

Memória Verde: Um jogo analógico facilitador à aprendizagem da reciclagem e de materiais recicláveis

Caio Silva Azeredo¹, Luiz Fellipe Barros¹
Marcus Parreiras¹, Geraldo Bonorino Xexéo¹

¹ LUDES - Programa de Engenharia de Sistemas e Computação
COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Avenida Horácio Macedo, 2030, CT, Bloco H, sala 319, Rio de Janeiro, RJ - Brasil

{caiosazeredo, lfbarros, mparreiras, gxexeo}@cos.ufrj.br

Abstract. *Green Memory proposes to instigate pre-operational children (aged 5 to 6 years) to learn about recycling and understand the materials that everyday objects are made of. Derived from the memory game, this game embraces its mechanics but innovates by applying a practical and intuitive educational slant. When the player finds two identical pieces, they form a pair that would be items to be properly discarded in designated recycling bins, and if they place the objects in the correct corresponding bin, they increase their score. The interactions are designed to replicate the proper disposal of everyday artifacts for the target child audience, yet not limited to them.*

Keywords *Games, Puzzle, Learning, Recycling.*

Resumo. *Memória verde propõe instigar crianças na fase pré-operacional (entre 5 e 6 anos) a aprender sobre reciclagem e entender do que são feitos os materiais de objetos presentes em seu cotidiano. Derivado do jogo da memória, este jogo acolhe suas mecânicas, mas as inova ao aplicar um viés educativo prático e intuitivo. O jogador, ao encontrar 2 peças iguais, forma um par que seriam itens a serem descartados adequadamente em lixeiras próprias para reciclagem e caso posicionem os objetos na lixeira correta correspondente, aumentam sua pontuação. As interações são projetadas para reproduzir o descarte adequado de artefatos do cotidiano das crianças contidas no público alvo, mas não limitando somente a esse público.*

Palavras-chave. *Jogos, Quebra-cabeça, Aprendizagem, Reciclagem.*

1. Introdução

O presente artigo apresenta o “Memória Verde”, um jogo analógico projetado para auxiliar no ensino e compreensão de conceitos de reciclagem e de materiais recicláveis. Ao combinar a mecânica do clássico jogo da memória e unindo a proposta de incentivar o desenvolvimento da memória com o aprendizado de materiais e da reciclagem por parte das crianças, visa proporcionar aos alunos uma abordagem lúdica para entender o que é a reciclagem e a diferenciação de materiais e seu correto lugar de descarte, enfatizando a relação entre objetos, suas respectivas categorizações e sua representação de cores. Este artigo explora o design, a aplicação e o potencial educacional do “Memória Verde”, oferecendo insights sobre como ele pode ser incorporado ao ambiente de ensino.

Jogos têm sido evidenciados como meio de ensino, ressaltando sua eficácia no engajamento e no processo de aprendizado e obtenção do conhecimento por parte dos estudantes [Papastergiou 2009].

As peças foram concebidas para além da acumulação de pontos, mas para proporcionar uma atratividade visual e uma familiaridade de contexto por parte das crianças, sendo concebidos pares de objetos presentes no cotidiano das crianças.

Segundo [Piaget 1971], ao brincar a criança consegue assimilar o mundo de seu jeito, e discute que o brincar representa uma fase do desenvolvimento da inteligência, onde assimilação e acomodação do mesmo, acontecem, consolidando experiências passadas.

2. Trabalhos Correlatos

No campo dos jogos educacionais, vários estudos têm explorado a utilização de jogos para promover a conscientização ambiental e ensinar práticas sustentáveis. O jogo "EcoLogic", por exemplo, é um jogo digital de ação e estratégia que utiliza a coleta seletiva de lixo como tema central [Pires et al. 2018]. O objetivo do jogo é desenvolver o pensamento computacional e a conscientização ambiental através da resolução de problemas lógicos e estratégias de jogo. Os cenários do jogo são estruturados em forma de labirinto, e os jogadores devem usar raciocínio lógico para desviar de inimigos e levar os materiais às lixeiras corretas. O artigo mostra como jogos podem ser uma ferramenta eficaz para ensinar conceitos de sustentabilidade a crianças a partir de oito anos de idade [Pires et al. 2018].

