

DESIGN DE JOGOS PARA EDUCAÇÃO: um estudo sobre os gêneros de jogos para educação ambiental

GAME DESIGN FOR EDUCATION: a study on the types of games for environmental education

ARAÚJO, Maíza Luíza Silva; Mestranda; Universidade Federal do Maranhão - UFMA

maiza.araujo@discente.ufma.br

CAMPOS, Livia Flávia de Albuquerque; Dra.; Universidade Federal do Maranhão - UFMA

livia.albuquerque@ufma.br

FERNANDES, Fabiane Rodrigues; Dra.; Universidade Federal do Maranhão - UFMA

fabiane.fernandes@ufma.br

Resumo

O uso de jogos digitais como ferramenta pedagógica tem ganhado destaque no cenário educacional e na área de educação ambiental. Este artigo explora os diferentes gêneros de jogos digitais aplicados ao ensino de conceitos ambientais. A pesquisa investiga como os jogos são desenvolvidos para auxiliar no aprendizado dos alunos, proporcionando uma experiência educativa e interativa. Para tanto, cada jogo foi analisado com base no gênero, na mecânica, seus objetivos pedagógicos, discutindo os possíveis impactos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos. Os resultados indicam que os jogos do gênero de simulação e ação, podem ser eficazes na promoção da consciência ambiental e na motivação dos alunos, devido à sua capacidade de proporcionar experiências imersivas e contextos mais realistas. Este artigo contribui para a literatura existente ao fornecer uma visão das tipologias dos gêneros de jogos educativos e suas aplicações na educação ambiental, oferecendo caminhos para futuros desenvolvimentos na área.

Palavras Chave: Jogos digitais, Design de jogos, Educação Ambiental

Abstract

The use of digital games as a pedagogical tool has gained prominence in the educational field and in environmental education. This article explores the different genres of digital games applied to teaching environmental concepts. The research investigates how these games are developed to assist in student learning by providing an educational and interactive experience. To this end, each game was analyzed based on its genre, mechanics, and pedagogical objectives, discussing its impact on the teaching-learning process of the content. The results indicate that simulation and action games can be effective in promoting environmental awareness and motivating students due to their ability to provide immersive experiences and more realistic contexts. This article contributes to the existing literature by offering insights into the types of educational game genres and their applications in environmental education, providing pathways for future developments in the field.

Keywords: Digital games, Game design, Environmental education

1 Introdução

A degradação ambiental é um problema global que inclui questões como mudança climática, perda de natureza e biodiversidade, e o aumento descontrolado do lixo (ONU, 2022). Neste contexto, a Educação Ambiental (EA) emerge como um processo que reconhece os valores na interação entre seres humanos, cultura e ambiente biofísico. Seu objetivo principal é aumentar a compreensão das pessoas e da sociedade sobre a complexidade dos ambientes naturais e humanos. Através da EA, as pessoas podem adquirir novos conhecimentos, valores, comportamentos e habilidades, capacitando-as a participar de forma responsável e eficaz na conservação ambiental e na solução de problemas ambientais (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, 1997).

Segundo Monte e Reis (2021), é essencial que os seres humanos não esgotem todos os recursos naturais, pois as gerações futuras também irão precisar deles para manter a vida. Além disso, Cardoso (2012) afirma que o acúmulo de resíduos é um desafio crescente que a sociedade enfrenta. É fundamental desenvolver projetos e soluções que incentivem as pessoas a refletirem sobre suas práticas e seus impactos ambientais (Oliveira, 2006).

Por isso, é crucial o desenvolvimento de estratégias para promover a Educação Ambiental, o que inclui a produção e distribuição de materiais educativos. O design desempenha um papel fundamental nesse processo, pois é multifacetado e interdisciplinar, sendo um aliado na criação de diversos recursos didáticos como livros, interfaces interativas, ebooks, kits educativos, vídeos instrutivos e jogos educacionais.

Os jogos educativos podem ser integrados ao ensino para promover o conhecimento, facilitar a aprendizagem, melhorar o desempenho e desenvolver habilidades cognitivas. Segundo Leite e Mendonça (2013), os jogos digitais se destacam como ferramentas interativas porque desafiam e envolvem os jogadores. Por isso, eles podem ser usados como recursos educacionais. Os jogos tornam os conteúdos mais acessíveis e compreensíveis ao conectar assuntos acadêmicos com a experiência envolvente do jogo, enriquecendo a experiência educativa dos alunos.

Prensky (2012) corrobora com os autores, Leite e Mendonça (2013), ao relatar uma lista com diversos motivos pelos quais os jogos digitais se tornaram uma ferramenta educacional eficaz e conseguem reter a atenção dos seus jogadores: 1. Os jogos são divertidos e proporcionam prazer e satisfação; 2. São uma forma de brincar e isso proporciona o envolvimento efetivo do jogador; 3. Possuem regras e estrutura; 4. Possuem metas, o que motiva os jogadores; 5. São interativos e induzem a ação; 6. Tem resultados e *feedbacks*, ajudando assim no aprendizado; 7. Tem recompensas e vitórias; 8. Tem conflitos, competições, combates, debates e oposição, gerando assim emoção e adrenalina; 9. Tem resolução de problemas e desafios; 10. Tem interação entre diversos grupos sociais e 11. Tem enredos e representações, dando assim, sentido ao jogo.

Diante disso, este artigo visa investigar como diferentes tipos de jogos digitais contribuem para a educação ambiental, explorando os gêneros de jogos utilizados para promover a educação ambiental. Além disso, o estudo busca também categorizar e analisar diferentes gêneros de jogos educacionais, descrevendo seu potencial impacto na aprendizagem dos alunos. Este estudo faz parte de uma pesquisa maior, intitulada como **“Educação ambiental de crianças e jovens através do game based learning (gbl): contribuições do design e da ergonomia”**, que tem como objetivo estabelecer diretrizes de design e ergonomia cognitiva para jogos educacionais que promovam a Educação Ambiental (EA) de crianças e jovens através do Game Based Learning em São Luís - MA.

Para organização do conteúdo do artigo, ele foi sequenciado da seguinte forma: na seção 2 foram abordados os conceitos de design de jogos e jogos, bem como seus gêneros e subgêneros. No tópico 3 foram descritos os jogos encontrados na literatura voltados para educação ambiental. Em seguida tem as seções de métodos e técnicas, resultados e conclusão.

2 Design de Jogos

Tekinbas e Zimmerman (2003) afirmam que para entender o que é design de jogos é preciso compreender os diferentes conceitos empregados à palavra design e ao termo jogo. O autor explica que design é um conceito com vários significados e estes mudam de acordo com a forma onde são aplicados, podendo ser tido como uma ideia/criação, um conhecimento, uma prática reflexiva, um processo/metodologia, um produto, um estilo de ser, uma profissão, entre outros.

Diante desse contexto, uma maneira de entender melhor o conceito de design é por meio de suas áreas de atuações, que são o design gráfico, o design de produto, de moda, de interiores, mobiliário, serviços, interface do usuário (UI), experiência do usuário (UX), web e games. E mesmo com a variedade de significados em torno do termo design, chega-se ao consenso que as pessoas são o cerne de todo o trabalho do designer, e os desenvolvedores de games partem desse consenso (Tekinbas; Zimmerman, 2004).

