a *Unity* que é uma ferramenta que permite criar jogos para diversas plataformas como consoles, telefones celulares utilizando um editor visual e programação com o uso principalmente do C#. Oferecendo ferramentas profissionais, capazes de preencher os requisitos de qualquer jogo, é um dos motores mais utilizados para aprender a desenvolver jogos por ser simples de começar a utilizar. Ainda nas tecnologias e ferramentas utilizadas temos o *software Aseprite*, sendo uma das ferramentas disponíveis no mercado mais utilizadas para a criação de *Pixel Art* ou arte de pixel. E o uso da ferramenta *Audacity* que é um programa que permite editar, gravar, importar e exportar diversos formatos diferentes de arquivos de áudio.

C. Implementação

Segundo [12], [16], a implementação consiste na utilização das tecnologias selecionadas para o desenvolvimento do jogo.

Assim fora utilizada a *Unity* juntamente ao C# para a criação dos *scripts*, os quais contém a lógica do funcionamento do jogo para associação com os *sprites* e áudios. O *software Aseprite* foi usado para a criação *sprites* de personagens como a abelha rainha da espécie Uruçu-Amarela *Melipona rufiventris* e suas operárias, e a criação dos cenários e menus, como o Cerrado, e as imagens utilizadas nos menus. Além da trilha sonora do jogo, que foi cuidadosamente elaborada pelos autores utilizando instrumentos como ukulele e gaita, e editada utilizando a ferramenta áudio *Audacity*.

D. Avaliação

De acordo com [9], [12], a avaliação do jogo pode ser feita com avaliações empíricas, testes formais e observações para avaliar características como usabilidade e eficácia [9], [12], [16]. Logo, durante o processo de desenvolvimento, foi realizado um questionário com as crianças de duas escolas da cidade de Rio Paranaíba em Minas Gerais seguindo todos os protocolos éticos e obtendo aprovação do comitê de ética institucional (CAAE: 69875823.0.0000.5153) e dos responsáveis pelas instituições de ensino.

E. Implantação

Por fim, a implantação consiste na aplicação do sistema gerado em um ambiente [12], [16]. Assim, o jogo “Abelhas Nativas Brasileiras” será disponibilizado para o sistema operacional *Windows* no site da Universidade Federal de Viçosa [17], podendo ser baixado e inserido nas instituições de ensino.

V. RESULTADOS

Esta seção aborda os resultados do desenvolvimento e aplicação do jogo nas instituições de ensino envolvidas nas avaliações.

A. Descrição do Jogo

Abelhas Nativas Brasileiras propõe um jogo no qual o jogador assume o controle de uma rainha de determinada espécie de abelha-sem-ferrão e deve juntar forças coletando suas operárias para derrotar seus principais vilões, as ações antrópicas que causam impacto negativo ao meio ambiente, sendo as queimadas, desmatamento, uso inapropriado de produtos tóxicos e fragmentação de habitat.

Na Figura 1 (A), é apresentado o menu inicial do jogo, no qual o jogador pode selecionar os botões: Jogar; Guia de campo; Sair. O botão “Jogar” leva a seleção de espécie, o botão “Guia de campo” abre um guia contendo as espécies de cada fase e o botão “Sair” fecha o jogo. Já na Figura 1 (B), é apresentado o menu de seleção de fases, no qual o jogador seleciona a fase que jogará por meio de um botão, que mostra qual espécie pertence a ela.



Fig. 1. (A) Menu inicial; (B) Menu de seleção de espécie. [Fonte: Elaborado pelo autor]

Ao selecionar o botão “Guia de Campo”, o jogador é levado a um livro contendo informações de cada espécie de ser vivo envolvido no jogo, como as abelhas e as plantas. Na Figura 2 (A), está a página da espécie *Melipona rufiventris*.

Já na Figura 2 (B), está a página da espécie *Eucalyptus grandis*.



Fig. 2. (A) Guia *Melipona rufiventris*; (B) Guia *Eucalyptus grandis*. [Fonte: Elaborado pelo autor]

Ao selecionar o botão “Jogar” mostrado na Figura 1 (A), o jogador é levado ao menu de seleção de fases, ou seleção de espécies. Nele, é possível selecionar qual fase será iniciada. As fases seguem um mesmo modelo, o jogador controla uma abelha rainha da espécie da fase selecionada, coleta as abelhas-operárias e recebe informações por meio de áudios que informam curiosidades de determinada espécie, como, onde

são encontradas, a importância das abelhas, informações sobre os vilões e outras informações relevantes.

Na Figura 3 (A), está apresentada a primeira parte da fase 1. Ao iniciar qualquer fase, o jogador recebe orientações visuais e auditivas sobre os controles de movimento da abelha e informações sobre as abelhas-sem-ferrão, iniciada a fase, o jogador controla uma rainha de abelha Uruçu-amarela e deve seguir as setinhas amarelas para encontrar abelhas-operárias. Também é possível observar no canto superior direito, um campo que apresenta o nome e espécie da última planta na qual a abelha teve contato. Já na Figura 3 (B), é apresentada a seleção de dificuldade, que aparece após o jogador coletar todas as abelhas-operárias e chegar na área da queimada. Também é possível observar o vilão que o jogador enfrentará, que no caso da fase 1, é a queimada.