O jogo "Goletando" também se destaca como um exemplo relevante. Trata-se de um jogo 2D, multi-fases e multi-plataforma, projetado para crianças e adolescentes. "Goletando" visa ensinar conceitos de coleta seletiva de resíduos e promover a educação ambiental em diversos contextos, incluindo sala de aula, laboratórios e atividades extra-classe [de Souza et al. 2015]. O jogo é caracterizado pela sua acessibilidade em múltiplas plataformas e pelo sistema de ranqueamento que incentiva o reengajamento dos jogadores. "Goletando" mostra como jogos tem sido eficazes na promoção da educação ambiental e na conscientização sobre a importância da reciclagem [de Souza et al. 2015].

Outro exemplo é o jogo "UruBurbanos", que é voltado para a educação ambiental de crianças e adolescentes. Utilizando uma abordagem baseada em desafios e objetivos dentro de um cenário urbano, "UruBurbanos" promove a coleta seletiva de lixo e outras práticas sustentáveis [Gomes e Wanderley 2011]. O jogo é projetado para ser utilizado tanto em sala de aula quanto fora dela, engajando os alunos através de múltiplos desafios e uma narrativa envolvente. "UruBurbanos" explicita o potencial de jogos para aumentar a conscientização ambiental entre os jovens jogadores [Gomes e Wanderley 2011].

O jogo "Orangotango" é outro exemplo relevante, focado em ensinar matemática básica enquanto oferece noções de educação ambiental. O jogo digital utiliza um cenário impactado pela ação humana para integrar desafios matemáticos com a conscientização ambiental, promovendo a interdisciplinaridade no ensino. "Orangotango" foi projetado para simplificar as dificuldades percebidas em relação ao ensino da matemática básica, ao mesmo tempo que oferece um contexto de educação ambiental [de Sousa Pires et al. 2019].

Além desses exemplos, o jogo "Miquel Crusafont" é um jogo digital projetado para o ensino de história e paleontologia. O jogo utiliza uma narrativa baseada na vida do paleontólogo Miquel Crusafont, combinando elementos de história real com um mundo imaginário onde os jogadores interagem com fósseis e espécies de animais extintos. "Miquel Crusafont" é utilizado em salas de aula na Espanha e tem sido avaliado positivamente por professores, que destacam seu potencial para engajar os alunos e promover a aprendizagem através de uma abordagem lúdica [Eguía-Gómez et al. 2012].