O conceito de design de jogos se fundamenta em quatro pontos principais. Primeiramente, a criação de um jogo pode originar-se de um indivíduo, de uma equipe de designers, da cultura popular ou da cultura de fãs. Em seguida, o contexto do jogo engloba espaços, objetos, narrativas e comportamentos. Os jogadores constituem o terceiro ponto, uma vez que são eles que exploram, habitam e manipulam o jogo. Por fim, há a atribuição de significado e da experiência aos participantes. Assim, o design assume a responsabilidade pelo desenvolvimento de um contexto significativo que envolve o jogador ao longo do jogo. O design de jogos proporciona “uma experiência cuidadosamente elaborada guiada por regras, que tornam certas formas de interação explicitamente significativas”, assim, a experiência do jogador (Tekinbas; Zimmerman, 2004).

Corroborado com os autores supracitados, Rogers (2012), destaca que o papel do designer de jogos permanece consistente no desenvolvimento de ideias e regras que direcionam o jogo. Portanto, o designer precisa possuir diversas habilidades essenciais, como a capacidade de discernir a qualidade de um jogo, torná-lo divertido, criar uma narrativa envolvente e desenvolver personagens com os quais os jogadores possam se identificar.

2.1 Jogos e seus gêneros e subgêneros

Segundo Rogers (2012), um jogo é uma atividade simples que envolve um jogador, regras definidas, uma condição de vitória e um objetivo claro. Os jogos são categorizados de acordo com seu estilo de jogabilidade, divididos em gêneros e subgêneros que evoluem à medida que novas tecnologias surgem. O autor mencionado classifica os jogos em diversos gêneros, como ação, shooter, adventure, construção e gerenciamento, simulação de vida, música e ritmo, festa, quebra-cabeças, esportes, estratégia, simulação de veículos, jogos adultos, jogos sérios, entre outros. Além disso, cada gênero possui subgêneros com características próprias conforme apresenta Rogers (2012):

- a) Os jogos do **gênero de ação** constituem os games que necessitam de coordenação das mãos e olhos. Seus subgêneros são:
 - Aventura de ação: esses jogos combinam aventura e ação, dando ênfase na coleção de itens e sua utilidade, na resolução de problemas ou quebra-cabeças e tem objetivos baseados em longas histórias.

- Ação Arcade: são os jogos que se assemelham com o estilo dos primeiros jogos arcade, dão ênfase no gameplay de reflexos, na pontuação e possuem uma curta duração de jogo.
 - Plataforma: são os jogos que apresentam personagens que pulam, balançam, quicam, lutam e atiram por ambientes diferentes e desafiadores. Exemplo desse subgênero é o Super Mario World
 - Ação furtiva: são os jogos que o objetivo é evitar/fugir dos inimigos ao redor.
 - Luta: são os jogos de combate entre dois ou mais oponentes.
 - Jogos de briga de rua e jogos de ação e corte (Beat´ em up/ hack´n´slash): são os jogos onde os jogadores batalham contra um exército inimigo e à medida que o combate evolui a dificuldade aumenta.
- b) Jogos do **gênero de tiro (shooter)**, englobam os games de tiros e tem como principal objetivo usar projéteis para atirar nos inimigos. Seus subgêneros são:
- Jogos de tiros em primeira pessoa (First person shooter): são os jogos em que o jogador possui uma perspectiva oriunda de um único ângulo da câmera, por isso, tem uma visão mais limitada e direcionada durante a partida.
 - Jogos de tiro/tiroteios (Shoot´em ups): são os jogos de tiros com o estilo arcade, onde os jogadores atiram por meio de veículos e não por um personagem em si contra um exército inimigo. Eles também possuem um campo de visão formado por diferentes ângulos.
 - Jogo de tiro em terceira pessoa (Third person shooter - TPS): também são jogos de tiros, porém possuem um campo de visão maior, possibilitando assim, uma visão parcial ou total dos personagens e do cenário do jogo.
- c) Jogos do **gênero de aventura**, pertencem a esse grupo os jogos com estilo de quebra-cabeças, o de coleta de itens e gerenciamento de inventário. São subdivididos em:
- Aventura gráfica: são jogos que estimulam os jogadores a usarem o mouse/cursor para clicar, revelar e navegar pelo ambiente do *game* atrás de pistas.
 - Jogos de RPG (Role-playing game): são os jogos que dão liberdade para os jogadores escolherem e interpretarem seus personagens, suas habilidades de combate e exploram a busca por recompensas.
 - Jogos de MMORPG (Massively multiplayer online role-playing game): são os jogos com gameplay de combates jogador *versus* jogador ou de batalhas em grupos. Eles permitem aos jogadores jogarem em conjunto em um ambiente.
 - Sobrevivência/terror: são os jogos onde o objetivo dos jogadores é sobreviver em um ambiente de terror com recursos limitados.
- d) Jogos do **gênero de construção/gerenciamento**, são os games em que no desenrolar do storytelling os jogadores são desafiados a admirar e a construir com poucos recursos uma locação.
- e) Jogos do **gênero de simulação de vida**, são os que buscam simular a realidade, porém dentro de um ambiente virtual. Eles são projetados com o objetivo de permitir ao jogador a

experiência de interação e controle por meio dos seus personagens/avatars a viverem e se relacionarem através de uma vida artificial.

- f) Jogos do **gênero de simulação de bichos de estimação**, eles simulam a criação e cuidado com os animais. Neles os jogadores adotam um bicho de estimação e são os responsáveis pela alimentação e todos os seus cuidados básicos.
- g) Jogos do **gênero musical/ritmo**, neles os jogadores são desafiados a acertar o ritmo ou a batida de uma música ou a dançarem seguindo os passos propostos, assim, a cada acerto, acumulam pontos.
- h) Jogos do **gênero de festa**, são *games* competitivos ou cooperativos onde vários jogadores jogam e o seu *gameplay* funciona como minigames.
- i) Jogos de **quebra-cabeça**, fazem uso da lógica, atenção e tem como objetivo principal completar os padrões, encaixando as peças uma na outra.
- j) Jogos de **esportes**, são os *games* de competições atléticas, sendo dividido em:
 - Gerenciamento de esporte: os jogadores passam a ser membros da comissão técnica e gerenciam os atletas ou clubes.
- k) Os jogos do **gênero de estratégia** constituem os *games* que focam no pensamento e planejamento estratégico para obter a vitória. Pode ser subdividido em:
 - Jogos de estratégia em tempo real (Real time strategy - RTS): são jogos de ritmo acelerado e que focam em expansão, exploração, extração e extermínio.
 - Baseado em turnos: são jogos que dão tempo para os jogadores pensarem e construir a estratégia que será usada para vencer
 - Defesa de torre: neles os jogadores constroem torres atiradoras para manter os inimigos longe.
- l) Jogos de **simulação de veículos**, simulam a direção de veículos ou aeronaves, neles os jogadores experimentam a realidade da pilotagem.
 - Corrida: neles os jogadores correm com veículos, motos ou hovercrafts e podem vivenciar corridas ultrarrealistas e cheias de ação.
 - Voo: neles os jogadores pilotam aeronaves tanto como hobby quanto em combates, voando no ar ou no espaço sideral.

3 Jogos para educação ambiental

“Se a educação é fundamental para o desenvolvimento global, a comunicação é essencial nesse processo” (Oliveira; Ghisleni, 2020, p. 279). Pressupõe-se que os princípios educacionais refletem a sociedade que se deseja construir. Jogos podem ser inseridos no contexto do ensino na forma de ferramentas de promoção do conhecimento, favorecimento da aprendizagem lúdica, desenvolvimento de habilidades cognitivas e, também, como recurso motivacional. Por isso, sua utilização vem crescendo dentro do cenário educacional, seja para ensinar os conceitos básicos da matemática como para propagar a educação ambiental através da exploração e conhecimento dos aspectos ambientais e suas implicações.

Os jogos voltados para o contexto da educação ambiental visam mostrar como ações simples e que são consideradas até mesmo nocivas podem influenciar no aumento ou diminuição da poluição, no acúmulo incorreto do lixo ou no seu descarte certo, na reutilização de materiais

recicláveis e no próprio desenvolvimento da consciência ecológica.