Fig. 3. (A) Jogabilidade; (B) Seleção de dificuldade. [Fonte: Elaborado pelo autor]

A cada abelha-operária coletada o jogador recebe informações em forma de falas por meio de áudios sobre a espécie, a seguir estão algumas das falas que ocorrem durante o jogo.

Ao iniciar a fase “Esta espécie que você está controlando é uma rainha de Uruçu-amarela. Usando as teclas W, A, S, D para se mover e seguindo as setinhas amarelas, você deve achar suas operárias”. Ao encontrar a segunda abelha-operária “O nome científico da Uruçu-amarela é *Melipona rufiventris*. Ela é uma abelha que vive no Brasil, nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás, encontrada somente em Cerrado denso e Cerradão”. Ao encontrar todas as abelhas “É isso aí, você encontrou todas. Agora deve seguir a setinha para desafiar um dos maiores vilões das abelhas nativas, o fogo. Nos últimos 20 anos, as áreas onde elas vivem estão diminuindo por causa das queimadas causadas pelos seres humanos”.

Na Figura 4 (A), é apresentada a batalha contra o vilão, o jogador controla uma abelha-operária de cada vez e lança cera para derrotar um dos vilões, a “Queimada”, que representa a principal ação antrópica que afeta essa espécie. Ao derrotar o vilão, o jogador é levado de volta ao mapa e deve seguir uma setinha amarela para levar o restante das suas abelhas-operárias a um novo ninho. Na Figura 4 (B) é apresentado o final da fase, quando o jogador encontra o ninho e recebe uma conclusão em forma de áudio, a seguir está a fala que ocorre ao fim da fase 1.

- “Parabéns! Você conseguiu! Salvou as abelhas da queimada e arrumou uma nova casa para elas! As abelhas são muito importantes para a natureza, mas na vida real elas não conseguem vencer o fogo. Incêndios podem

destruir as casas das abelhas e as flores de que elas precisam para viver. Por isso, é muito importante cuidar do meio ambiente e evitar incêndios.”

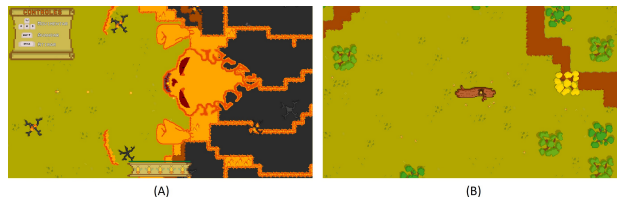


Fig. 4. (A) Batalha contra vilão; (B) Fim da fase. [Fonte: Elaborado pelo autor]

B. Testes

As testes foram realizadas em duas escolas da cidade de Rio Paranaíba, em Minas Gerais, por meio de um questionário aplicado em 30 crianças, sendo 14 meninos e 16 meninas com idade entre 7 e 12. O questionário tinha 11 questões e abordava os temas, narrativa, estética visual e conteúdo educacional. Ele foi elaborado usando um modelo de 5 níveis de satisfação e seu objetivo era avaliar a usabilidade, dificuldade, o visual e obter resultados iniciais sobre o nível de aprendizado sobre o conteúdo abordado. A seguir é mostrado os gráficos resultantes de 3 questões, sendo uma de cada tema.

Sobre a narrativa, a questão escolhida foi, “A fantasia ou história fornecida pelo jogo ajuda no processo de ensino aprendizagem”. Como pode ser observado na Figura 5 (A), 76,7% marcaram muito satisfeito e 23,3% marcaram satisfeitos, que mostra que a narrativa auxiliou no processo de aprendizagem sobre o tema nas crianças envolvidas na avaliação.

Dentre as questões com tema estética visual, a selecionada foi, “Achei o jogo visualmente atraente”. É demonstrado na Figura 5 (B), 86,7% das respostas muito satisfeito e 13,3% das respostas satisfeitos, mostrando que o jogo agradou o público alvo a que foi destinado.

No tema conteúdo educacional, a questão escolhida foi, “O jogo promove o conhecimento por meio de recursos lúdicos”. Observando o gráfico da Figura 5 (C), 93,3% responderam com muito satisfeito, 3,3% responderam com satisfeito e 3,3% com pouco satisfeito. Essas respostas indicam que os recursos lúdicos desenvolvidos auxiliaram os participantes a aprimorar seu conhecimento.