3. Metodologia

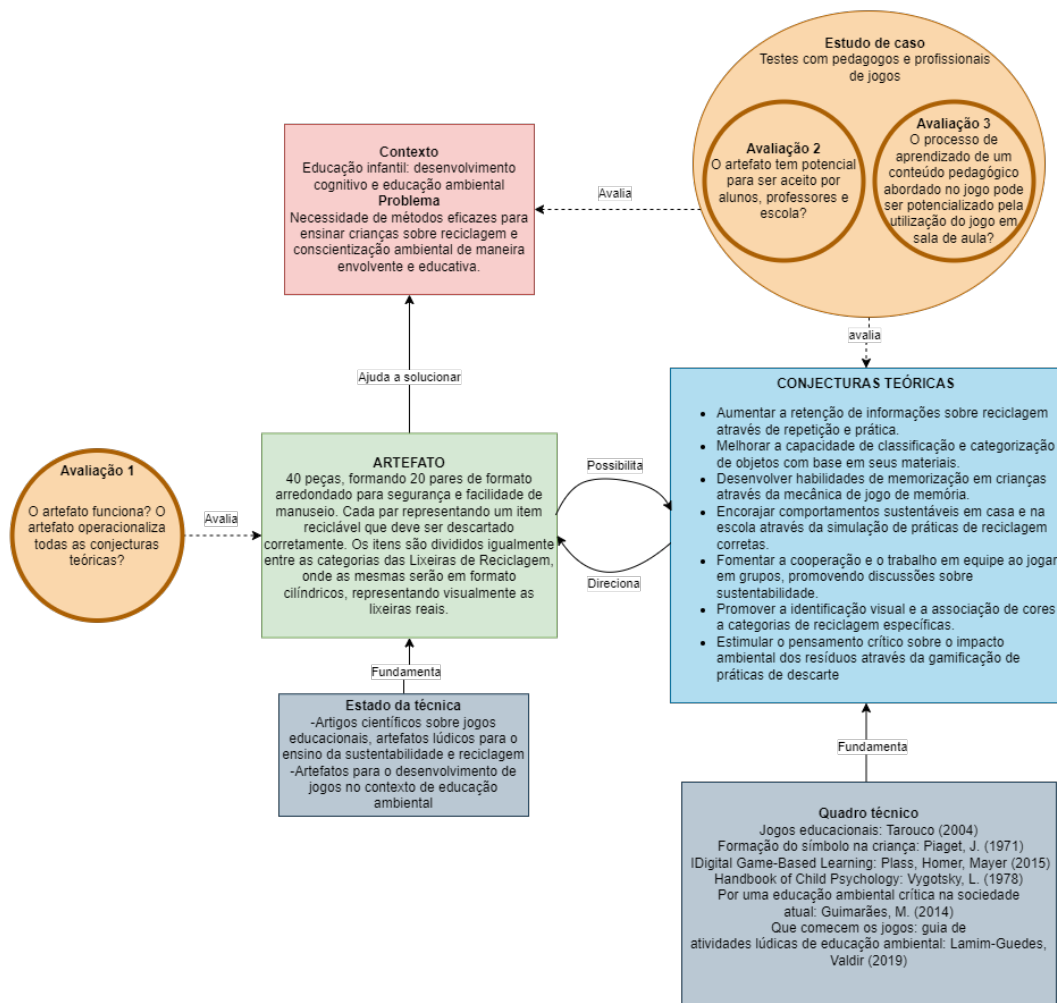


Figura 1. Modelo do projeto de pesquisa para o Mémoria verde, segundo a Design Science Research.

A metodologia empregada para o desenvolvimento do jogo "Memória Verde" segue os princípios da Design Science Research (DSR), que envolve a criação e a avaliação de artefatos projetados para resolver problemas identificados [Hevner et al. 2004]. Neste caso, o artefato em questão é um jogo educacional destinado a promover o aprendizado sobre reciclagem e materiais recicláveis entre crianças em idade escolar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) serve como um marco normativo para a construção do jogo, orientando as metas de aprendizagem e desenvolvimento. A

BNCC destaca a importância da educação ambiental e da sustentabilidade como temas transversais que devem ser integrados em diferentes áreas do conhecimento [Brasil 2017]. Portanto, o “Memória Verde” foi elaborado para alinhar-se com o seguinte objetivo de aprendizagem da BNCC: EF01CI01, que consiste em comparar características de diferentes materiais presentes em objetos de uso cotidiano, discutindo sua origem, os modos como são descartados e como podem ser usados de forma mais consciente.

3.1. Design Science Research

O método de Design Science Research (DSR) foi empregado no desenvolvimento do jogo “Memória Verde”, focando na criação e avaliação de um artefato educacional que visa ensinar conceitos de reciclagem e sustentabilidade a crianças em idade escolar [Tarouco 2004, Piaget 1971]. A Figura 1 ilustra o modelo do projeto de pesquisa para o “Memória Verde” conforme a metodologia DSR, destacando as várias etapas desde o contexto e problema até as conjecturas teóricas e avaliações do artefato.

As conjecturas teóricas por trás do design do jogo baseiam-se no aumento da retenção de informações e no estímulo ao pensamento crítico sobre o impacto ambiental das práticas de descarte [Lamim-Guedes 2019, Valdir 2019]. Essas bases teóricas são fundamentais para garantir que o jogo não apenas eduque, mas também motive as crianças a transformar conhecimento em ação.

3.1.1. Primeiro Ciclo: Validação de Artefatos de Jogo

No primeiro ciclo do processo de Design Science Research aplicado ao desenvolvimento de um jogo educativo, o foco esteve na validação dos artefatos físicos. Preocupações com a segurança das crianças levaram à escolha de modificar as peças inicialmente quadradas para um formato arredondado. Esta decisão foi baseada no feedback de três professores do ensino superior em pedagogia, que sugeriram alterações para eliminar riscos associados aos cantos pontiagudos das peças anteriores.