Madruga (2018), na sua pesquisa **“A Educação Ambiental e suas estratégias de governo no jogo eletrônico Minecraft”**, analisou como o storytelling desenvolvido no *game* do Minecraft abordava a educação ambiental, quais as formas de gerenciamento da vida e quais lições produzem o sujeito ecologicamente correto. Para a autora, o *game* faz uso de um discurso pedagógico ambiental, pois emprega conceitos do *humano legal e da natureza para/pelo homem* e isso impulsiona o jogador a refletir sobre sua conduta e a modificá-la no decorrer do jogo, a essas ações corretas se nomeiam de ações verdes. Ainda segundo Madruga (2018), o Minecraft é tido como um jogo bastante aclamado e conhecido, ele encanta crianças e jovens, pois:

possibilita ao jogador explorar o ambiente virtual de forma livre para construir e reconstruir um mundo usando apenas blocos (cubos). Os personagens exploram um mundo composto de diversos materiais e recursos naturais, como água, árvores, níquel, ferro, pedra, animais, entre outros. Todavia, tais recursos não são inesgotáveis, ou seja, se não houver um gerenciamento adequado os recursos acabam (Madruga, 2018, p. 26).

O jogo Minecraft possui quatro versões e cada uma delas possui uma classificação: I. Minecraft é um sandbox de sobrevivência e aventura, II. Minecraft Dungeons é do gênero RPG de ação e exploração de masmorras, III. Minecraft Legends é um RPG de ação e estratégia, IV. Minecraft Education é do gênero educativo, sandbox de sobrevivência e aventura. O jogo mostra-se um recurso pedagógico produtivo para educação em geral e para educação ambiental, pois pode ser usado para análises do modo como os sujeitos gerenciadores gerem os recursos naturais, na promoção da educação preservacionista, na criação e cuidado com hortas, na condução de uma conduta em prol do meio ambiente e na retenção da atenção e memória dos jogadores. Além disso, Madruga (2018) destaca também que o discurso pedagógico ambiental empregado no jogo ensina o jogador ao modo como deve se conduzir, agir, viver e refletir sobre os recursos ambientais.

01 Figura. Jogo desenvolvido pela Minecraft em parceria com a UNESCO para escolas mais verdes para promover a aprendizagem de sustentabilidade em todo o mundo.

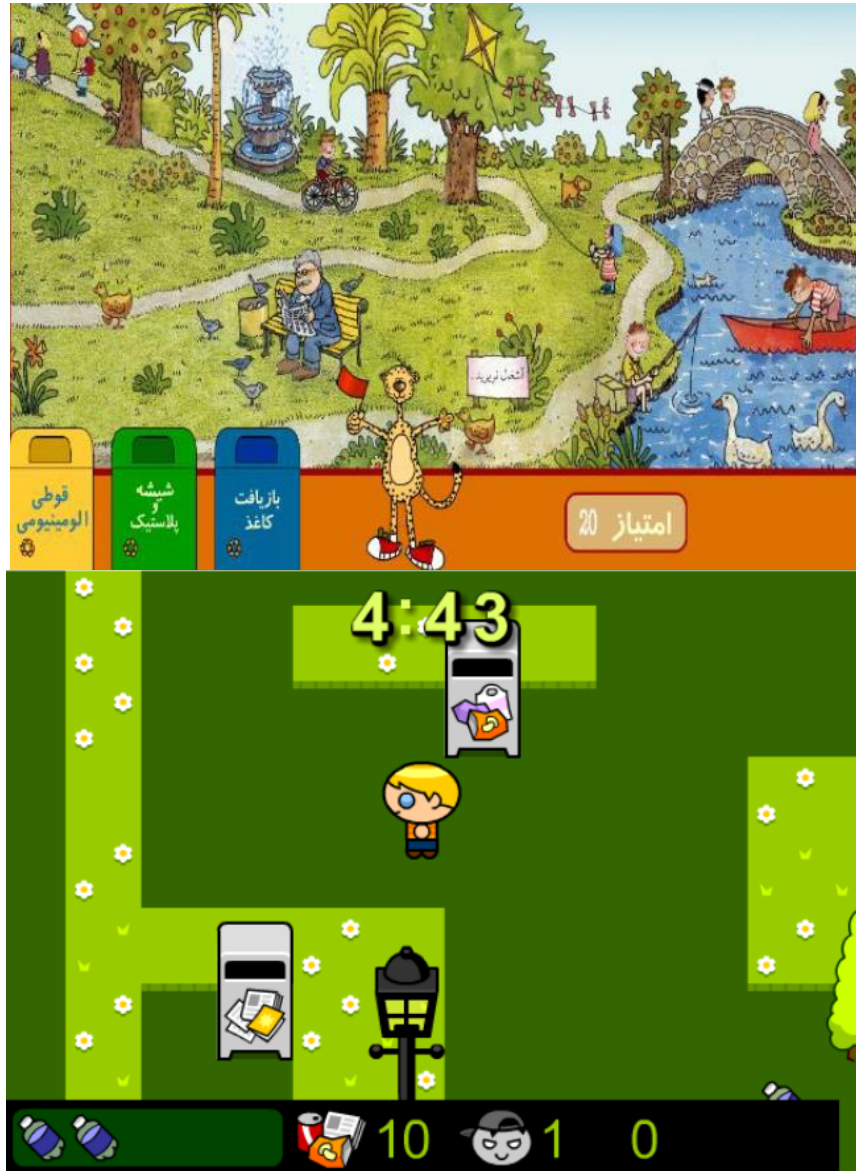


Fonte: Minecraft Education. Disponível: <https://education.minecraft.net/en-us/blog/unesco-greening-schools>

Mostowfia *et al* (2016), no seu trabalho **“Designing playful learning by using Educational Board Game for children in the age range of 7-12: (a case study: recycling and waste separation Education Board Game)”**, avaliaram dois jogos digitais voltados para reciclagem, os jogos Matching

Game e o Clean Town (figura 02), por meio do método de Fun Toolkit, que é um método de pesquisa que formulado para obter a opinião das crianças sobre tecnologia e tornar a coleta de dados dos pequeninos mais divertido, rápido e coerente. Ele é composto por quatro ferramentas: um Smileyometer, um Funometer, uma Again-Again table (Tabela de "De Novo-De Novo") e um Fun Sorter (Classificador de Diversão).

02 Figura. Jogos Matching Game e o Clean Town, respectivamente, avaliados por Mostowfia *et al* (2016).

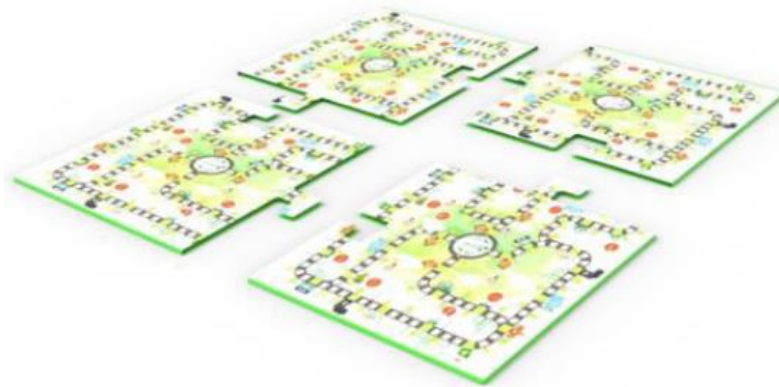


Fonte: Mostowfia *et al* (2016).