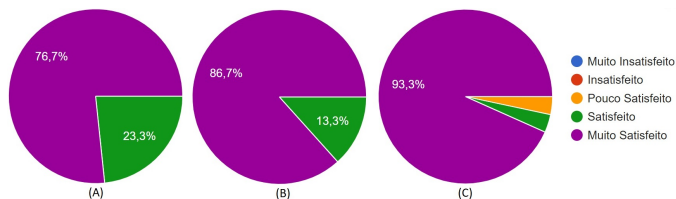


Fig. 5. (A) A fantasia ou história fornecida pelo jogo ajuda no processo de ensino aprendizagem; (B) Achei o jogo visualmente atraente; (C) O jogo promove o conhecimento por meio de recursos lúdicos. [Fonte: Elaborado pelo autor]

VI. CONCLUSÃO

É possível notar nos resultados apresentados na Seção V-B, que o jogo educacional desenvolvido na plataforma *Unity* para auxiliar os alunos no desenvolvimento da educação ambiental, com foco nas abelhas nativas brasileiras, pode ser usado como uma ferramenta de ensino lúdica. Com narrativa e gráficos atrativos ao público alvo, “Abelhas Nativas Brasileiras” proporcionou um ambiente que auxilia no processo de aprendizagem, no qual o jogador aprende enquanto se diverte. Assim, reforçando a importância da inserção de jogos digitais na educação ambiental e no ensino.

Apesar de o jogo poder ser usado como ferramenta de ensino, há diversas oportunidades para melhorias, expansões futuras e mais testes.

Como ideias de melhorias e expansões futuras, temos o desenvolvimento para mais sistemas operacionais e plataformas, adição de mais fases e espécies, maior diversidade musical e um mapeamento das teclas no menu de pausa, oferecendo suporte adicional para crianças com menos experiência em computadores. E para testes, o jogo já tem dois eventos onde será aplicado, na mostra de jogos da universidade Federal de Viçosa Campus Rio Paranaíba e em um *workshop* da mesma instituição. Ainda assim, é necessário promover a aplicação do jogo em mais instituições da região, auxiliando no aprendizado dos alunos e, ao mesmo tempo, recebendo opiniões valiosas para futuras atualizações.

REFERÊNCIAS

- [1] BARBOSA, D. B., CRUPINSKI, E. F., SILVEIRA, R. N., and LIMBERGER, D. C. H. (2017). As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. *Revista Eletrônica Científica da UERGS*, 3(4):694–703.
- [2] de Magalhães, P. d. S., Alves, E. M., de Oliveira Maciel, L. D., Andrade, L. L., Araújo, M. E. O., and Novaes, R. B. P. (2023). Diversidade, importância ecológica e econômica das abelhas indígenas nativas sem ferrão: Conhecimentos da comunidade acadêmica do ifba, jequié. *CADERNO DE RESUMO-2023*.
- [3] Garcia, L., Martinez, J., and Thompson, S. (2019). Serious games in the classroom: Exploring the potential of game-based learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 34(1):56–73.
- [4] ICMBio (2024). Política nacional de educação ambiental. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/politicas/pnea.html>. [Online; accessed in 2024].
- [5] Jesus, A., Silveira, I., Araújo, M., and Xavier da Penha, P. (2021). Sinsustentabilidade: Um jogo digital de estratégia para educação ambiental. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC*, 11(3):132–151.
- [6] Johnson, A., Williams, P., and Clark, K. (2020). Serious games for learning: A systematic literature review. *International Journal of Serious Games*, 32(4):221–238.
- [7] Kerr, W. E., Zilse, G. A. C., and Nascimento, V. A. (1996). Abelha uruçú: biologia, manejo e conservação.
- [8] Marcio Lopes, J. B. F. e. G. d. S. (2019). Abelhas sem-ferrão: a biodiversidade invisível. Disponível em: [urlhttps://aspta.org.br/article/abelhas-sem-ferrao-a-biodiversidade-invisivel](https://aspta.org.br/article/abelhas-sem-ferrao-a-biodiversidade-invisivel).
- [9] Mattioli, F. E., Lamounier Jr, E. A., Cardoso, A., Alves, N., and Muniz, M. (2009). Uma proposta para o desenvolvimento ágil de ambientes virtuais. SBC. *Anais do WRVA*.
- [10] Narcizo, K. R. d. S. (2012). Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 22.
- [11] Pereira, R., Gouveia, L. B., and Dinis, M. A. P. (2021). Proposta de um jogo digital para educação ambiental: a caminhada ecológica. Technical report.
- [12] Pressman, R. S. and Maxim, B. R. (2021). *Engenharia de software-9*. McGraw Hill Brasil.
- [13] Santos, R. P. (2023). Gamificação como componente na educação ambiental: desenvolvimento e aplicação a partir da plataforma genially©. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, 18(1):228–242.
- [14] Tavares, M., de Araujo, J. M., Santana, W., Elizeu, A., Silva, L., Ladeira, J., Rubinger, M., Campos, L. A., and Lino Neto, J. (2016). Abelhas sem ferrão: Educação para conservação – interação ensino-pesquisa-extensão voltada para o ensino fundamental. *Revista Brasileira de Extensão Universitária*, 7(2):113–120.
- [15] Thompson, S. (2020). The power of digital games in education: An updated perspective. *Educational Technology Magazine*, 58(4):32–45.
- [16] Tori, R., Kirner, C., and Siscoutto, R. A. (2006). *Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada*. Editora SBC Porto Alegre.
- [17] Sousa, P. M. (2023). Mostra de jogos digitais – ufv-crp. Disponível em: [urlhttps://eventos.crp.ufv.br/jogosdigitais/](https://eventos.crp.ufv.br/jogosdigitais/).