3.1.2. Segundo Ciclo: Análise das Artes das Peças

O segundo ciclo envolveu uma análise detalhada das artes visuais do jogo. Oito pares de imagens foram excluídos do jogo por não serem facilmente identificáveis, serem ambíguos ou estarem descontextualizados para o público infantil. Os ajustes foram validados pelos mesmos professores de ensino superior em pedagogia, assegurando que as alterações mantivessem a integridade educativa e a clareza visual necessárias.

3.1.3. Terceiro Ciclo: Aperfeiçoamento e Validação Final das Peças

Finalmente, no terceiro ciclo, as peças do jogo foram substancialmente melhoradas. Um logotipo foi adicionado à parte traseira de cada peça para reforçar a identidade visual do jogo e reforçar o símbolo da reciclagem, como mostra a Figura 2, por indicação dos pedagogos. Além disso, as representações das lixeiras foram atualizadas com letras maiores e em um campo de visão mais amplo, facilitando a identificação por parte das crianças. A validação desta fase contou com a contribuição de cinco pedagogos.



Figura 2. Logo do jogo (presente no verso das peças)

3.2. Taxonomia de Bloom

Na metodologia aplicada ao desenvolvimento do jogo “Memória Verde”, fundamenta-se na Taxonomia de Bloom para estruturar os objetivos educacionais em níveis cognitivos crescentes, desde o reconhecimento de informações até a análise e avaliação de conceitos relacionados à reciclagem e à sustentabilidade. A Taxonomia de Bloom é uma hierarquia de objetivos educacionais desenvolvida originalmente por Benjamin Bloom em 1956 [Bloom 1956]. A aplicação da Taxonomia de Bloom no desenho instrucional fundamenta-se na progressão através de níveis de complexidade cognitiva, permitindo o desenvolvimento de habilidades desde o reconhecimento até a análise e criação [Anderson e Krathwohl 2001]. Ela é frequentemente utilizada para estruturar o processo de ensino-aprendizagem, garantindo que se abranjam habilidades cognitivas de diversos níveis, do mais simples ao mais complexo [Krathwohl 2002].

Os níveis da taxonomia contemplados no desenvolvimento do jogo são:

- **Conhecimento:** O jogo visa promover a identificação e recordação de diferentes tipos de materiais recicláveis. As crianças são incentivadas a memorizar as características distintas de cada material apresentado nas peças do jogo.
- **Compreensão:** “Memória Verde” permite que as crianças compreendam e associem os artefatos do jogo com os do mundo real (que são itens do seu cotidiano) e o local correto de descarte. Este nível estimula os jogadores a expressarem compreensão dos processos de reciclagem abordados durante o jogo.
- **Aplicação:** O jogo desafia os jogadores a aplicarem seus conhecimentos sobre reciclagem, exigindo a classificação correta dos materiais recicláveis durante a jogabilidade. Esta aplicação prática visa consolidar a compreensão dos conceitos de reciclagem em um contexto lúdico.

3.3. Regras do Jogo

O jogo “Memória Verde” é projetado para ser tanto educativo quanto divertido, enfocando no ensino de práticas corretas de reciclagem através de um formato de jogo da memória. As regras são simples, mas incorporam um elemento crucial de aprendizado sobre reciclagem que desafia as crianças a pensar criticamente sobre onde os itens devem ser descartados.

1. **Preparação:** Para iniciar o jogo, todas as peças são embaralhadas e dispostas com a face para baixo em uma configuração de grade no tabuleiro.

2. **Jogada:** Os jogadores se revezam para virar duas peças por vez. O objetivo é encontrar pares de peças que representam o mesmo material reciclável.
3. **Descarte correto:** Ao formar um par, o jogador deve escolher a lixeira correta para o tipo de material reciclável encontrado. Cada tipo de material (plástico, metal, papel, etc.) possui uma lixeira específica.
4. **Erro no descarte:** Se o jogador errar a lixeira em que o item deve ser descartado, as peças devem ser colocadas de volta no tabuleiro, exatamente na posição original, com a face para baixo. Isso adiciona um elemento de memorização adicional, pois os jogadores devem lembrar não apenas onde estão os pares, mas também as lixeiras corretas.
5. **Andamento do jogo:** O jogo continua até que todas as peças sejam corretamente emparelhadas e descartadas nas lixeiras corretas.
6. **Vitória:** O vencedor é o jogador que corretamente descartar o maior número de pares na lixeira adequada.