O objetivo da aplicação do Fun Toolkit era a coleta das preferências das crianças sobre esses dois jogos digitais e posteriormente usar esses dados para desenvolver um jogo de tabuleiro que ensinasse sobre reciclagem. Os autores relataram que no jogo Matching Game, os pontos principais foram: a. Encontrar os lixos e b. Colocar cada lixo na lixeira reciclável correspondente, pois o game consistia na mecânica de localizar os lixos e depositar os mesmos na sua devida lixeira. Enquanto no jogo Clean Town, os aspectos encontrados foram: a. Incentiva os jogadores a encontrarem o lixo, b. Local do jogo é uma cidade, c. Regras simples e d. O jogador deve mover o personagem do jogo.

Com esses dados, Mostowfia *et al* (2016) desenvolveram o design de um novo tabuleiro de jogo para crianças de 8 a 12 anos de idade, que consistia em quebra-cabeça e o objetivo era ensinar reciclagem e a percepção de valor do lixo. A proposta final do tabuleiro é mostrada na figura 03 e nele é possível ver que o design final englobou os dados coletados durante o grupo focal, a entrevista, avaliação de jogo de computador, considerando assim, a opinião das crianças.

03 Figura. Jogo de tabuleiro desenvolvido por Mostowfia *et al* (2016).



Fonte: Mostowfia *et al* (2016).

O mecanismo do jogo se dá por quatro jogadores que tem como objetivo final a montagem do quebra-cabeça, quem terminar de montar primeiro, vence, e finaliza a jogada. O início da partida é dado pela rolagem do dado e no número que ele parar vai corresponder a peça do tabuleiro, e assim o jogador da vez tem a chance usar seus cartões de propriedade para comprar cartas de lixo, quanto mais cartas de lixo o jogador tiver mais ele acumula pontos de vitória. Os jogadores também podem usar os recursos de negociação para ganhar mais dinheiro ao responder corretamente às perguntas. Uma maneira mais rápida de ser o ganhador é entregando as cartas de lixos nos locais de fabricação e em troca receber partes do quebra-cabeça.

04 Figura. Peças do Jogo de tabuleiro desenvolvido por Mostowfia *et al* (2016).



Fonte: Mostowfia *et al* (2016).

Por fim, os autores concluem que o jogo de tabuleiro é educativo e aumentou os resultados de conhecimento e a autoeficácia das crianças, visto que não foi preciso a ajuda dos professores ou de outras pessoas para direcionarem o jogo. A diversão foi outro aspecto percebido pelos pesquisadores e este ponto pode ter influenciado na durabilidade da partida do jogo, permitindo assim, tempo suficiente para que o material e o conteúdo do tabuleiro influenciassem as mudanças dos jogadores.

Wang *et al.* (2023), no seu trabalho **Effects of a two-tier test strategy on students' digital game-based learning performances and flow experience in environmental education**, projetaram um jogo digital de RPG Maker MV e investigaram como a *Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais com Teste em Dois Níveis* (DGBL-TTT) afeta o desempenho acadêmico dos alunos. Os autores também compararam o modelo de aprendizagem DGBL-TTT ao modelo de *aprendizagem baseada em jogos digitais convencional* (CDGBL) com o intuito de analisar tanto a experiência do fluxo dos estudantes como a carga cognitiva no processo de ensino. O objetivo principal desta investigação era contribuir no ensino-aprendizado da separação de resíduos, diagnosticando equívocos sobre o assunto, fornecendo feedbacks apropriados e materiais de aprendizagem.

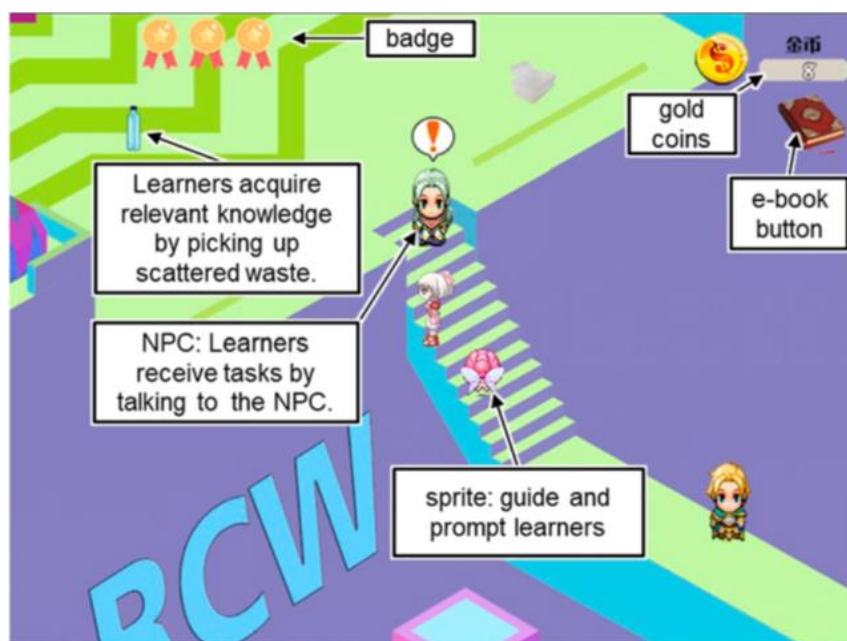
Os autores supracitados, relatam que no sistema de Teste em Dois Níveis (Two-Tier Tests, TTT), os aprendizes/jogadores podem aprender enquanto completam as tarefas do jogo. O teste TTT foi proposto por Treagust (1988) e se formula em duas etapas, ele é um questionário com duas ou quatro alternativas que na primeira etapa avalia o conhecimento do aluno e na segunda investiga a compreensão do conhecimento do aluno. Para o desenvolvimento do jogo digital proposto por

Wang *et al.* (2023), o teste em dois níveis foi construído do seguinte modo:

- o conteúdo tinha foco na classificação de resíduos domésticos na província de Zhejiang;
- possuía oito perguntas básicas para cada tipo de resíduos (recicláveis, perecíveis, perigosos e outros resíduos);
- para o jogo digital convencional foram elaboradas 32 perguntas diagnósticas;
- para o jogo digital com teste em dois níveis foram elaboradas 64 perguntas;
- o banco de dados do jogo era composto pelo storytelling, cenários, personagens/avatars e recompensas;
- o banco de dados do jogador era usado para guardar as suas informações pessoais e gerar os dados do sistema;
- o banco de dados de materiais de aprendizagem tinha vídeos educativos, cartões de conhecimento, e-books.

O jogo é composto pelo aprendiz que assume o papel de um guerreiro e tem como objetivo principal proteger o planeta poluído por resíduos de Agura, e de um sprite, Kuta, que serve como guia e o orienta. Seu cenário é formado por cinco cidades: 1. Cidade de Resíduos Recicláveis, 2. Cidade de Resíduos Perecíveis, 3. Cidade de Resíduos Perigosos, 4. Cidade de Outros Resíduos e a Cidade de Classificação de Lixo. E em cada cidade o jogador/aprendiz é impulsionado a realizar várias tarefas para adquirir conhecimento sobre a separação de resíduos, tipos, como descartar e a importância de separá-lo por meio dos cartões de conhecimento. Depois, o aprendiz precisa completar as tarefas de limpeza daquela cidade através da exploração e por fim, realizar os testes. Essa dinâmica se repete nas cidades nas quatro primeiras, e para desbloquear a cidade Classificação de Lixo, o jogador precisa passar nos testes e com os conteúdos aprendidos poderá resolver problemas maiores desenhados para essa fase. Na figura 05 ilustra o jogo desenvolvido.

05 Figura. Cenário da cidade Resíduos Recicláveis RCW do Jogo de RPG Maker MV desenvolvido pelos autores Wang *et al.* (2023)



Fonte: Wang *et al.* (2023).

O jogo também inclui um e-book, que é utilizado para registrar as formas de conhecimento encontradas pelo aprendiz, tais como: vídeos, imagens e texto, possibilitando assim, que revise o

conteúdo a qualquer momento, como visto na figura abaixo, onde ele é dividido pelos tópicos de reciclagem, papel, metal, vidro, plástico, aparelhos eletrônicos, fabricados e material de escritório.

06 Figura. Interface do e-book desenvolvido para o jogo de RPG dos autores Wang *et al*



Fonte: Wang *et al.* (2023).

E por fim, os autores chegaram à conclusão de que a aprendizagem baseada em jogos digitais com teste de dois níveis (DGBL – TTT) influenciou o ensino-aprendizado da classificação dos resíduos e destacaram que:

A contribuição deste estudo é confirmar a eficácia do modelo DGBL-TTT, como evidenciado pelo fato de que ele melhorou significativamente o desempenho acadêmico dos alunos; especialmente aqueles com baixo conhecimento prévio tiveram um progresso maior, e o método melhorou significativamente a experiência de fluxo dos alunos e reduziu sua carga cognitiva em comparação com o modelo CDGBL (Wang *et al.*, 2023, p. 19)

Jappur (2014), na sua tese **Modelo conceitual para criação, aplicação e avaliação de jogos educativos digitais**, tinha como objetivo principal o desenvolvimento de um modelo que auxiliasse na criação de jogos educativos e contribuísse no processo de ensino-aprendizagem em sala de aula. O autor fez uso da metodologia do Design Science Research – DSRM, para nortear seu trabalho e a princípio mapeou oito mapas conceituais usando na projeção de jogos educativos. Com isso, desenvolveu um *game* nomeado de Simulador Ambiental (SA).

O jogo, Simulador Ambiental (SA), foi desenvolvido pela Ong Me Ensina e operacionalizado pelas empresas Prática Ambiental e Númera, tendo como proposta “proporcionar a aprendizagem para hábitos de consumo e produção sustentáveis no ambiente residencial” (Jappur, 2014, p.120). O SA é formado por sete cenários que correspondem aos ambientes de uma casa: sala, cozinha, área de serviço, quarto do casal, banheiro, quarto de solteiro e a área externa da residência.

07 Figura. Cenários do jogo o Simulador Ambiental desenvolvido pelos autores. Sala, cozinha, área de serviço, quarto de casal, banheiro, quarto solteiro, área externa da casa e o ranking.



Fonte: Jappur (2014).

A mecânica do jogo inicia-se com a personagem principal, que é moradora da casa. Ela precisa além de evitar o desperdício de água e energia, designar adequadamente os resíduos da sua residência, tendo isso como seu objetivo no jogo. Ao entrar, o simulador ambiental mostra a planta baixa da casa e o personagem tem como missão percorrer cada ambiente e resolver os desafios de cada uma. Esses desafios simulam situações que acontecem diariamente dentro do contexto familiar, tais como: deixar a televisão ligada sem ninguém está assistindo, deixar as luzes acesas por muito tempo, desperdiçar água da torneira e jogar os resíduos sólidos e líquidos juntos. Ao final do jogo, o jogador recebe um ranking com sua pontuação.

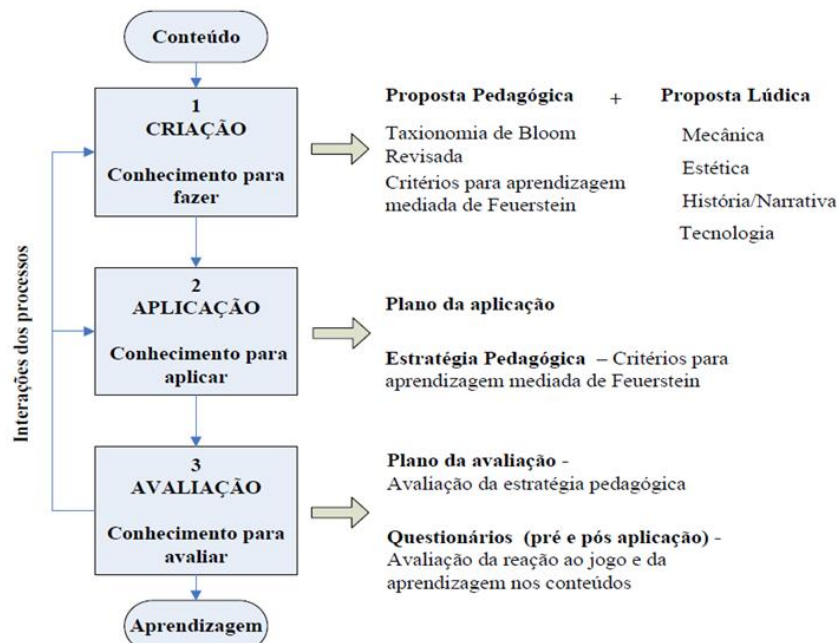
08 Figura. Personagem principal e a planta baixa da casa do jogo o Simulador Ambiental desenvolvido pelos autores.



Fonte: Jappur (2014).

Após o desenvolvimento do jogo Simulador Ambiental, o autor definiu e estruturou um modelo conceitual que tem como objetivo “estabelecer uma estrutura de processos para a criação, aplicação e avaliação de jogos educativos digitais para o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula” (Jappur, 2014, p.135), sendo composto por três fases: criação, aplicação e avaliação, como é visto na figura 09.

09 Figura. Modelo conceitual desenvolvido pelo autor, Jappur (2014), para a criação, aplicação e avaliação de jogos educacionais digitais.



Fonte: Jappur (2014).

Por fim, o autor, analisa tanto o modelo conceitual elaborado por ele como o jogo e ressalta que:

Com base nos resultados da verificação da consistência, constatou-se que o processo de criação do modelo conceitual possibilita que os desenvolvedores de jogos tenham melhor

clareza dos elementos pedagógicos e lúdicos a serem concebidos no *design* instrucional do jogo. Referente à estrutura pedagógica, o modelo conceitual demonstrou que a utilização da taxionomia de Bloom revisada apoia a definição dos objetivos educacionais do jogo. Assim como, o guia com os critérios de mediação de Feuerstein possibilita a concepção de estratégias pedagógicas que facilitem a mediação do processo de ensino e aprendizagem em sala de aula com o uso de um jogo educativo digital. (p. 227)

Os estudos de Wang *et al.* (2023) e Jappur (2014) focaram no desenvolvimento de jogos digitais do gênero RPG, como o RPG Maker MV e o Simulador Ambiental (SA), abordando temas como o ciclo da reciclagem, o impacto dos danos ambientais e os hábitos de consumo no contexto residencial. Por outro lado, Madruga (2018) explorou o jogo eletrônico Minecraft, que combina elementos de aventura e RPG e é amplamente utilizado por crianças, destacando seu potencial pedagógico ambiental e impacto positivo no processo de ensino-aprendizagem. Mostowfia *et al.* (2016), por sua vez, analisaram características de jogos de RPG e desenvolveram um jogo de tabuleiro do gênero quebra-cabeça, destinado a crianças de 8 a 12 anos, focado no ensino da reciclagem e na valorização do lixo.

Esses jogos demonstram ser eficazes ferramentas educacionais para o ensino de questões ambientais, não apenas devido aos seus cenários educativos e interativos, mas também pela elaboração cuidadosa de elementos como cores, formas, gráficos, construção de personagens/avatars, gameplay e narrativa. Cada um desses aspectos é projetado para engajar os jogadores e facilitar a compreensão e reflexão sobre as temáticas ambientais. Os desafios apresentados nos jogos não apenas aumentam a atenção dos jogadores, mas também os incentivam a desenvolver estratégias de resolução de problemas e gerenciamento, contribuindo assim para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e comportamentos ecologicamente conscientes. Para uma melhor compreensão dos jogos descritos acima, foi feita uma síntese dos *games*, levando em conta seus gêneros e características principais. O quadro 01 apresenta um resumo dos jogos identificados.