Essas regras não apenas reforçam a memorização e habilidades cognitivas, mas também promovem a conscientização ambiental e ensinam as crianças sobre a importância de separar corretamente os recicláveis presentes no dia a dia. O jogo é recomendado para ser jogado por 2 crianças com 1 adulto conferindo o local correto de cada item em um gabarito junto ao jogo.

4. Desenvolvimento do Jogo

4.1. Tétrade Elementar

A base para a concepção do jogo “Memória Verde” foi a Tétrade Elementar [Schell 2008], que define quatro elementos essenciais na concepção de jogos: A mecânica, que estabelece os procedimentos e regras do jogo; A narrativa, que apresenta a história por trás do jogo; A estética, que explora a aparência do jogo com o objetivo de atrair e manter a atenção dos jogadores; A tecnologia, que especifica o meio físico ou digital pelo qual o jogo será acessado e jogado.

Tendo em mente esses elementos, as principais características do “Memória Verde” são:

- A mecânica do jogo se baseia em padrões clássicos encontrados no jogo da memória, que foram reimaginados de forma a auxiliar o aprendizado das crianças de forma mais lúdica e intuitiva.
- A narrativa é competitiva e interpretativa, empregando objetos integrantes do contexto cotidiano das crianças como parte integrante das estratégias pedagógicas, com foco principal em entender o material dos objetos representados nas peças do jogo.
- O design do jogo encoraja os jogadores a compreender a ligação entre as peças com o objetivo de descartá-las corretamente, transformando a jogabilidade em um processo instrutivo.

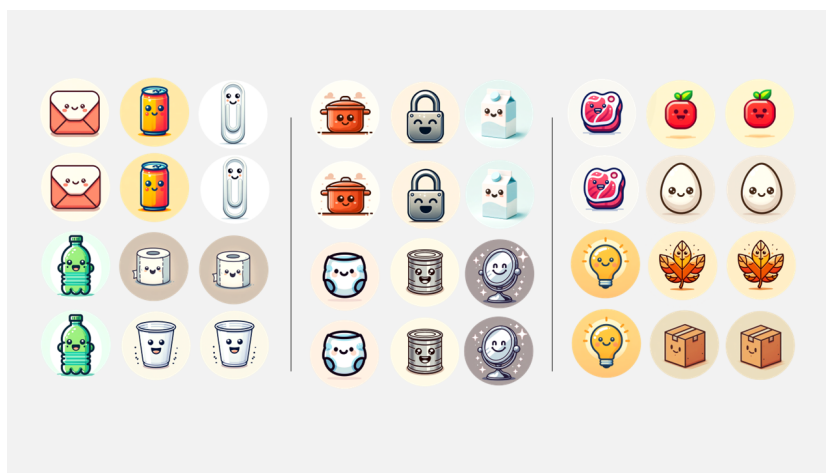
5. Concepção das peças

As peças do jogo “Memória Verde” foram projetadas visando não apenas o engajamento educativo, mas também a segurança das crianças que irão manipulá-las por conta da idade

Tabela 1. Tétrade Elementar do Memória Verde

| Elemento | Descrição |
|-----------------|--|
| Mecânica | A mecânica do jogo incorpora o clássico jogo da memória, exigindo dos jogadores que encontrem 2 peças idênticas com o objetivo de formar pares. Após encontrar os pares, o jogador deverá selecionar o lixo correspondente ao material do objeto representado na peça. |
| Narrativa | A narrativa é incorporada através da motivação para reciclar corretamente, encorajando as crianças a fazerem parte de uma comunidade que valoriza práticas sustentáveis. |
| Estética | A estética do jogo é projetada para ser visualmente agradável e instigante para as crianças, com cores e formas cartunescas, de forma a serem similares aos programas televisivos assistidos por crianças dessa idade. |
| Tecnologia | O jogo é analógico, fazendo uso de cartas físicas e cestos que podem ser manipulados pelas crianças, favorecendo a interação tátil e visual. |

do público alvo. Cada peça possui bordas arredondadas para garantir que não haja riscos de cortes ou arranhões durante o jogo, uma consideração vital dado o público-alvo. Este design arredondado segue as melhores práticas de segurança de produtos infantis e ajuda a prevenir acidentes enquanto as crianças aprendem e se divertem.

**Figura 3. Peças desenvolvidas para o Memória Verde.**

6. Debriefing

Existem diversas maneiras de estruturar o uso do jogo "Memória Verde" para maximizar seu impacto educacional, dependendo do ambiente e do público-alvo. Embora o jogo ainda não tenha sido testado, algumas sugestões podem ser feitas para facilitar uma aplicação eficaz em sala de aula ou em outros contextos educativos:

1. **Formação de Equipes:** Considere diferentes formas de formar equipes. Partidas individuais podem fomentar uma competição saudável e um senso de realização pessoal. Partidas em duplas ou pequenos grupos podem promover cooperação, discussão e aprendizado conjunto, permitindo que os jogadores compartilhem conhecimento e estratégias sobre a reciclagem e o descarte correto de materiais.
2. **Identificação de Erros e Acertos:** Durante e após as partidas, incentive os alunos a discutirem suas escolhas de descarte, explicando por que escolheram determinadas lixeiras para certos materiais. Isso pode ser feito através de debates em grupo onde os alunos que acertaram a maioria das escolhas compartilham suas estratégias e conhecimentos. Da mesma forma, alunos que cometeram erros podem refletir sobre as razões desses erros e aprender com os colegas.
3. **Discussão sobre a Variabilidade dos Materiais:** É importante destacar que o jogo "Memória Verde" utiliza representações específicas de materiais recicláveis, mas na prática, há variabilidade nas características dos materiais e nos processos de reciclagem. Incentive os alunos a pesquisar e discutir diferentes tipos de materiais recicláveis e as possíveis variações nas práticas de reciclagem em diferentes locais e contextos.
4. **Avaliação do Discurso dos Jogadores:** Observe se, ao falar sobre os materiais e processos de reciclagem, os alunos demonstram uma compreensão clara e articulada dos conceitos. Esse tipo de avaliação pode indicar se o jogo está cumprindo seu objetivo de educar de forma lúdica e eficaz. Encoraje os alunos a utilizarem termos técnicos e precisos, e a conectarem o aprendizado do jogo com o mundo real.
5. **Feedback e Melhoria Contínua:** Após as sessões de jogo, colete feedback dos alunos sobre sua experiência e o que aprenderam. Use esse feedback para ajustar as regras do jogo, introduzir novos materiais ou desafios, e para melhorar a eficácia educativa do "Memória Verde". Considere também a possibilidade de testes formais futuros para avaliar de maneira mais sistemática os impactos do jogo no aprendizado sobre reciclagem e sustentabilidade.

Ao implementar essas estratégias, o jogo "Memória Verde" pode se tornar uma ferramenta poderosa para a educação ambiental, incentivando práticas de reciclagem e uma maior consciência sobre a sustentabilidade entre os jovens alunos.

Para garantir que o jogo alcance seus objetivos educacionais, é recomendado jogar com alunos em ambiente adequado, que segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [Brasil 2017], o ambiente adequado ao aprendizado deve ser inclusivo, estimulante e acolhedor, promovendo o desenvolvimento integral do aluno. A BNCC enfatiza a importância de ambientes que favoreçam a curiosidade, a investigação, a experimentação e a interação social. Esses ambientes devem ser seguros e proporcionar condições para que os alunos se sintam respeitados e valorizados, estimulando o desenvolvimento de competências cognitivas, emocionais, sociais e éticas. Assim as informações poderão se transformar em conhecimento e também permitirá observar como as crianças interagem com o jogo, quais são suas dificuldades e quais conhecimentos elas conseguem adquirir e aplicar. Observando diretamente as interações das crianças com o jogo, será possível ajustar e aprimorar as mecânicas para melhor atender às necessidades educativas.