Quadro 01. Síntese dos jogos selecionados e discutidos neste estudo considerando seu gênero e principais características.

JOGO	GÊNERO	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Minecraft Estudo de Madruga (2018)	Aventura, do tipo RPG, e ação	<ul style="list-style-type: none"> ● O game faz uso de um discurso pedagógico ambiental, pois emprega conceitos do <i>humano legal e da natureza para/pelo homem</i>; ● Muito jogado por crianças; ● Os personagens exploram um mundo e diversos materiais e recursos naturais, como água, árvores, níquel, ferro, pedra, animais; ● Trabalha o gerenciamento dos recursos materiais e naturais.
Jogo de Tabuleiro Estudo de Mostowfia <i>et al</i> (2016)	Quebra-cabeças	<ul style="list-style-type: none"> ● É quebra-cabeças para crianças de 8 a 12 anos de idade; ● Tem como objetivo era ensinar reciclagem e a importância do lixo; ● É jogado por quatro jogadores e quem montar o quebra-cabeças primeiro, vence a partida.

<p>Jogo Digital Estudo de Wang <i>et al.</i> (2023)</p>	<p>RPG Maker MV</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O jogo é composto pelo aprendiz e pelo sprite, Kuta; • O objetivo do jogo é proteger o planeta poluído por resíduos de Agura; • Seu cenário é formado por cinco cidades, Cidade de Resíduos Recicláveis, Cidade de Resíduos Percíveis, Cidade de Resíduos Perigosos, Cidade de Outros Resíduos e Cidade de Classificação de Lixo; • O jogador deverá adquirir conhecimento sobre resíduos através de cartões, realizar as limpezas da cidade; • Ao final do jogo, o jogador faz um teste para avaliar seus conhecimentos.
<p>Simulador Ambiental (SA) Estudos de Jappur (2014)</p>	<p>Simulação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • A personagem principal é moradora da casa; • É formado por sete cenários: sala, cozinha, área de serviço, quarto do casal, banheiro, quarto de solteiro e a área externa da residência; • O objetivo do jogo é proporcionar a aprendizagem de hábitos sustentáveis dentro do ambiente residencial; • O jogo simula situações que acontecem diariamente dentro da casa, como por exemplo, deixar as luzes acesas por muito tempo.

Fonte: Autoras, 2024.

4 Métodos e Técnicas

Nesta pesquisa o modelo de método base adotado foi o processo do *Design Science Research* (DS/DSR) o qual é voltado para a ciência artificial, ou ciência do produto, buscando compreender um fenômeno com o objetivo de encontrar e executar soluções para os problemas existentes, cujo resultado desse processo seja a concepção de uma nova oferta de valor para a sociedade (Santos, 2018). O método do DSR é composto de cinco etapas, sendo elas: I. Compreensão do problema; II. Geração de Alternativas; III. Desenvolvimento do Artefato; IV. Avaliação e V. Conclusões/Reflexões.

O presente artigo contempla a apresentação de resultados referentes a etapas da primeira fase, a Compreensão do problema a qual pode ser feita pela análise da literatura e pelas reflexões sobre o que já existe, como vem sendo resolvido e como pode ser melhorado (Santos, 2018). No presente estudo são apresentadas as seguintes etapas da Compreensão do Problema:

- A primeira etapa contou com a realização de uma Pesquisa Bibliográfica (PB), a fim de responder: “Quais são os jogos usados para propagar a Educação Ambiental?”. E elucidar conceitos e princípios acerca do Design de Jogos. Segundo Gil (2002), PB se refere ao processo de busca em fontes tais como livros, jornais, revistas, entre outros, proporcionando a maior amplitude em relação ao tema. Para isso foi realizada uma revisão narrativa da literatura, a qual, oferece uma visão geral e descritiva sobre um assunto, sem seguir uma metodologia sistemática (Green *et. al*, 2006). Os resultados desta etapa estão apresentados no referencial teórico deste artigo.
- A segunda etapa contou com o Mapeamento de estudos empíricos sobre jogos para Educação Ambiental, os resultados desta etapa estão apresentados no tópico 3 deste artigo. A pesquisa tinha como foco a busca por estudos sobre desenvolvimento e análise de jogos

voltados para o ensino-aprendizado da Educação Ambiental. Para isto foi realizada uma busca de artigos e dissertações nas bases de dados BDTD, Google Acadêmico, SciElo e Scopus por meios dos seguintes termos: Design AND Educação Ambiental, Design AND Ergonomia Cognitiva AND Educação Ambiental e Jogos Educacionais OR Design de jogos AND Educação Ambiental. Tendo como critérios de inclusão: os estudos que aproximam educação ambiental e o design de jogos; jogos educativos voltados para educação ambiental e as pesquisas que descreviam o processo de desenvolvimento dos *games*. Foram excluídos os estudos que não correlacionaram a educação ambiental e o design e os que não mencionaram o processo de criação dos jogos.

- Na terceira etapa foi realizada uma busca por jogos para educação ambiental para smartphones na loja de aplicativos playstore. Os termos de busca foram: “Jogos para educação ambiental” e “Jogos e meio ambiente”. Foram incluídos somente os jogos que trabalhavam os impactos ambientais, como a poluição causada pelo descarte incorreto de lixos e resíduos, a degradação do meio ambiente e a reciclagem. Os jogos localizados foram analisados descritivamente com base no gênero e subgênero, nas mecânicas dos jogos e seus objetivos pedagógicos.

5 Resultados

A Play Store é uma plataforma digital que oferece uma ampla variedade de aplicativos para o sistema operacional Android. Seu catálogo abrange uma variedade de serviços como educação, filmes, músicas, livros, treinos, lojas, beleza, jogos digitais e muito mais. Dentro da loja do Android, os jogos digitais estão categorizados em diversos gêneros como tiro, sandbox, quebra-cabeças, simulação, ação, esportes, estratégia, RPG, cartas, gerenciamento, tabuleiro, corrida, palavras, educativos, aventura, música e MMORPG.

Neste contexto, foi realizada uma pesquisa para identificar jogos educacionais sobre meio ambiente específicos para smartphones. Os jogos foram analisados descritivamente com base em suas classificações de gênero ou subgênero, conforme a literatura disponível, as descrições fornecidas nas plataformas dos jogos, suas mecânicas e abordagens pedagógicas. Como resultado, foram identificados cinco jogos: Save the Earth, Eco Clicker Game, Defensor da Natureza e Educação Ambiental – Prysmian, que estão ao longo do tópico 5.

O Save the Earth (Salve a Terra) é um jogo educativo que mescla os gêneros de simulação e estratégia, tendo como objetivo principal a estabilidade da situação ambiental de toda terra. Nele o jogador é estimulado a assumir o papel de protetor do planeta e pensar estrategicamente em iniciativas ambientais. A sua tela inicial oferece opções para começar, continuar, configurar e acessar uma coleção de cartões. O cenário do jogo é dividido em sete locais distintos, sendo o primeiro deles a região do Alasca, conforme mostrado na figura 10.

Figura 10. Logo, tela inicial e a tela de selecionar o cenário do Jogo Save the Earth.



Fonte: loja de aplicativos PlayStore.