Além disso, é importante alinhar os resultados das avaliações com os objetivos

estabelecidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Isso inclui verificar se as crianças estão comparando características de diferentes materiais presentes em objetos de uso cotidiano, discutindo sua origem, os modos como são descartados e como podem ser usados de forma mais consciente [Brasil 2017]. Com essas validações, o "Memória Verde" poderá se tornar uma ferramenta pedagógica eficaz para promover a educação ambiental e a sustentabilidade.

7. Conclusão



Figura 4. Artefatos do Memória Verde.

A implementação do jogo de memória visual, detalhado na Figura 4, configurou-se ser uma estratégia eficaz na educação ambiental das crianças. Os baldes coloridos e os discos ilustrados, categorizados por tipo de material reciclável — Metal, Papel, Vidro, Plástico, Não Reciclável e Orgânico —, facilitam o aprendizado e a retenção de informações sobre reciclagem.

Baseado em princípios robustos como a Design Science Research e a Taxonomia de Bloom, o jogo combina elementos lúdicos com objetivos educacionais claros, promovendo tanto o engajamento quanto a retenção de conhecimento.

Ao aplicar mecânicas familiares do clássico jogo da memória em um contexto educativo, o "Memória Verde" facilita a aprendizagem sobre materiais recicláveis e práticas de descarte correto de forma intuitiva e divertida. As interações dentro do jogo incentivam as crianças a pensar criticamente sobre a origem e o destino dos materiais, reforçando a importância da reciclagem e da sustentabilidade.

A criação das peças do jogo com design seguro e atrativo visualmente, aliado à integração de uma narrativa que motiva práticas sustentáveis, contribui para uma experiência de aprendizado rica e envolvente. A estrutura do jogo permite que ele seja facilmente adaptado a diferentes contextos educativos, potencializando seu impacto.

Futuras pesquisas e testes são necessários para avaliar sistematicamente a eficácia do "Memória Verde" no aprendizado e mudança de comportamento das crianças em relação à reciclagem. No entanto, as bases teóricas e metodológicas estabelecidas

neste trabalho oferecem um caminho promissor para o uso de jogos analógicos como ferramentas educacionais no ensino de práticas ambientais sustentáveis.

Referências

- Anderson, L. W. e Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Addison Wesley Longman, New York.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives*. Longmans, Green, New York.
- Brasil (2017). Base nacional comum curricular. Ministério da Educação; Acessado em 24-04-2024.
- de Sousa Pires et al. (2019). Orangotango: um jogo digital para o ensino de matemática e educação ambiental. *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, pages 312–328.
- de Souza et al. (2015). Goletando: Desenvolvimento de um jogo para o ensino-aprendizagem no campo da educação ambiental. *Proceedings of SBGames*, pages 962–970.
- Eguía-Gómez, J. L., Contreras-Espinosa, R. S., Solano-Albajes, L., e Hildebrand, H. R. (2012). Usando um jogo digital na sala de aula do ensino fundamental: Visão dos professores. *Proceedings of SBGames*, pages 159–163.
- Gomes e Wanderley (2011). Uruburbanos: Um jogo educativo para a promoção da educação ambiental. *Proceedings of SBGames*, pages 1–10.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., e Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1):75–105.
- Krathwohl, D. R. (2002). *A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview*, volume 41.
- Lamim-Guedes, V. (2019). Atividades lúdicas de educação ambiental.
- Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1):1–12.
- Piaget, J. (1971). *A formação do símbolo na criança*. Zahar, Rio de Janeiro.
- Pires, F. G., Ferreira, R., Silva, M. G., Batista, J., Franzoia, F., e de Freitas, R. (2018). Ecologic: um jogo de estratégia para o desenvolvimento do pensamento computacional e da consciência ambiental. *Anais dos Workshops do VII Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, pages 629–636.
- Schell, J. (2008). *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Tarouco, L. (2004). Jogos educacionais. *Ciência Moderna*.
- Valdir (2019). *Que comece o jogo: guia de atividades lúdicas de educação ambiental*. Editora Eco.