A mecânica do jogo consiste no gerenciamento dos recursos naturais e no pensamento estratégico, pois a cada desafio encontrado o jogador é estimulado a buscar uma solução ecológica. Os desafios abordam as mudanças climáticas, a poluição ambiental e o esgotamento dos recursos. Para cumprir a missão inicial, que é salvar a terra, o jogador deve selecionar o cenário e escolher o local de atuação da sede da sua organização. Em seguida são lançados os desafios: o primeiro é o recolhimento das moedas verdes, ao alcançar a meta de moedas você será direcionado a aba de projetos, e lá deverá avaliar e aceitar os projetos que melhorem e restauram aquela região (Figura 11). O jogo possui as versões grátis e premium, pode ser jogado no celular ou computador e sua classificação é de 10 anos.

Figura 11. Cenário da região do Alasca do Jogo Save the Earth.



Fonte: loja de aplicativos PlayStore

O discurso pedagógico do jogo é construído pelo aumento da consciência ecológica, pois é necessário que o jogador aprenda a gerir os recursos naturais e o invista em novas tecnologias para a construção de um planeta mais verde. O *game* também simula problemas reais e estimula os jogadores na busca por soluções.

Outro jogo encontrado na loja foi **Eco Clicker Game**, também é um jogo de simulação do tipo idle e clicker (são jogos eletrônicos que consistem em ações simples de cliques na tela), podendo ser também do gênero de ação, subgênero arcade, pois faz uso de reflexos rápidos e da pontuação. O *game* é construído em um único cenário composto por partes como mostra a figura abaixo. É um jogo de classificação livre e gratuito, porém contém vários anúncios e pode ser jogado no celular ou computador via Google Play Games Beta.

Figura 12. Cenário do Jogo Eco Clicker Game.



Fonte: loja de aplicativos PlayStore

O objetivo do jogo é salvar e limpar a natureza. É intuitivo e fácil de jogar, sua mecânica se dá em cliques na tela para coletar folhas e diamantes necessários para progredir. Os espaços são inicialmente delimitados por ruas e se transformam em instalações ou ações ecológicas à medida que os desafios são cumpridos. Os jogadores têm metas como eliminar a poluição, construir e implementar ações para melhorar o meio ambiente, e inovar na reciclagem de resíduos. O jogo não apenas promove a conscientização e a educação ambiental, mas também estimula a organização de campanhas educativas destacando a importância da reciclagem, conservação e proteção dos recursos naturais.

O jogo **Defensor da Natureza**, além de ter sido desenvolvido para ser educativo e ensinar as crianças a protegerem a natureza, ele também foi avaliado por professores que aprovaram a sua utilização em sala de aula. O jogo é divertido, dinâmico e estimula a ação dos jogadores com comandos simples de clique e arraste até a lixeira, por exemplo. O cenário do *game* remete a cidade e é composto pela praça, pelos prédios, o rio, a fábrica de separação dos resíduos e pela estação de tratamento da água, como mostra a figura 13.

Figura 13. Cenário inicial do Jogo Defensor da Natureza.



Fonte: loja de aplicativos PlayStore

O jogo pertence ao gênero de simulação, criando cenários e situações que imitam a vida real. Ele incorpora mecânicas de mini-jogos, onde cada ambiente apresenta desafios únicos. Por exemplo, no cenário urbano, onde tem os prédios (figura 14), os jogadores são encarregados de coletar lixo, dirigindo o caminhão até as lixeiras e removendo todos os resíduos do bairro. Este contexto reproduz o trabalho de limpeza urbana realizado em diversas áreas da cidade, estimulando a memória das crianças ao refletir algo com o qual elas estão familiarizadas.

Figura 14. Cenário dos prédios do Jogo Defensor da Natureza



Fonte: loja de aplicativos PlayStore

Além do cenário urbano mencionado, o jogo inclui outros ambientes como a praça, o cais, a fábrica de resíduos e a estação de tratamento de água, ilustrados na figura 06. Independentemente do ambiente, a mecânica do jogo é permanente e consiste em recolher os lixos encontrados nos ambientes com comandos simples de clique e arraste. Além dessa tarefa, também tem a plantação de árvores e flores, e a separação adequada dos resíduos, estimulando assim, as crianças a cuidarem do planeta com ações simples.

Figura 15. Cenários do Jogo Defensor da Natureza

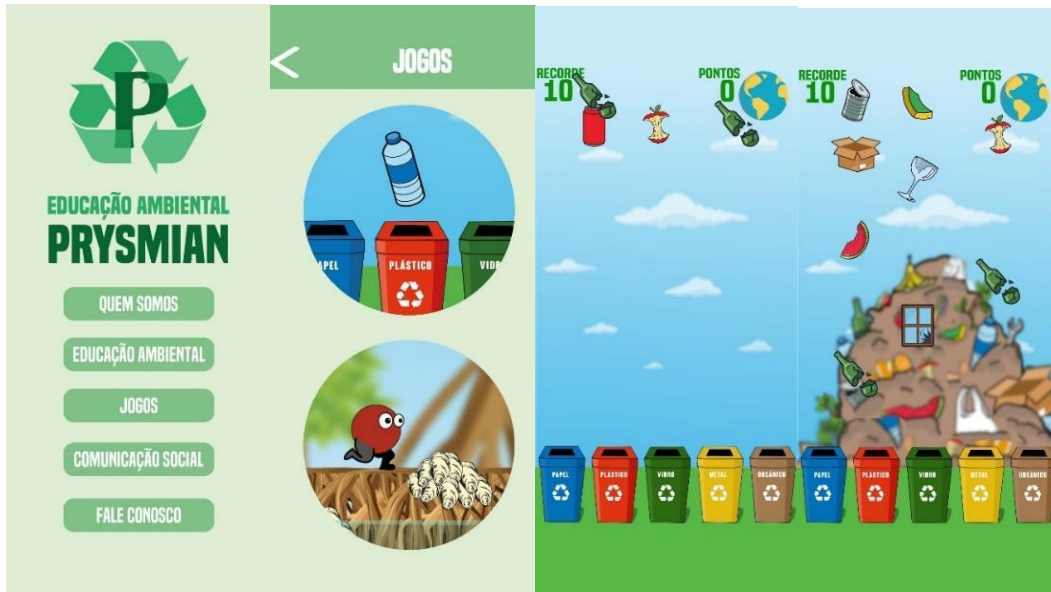


Fonte: loja de aplicativos PlayStore

Por último, o aplicativo **Educação Ambiental Prysmian** não só fornece informações técnicas sobre o descarte adequado de resíduos sólidos para conscientização ambiental, mas também inclui dois jogos educativos. Esses jogos têm como objetivo reforçar de maneira interativa as informações técnicas do aplicativo, abordando o descarte correto de resíduos sólidos, as práticas de redução, reuso e reciclagem, além da importância da coleta seletiva.

O primeiro jogo tem um cenário simples com lixeiras para papel, plástico, metal e resíduos orgânicos, onde objetos de lixo caem como uma "chuva". O objetivo é arrastar cada objeto para sua respectiva lixeira, conforme mostrado na figura 16. Colocar o lixo no lugar errado resulta na formação de uma montanha de lixo no fundo, e o jogo termina quando a montanha alcança o topo. Este jogo pertence ao gênero de ação, subgênero arcade, enfatizando reflexos rápidos, pontuação e tem uma duração curta.

Figura 16. Jogo desenvolvido pela empresa Prysmian para o app Educação Ambiental



Fonte: loja de aplicativos PlayStore

O segundo jogo é um jogo de ação de plataforma, no estilo de Super Mario, onde o personagem precisa correr e pular para superar os desafios ao longo do caminho (ver Figura 17). O principal objetivo do jogador é coletar diferentes tipos de lixo que são encontrados, enfrentando obstáculos e desafios ao longo do percurso. A mecânica do jogo envolve movimentar o personagem utilizando dois botões de controle localizados nos cantos inferiores da tela. Com esses controles, o jogador pode mover o avatar para frente, para trás e fazê-lo saltar. Este jogo é desafiador e requer habilidades de controle, coordenação motora e atenção por parte dos jogadores.

Figura 17. Jogo desenvolvido pela empresa Prysmian para o app Educação Ambiental



Fonte: loja de aplicativos PlayStore

Os jogos analisados no estudo mesclam os gêneros de simulação e ação. Os jogos de simulação de vida buscam replicar a realidade em um ambiente virtual. Por outro lado, os jogos de ação combinam aventura e coordenação motora, desafiando os jogadores a buscar soluções. As mecânicas utilizadas são intuitivas e dinâmicas, envolvendo comandos simples como arrastar, clicar na tela ou pular. Além disso, esses jogos possuem um aspecto pedagógico que enfatiza os impactos ambientais. Eles incentivam os jogadores a refletirem e aprenderem conceitos e ações básicas, como a importância de separar o lixo corretamente para ajudar a preservar o planeta.

Para uma melhor compreensão de todos os jogos discutidos neste estudo, foi feita uma síntese dos *games* localizados na Play Store, levando em conta seus gêneros e características principais. O quadro 02 apresenta um resumo dos jogos identificados e analisados nesse artigo que têm foco na educação ambiental.

Quadro 02. Síntese dos jogos selecionados e discutidos neste estudo considerando seu gênero e principais características.

JOGO	GÊNERO	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Save the Earth	Simulação e estratégia	<ul style="list-style-type: none"> • O jogador assume o papel de protetor do planeta; • Possui sete cenários diferentes; • A mecânica do jogo consiste no gerenciamento de recursos naturais e a seleção de projetos ecológicos com comandos simples de cliques na tela; • O objetivo do jogo é a estabilidade da situação ambiental de toda terra.
Eco Clicker Game	Simulação e ação arcade	<ul style="list-style-type: none"> • É um jogo idle e clicker, pois consiste em ações simples de cliques na tela; • Seu cenário é construído por único ambiente, porém dividido por partes; • O objetivo do jogo é salvar e limpar a natureza.
Defensor da Natureza	Simulação e ação	<ul style="list-style-type: none"> • Foi aprovado por professores para o uso em sala de aula; • O cenário do <i>game</i> é composto por: praça, prédios, o cais, a fábrica de separação dos resíduos e estação de tratamento da água; • A mecânica do jogo consiste em recolher os lixos encontrados nos ambientes com comandos de clique e arraste; • O objetivo do jogo é a limpeza de jardins, parques, ruas e rios. O plantio de árvores e flores, e a separação dos resíduos.
Educação Ambiental Prysmian	Ação arcade e plataforma	<ul style="list-style-type: none"> • O aplicativo disponibiliza dois jogos; • O primeiro jogo tem um cenário e consiste na ação de arrastar cada objeto para sua respectiva lixeira; • O segundo é um jogo de ação de plataforma, onde o personagem precisa correr e pular para recolher os lixos deixados no caminho.

Fonte: Autoras, 2024.

Os jogos analisados têm em comum o foco na preservação ambiental, mas diferem em mecânica, cenários e objetivos específicos. Cada um aborda a temática de maneira única, oferecendo experiências variadas aos jogadores. Sendo predominante os jogos de gênero de **simulação de vida**, de **ação** do tipo arcade ou de plataforma, e os de **aventura**, do tipo RPG (Role-

playing game). Os jogos abordaram os impactos ambientais tanto em escala mundial, como pode ser visto no jogo Save the Earth, como em nível local simulando locais conhecidos dentro da cidade, como nos *games* Defensor da natureza e Eco Clicker Game.

5 Conclusão

A utilização de jogos educacionais proporciona aprendizagem interativa, pois possibilita aos jogadores explorarem amplamente os recursos disponíveis nos ambientes virtuais, além de estimular a interpretação de papéis importantes dentro do cenário do jogo dando autonomia na resolução dos desafios propostos pelos jogos. Assim, tanto os jogos digitais quanto os de tabuleiro emergem como ferramentas eficazes para aprendizagem, pois promovem a educação ambiental de maneira lúdica e interativa, ao mesmo tempo que influenciam na retenção da atenção, estimulação da memória e desenvolvimento do pensamento estratégico.

Os resultados obtidos sublinham a importância de escolher cuidadosamente o tipo de jogo para atingir os objetivos educativos desejados, considerando o público-alvo e os conceitos ambientais a serem abordados. Para estudos futuros, sugere-se a ampliação da pesquisa para incluir uma variedade maior de gêneros de jogos e a realização de estudos de longo prazo que possam avaliar os impactos contínuos desses jogos no comportamento e na percepção ambiental dos alunos.

Considerando os distintos recursos localizados, conclui-se que, é possível incorporar jogos digitais de forma estratégica e intencional no ensino, sendo possível não apenas tornar a educação mais dinâmica e envolvente, mas também contribuir significativamente para a formação de cidadãos mais conscientes e preparados para enfrentar os desafios ambientais do futuro.

6 Referências

- CARDOSO, R. **Design para um mundo complexo**. Ubu Editora LTDA-ME, 2016.
- Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.
- Green, B. N., Johnson, C. D., & Adams, A. Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 5, n. 3, 2006, pp.101-117.
- JAPPUR, R. F. Modelo conceitual para criação, aplicação e avaliação de jogos educativos digitais. 2014.
- MADRUGA, E. B. **A educação ambiental e suas estratégias de governo no jogo eletrônico Minecraft**. 2018. Dissertação de Mestrado.
- MONTE, T.; REIS, P. **Design of a Pedagogical Model of Education for Environmental Citizenship in Primary Education**. v. 13, n. 11, 2021, p. 6000.
- MOSTOWFI, S.; MAMAGHANI, N. K.; KHORRAMAR, M. Designing Playful Learning by Using Educational Board Game for Children in the Age Range of 7-12:(A Case Study: Recycling and Waste Separation Education Board Game). **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 11, n. 12, 2016, pp. 5453-5476.
- OLIVEIRA, N. A. da S. A educação ambiental e a percepção fenomenológica, através de mapas mentais. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 16, 2006.
- ONU. **Mundo joga um caminhão de lixo, por minuto, nos oceanos**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/03/1812152>. Acesso em: 14 dez 2023.
- Prensky. M. **Aprendizagem baseada em jogos digitais**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

- ROGERS, S. **Level UP: um guia para o design de grandes jogos**. Editora Blucher, 2013.
- SANTOS, A. D. **Seleção do método de pesquisa: guia para pós-graduando em design e áreas afins**. ed. Curitiba: Insight, 2018. p.
- SILVA, P. L.; MENDONÇA, V. Diretrizes para game design de jogos educacionais. **Proc. SBGames, Art Design Track**, p. 132-141, 2013.
- TEKINBAS, K. S.; ZIMMERMAN, E. **Rules of play: Game design fundamentals**. MIT press, 2003.
- UNESCO. **Educação ambiental: as grandes diretrizes da Conferência de Tbilisi / organizado pela UNESCO**. — Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1997. 154p. — (Coleção meio ambiente. Série estudos educação ambiental, edição especial, ISSN 0104-7892)
- WANG, Xiao-Ming et al. Effects of a two-tier test strategy on students' digital game-based learning performances and flow experience in environmental education. **Journal of Educational Computing Research**, v. 60, n. 8, 2023, pp. 1942-1968.

Agradecimentos

O presente estudo foi desenvolvido mediante auxílio financeiro do CNPq (proc. 408786/2023-0).