

Métodos alternativos de ensino e aprendizagem de sustentabilidade: idealização e modelagem de um jogo de realidade virtual para o ensino do descarte correto de resíduos sólidos

Alternative methods for sustainability teaching and learning: virtual reality game idealization and modeling for teaching the correct disposal of solid waste

Davi Breciani Demonier Avancini¹ , Andromeda Goretti de Menezes Campos¹ ,
Danieli Soares de Oliveira^{1*} 

RESUMO

A inserção da Educação Ambiental na grade curricular das instituições tem o intuito de formar indivíduos conscientes com relação ao meio ambiente do qual fazem parte, bem como aptos a resolver as questões ambientais atuais e futuras. Professores e educadores têm cada vez mais utilizado metodologias alternativas no processo de ensino-aprendizagem, ampliando o acesso aos conteúdos e despertando o interesse dos alunos. Diante dessa realidade, este trabalho teve como objetivo a idealização e a modelagem de um jogo, em realidade virtual, para o ensino e aprendizagem da temática da sustentabilidade, especialmente para a instrução acerca do descarte correto de resíduos sólidos. A metodologia deste trabalho baseou-se na idealização e desenvolvimento de jogos educacionais produzidos por meio de recursos tecnológicos da realidade virtual. A abordagem metodológica utilizada foi fundamentalmente qualitativa e, para o desenvolvimento do trabalho, foram realizadas etapas que contemplaram: pesquisa bibliográfica a respeito de educação ambiental, jogos educacionais, realidade virtual, ferramentas de modelagem e implementação; definição e estruturação do processo a ser tratado pelo jogo; desenvolvimento da lógica do jogo; e, por fim, modelagem conceitual do jogo. Até o momento foi obtida a primeira versão deste objeto de aprendizagem, que poderá ser utilizado por discentes, docentes, prestadores de serviço e quaisquer pessoas que se interessem pela temática sustentabilidade e resíduos sólidos. Dessa forma, o jogo proposto pode auxiliar o desenvolvimento de visão crítica na comunidade acadêmica e externa acerca de suas ações diante desse assunto, desenvolvendo seu raciocínio sustentável.

Palavras-chave: educação ambiental; realidade virtual; jogos educacionais; tecnologias educacionais; sustentabilidade; aprendizagem ativa.

ABSTRACT

The inclusion of environmental education in the curriculum frameworks of institutions is intended to prepare individuals who are aware of the environment of which they are part, as well as to become able to solve current and future environmental issues. Teachers and educators have increasingly used alternative methodologies in the teaching-learning process, expanding access to content and arousing students' interest. In this context, this work aimed to idealize and model a game, in virtual reality, for teaching and learning sustainability, especially for instruction about the correct disposal of solid waste. The proposed methodology was based on the idealization and development of educational games, produced through technological resources of virtual reality; the methodological approach was fundamentally qualitative, and 4 steps were carried out, including: bibliographic research on environmental education, educational games, virtual reality, modeling and implementation tools; definition of the game structure; development of game logic; and, finally, conceptual modeling of the game. The first version of this learning object was obtained, which can be used by students, teachers, service providers and anyone interested in sustainability and solid waste. In this way, the proposed game can help the development of a critical view in the academic and external community about their actions on this subject, developing their sustainable reasoning.

Keywords: environmental education; virtual reality; educational games; educational technologies; sustainability; active learning.

1. INTRODUÇÃO

Em 1999, tornou-se lei no Brasil a inserção da educação ambiental na grade curricular das instituições de ensino

públicas e particulares, conforme a Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999. A educação ambiental foi definida na Primeira Conferência Intergovernamental sobre Educação

¹Instituto Federal do Espírito Santo - Cariacica (ES), Brasil.

*Endereço para correspondência: Rodovia Governador José Henrique Sette, 184, Itacibá - Cariacica, ES. CEP: 29150-410. e-mail: danieli@ifes.edu.br

Ambiental como “um processo permanente, no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do meio ambiente e adquirem os conhecimentos, os valores, as habilidades, as experiências e a determinação que os tornam aptos a agir individual e coletivamente para resolver problemas ambientais presentes e futuros” (DIAS, 1992, p. 92). Une-se a isso o plano de ação da Agenda 2030, uma iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU) que propõe um pacto global em prol do desenvolvimento sustentável, com o objetivo de erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade. Essa agenda contém o conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); entre eles existem três que fazem parte dos objetivos deste trabalho: o Objetivo 4, que trata da educação de qualidade — garantir o acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos; o Objetivo 11, que trata das cidades e comunidades sustentáveis — tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; e o Objetivo 12, que trata do consumo e produção responsáveis — assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis. Esses objetivos (e os demais 14) são integrados e indivisíveis e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental (ONU, 2015).

Professores e educadores procuram maneiras diferentes para realizar o processo de ensino e aprendizagem, lançando mão de metodologias que proporcionam a seus alunos um aprendizado eficaz. Tem se somado a isso o uso de tecnologias, dentro e fora da sala aula, ampliando o acesso aos conteúdos e despertando o interesse dos alunos. Para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, os objetos educacionais (também conhecidos como objetos de aprendizagem) são ferramentas úteis e são definidos por Wiley (2000) como qualquer recurso digital que pode ser reutilizável e adaptável para dar suporte à aprendizagem.

O advento das tecnologias digitais mudou o cenário educacional no que diz respeito à ampliação das diversas possibilidades e maneiras de ensinar e aprender. A tecnologia selecionada para ser trabalhada nesta pesquisa foi a realidade virtual (RV), pois, para o tema da educação

ambiental, considera-se importante a utilização de ambientes imersivos, visto que estes “oferecem mais possibilidades de conduzir o usuário a uma atmosfera construída e controlada que, se utilizada para fins educacionais, pode proporcionar ricas experiências de aprendizagem, que seriam muito difíceis de serem reproduzidas em nossa realidade” (ABREU; OLIVEIRA; BATTESTIN, 2020, p. 2). De acordo com Latta e Oberg (1994), a realidade virtual é definida como uma interface homem-máquina que simula um ambiente realístico, no qual é possível a interação do usuário com esse ambiente. É uma tecnologia com grande potencial, que pode ser aplicada em diversas áreas técnicas e do conhecimento. Segundo Braga (2001), a realidade virtual é uma ferramenta que contém especificidades e atributos que a transformam em um método ideal para as diversas situações e contextos de aprendizagem e pesquisa.

Além de poder aumentar a motivação para o aprendizado, a utilização da RV no ensino, conforme comprovado pela pesquisa de Johnsen *et al.* (2007), permite que este seja efetivo e estimula a transferência do conhecimento adquirido. Outras vantagens são o maior engajamento e interatividade do aluno com o assunto a ser estudado, o conhecimento construído de forma colaborativa e contextualizada, além do estímulo à prática reflexiva (BAILENSEN *et al.*, 2008). Para que isso seja possível, o ambiente de realidade virtual não deve se limitar a ser apenas um ambiente com o qual o aprendiz irá interagir, é necessário considerar também os conceitos relacionados à aprendizagem por intermédio de jogos. Assim, o jogador adquire conhecimento à medida que interage com o jogo, por meio dos conteúdos que estão sendo tratados e, também, das atividades apresentadas, sendo estimulado na resolução de desafios. Os elementos de *design* de jogos podem incluir colaboração, papéis, objetivos, desafios, exploração, narrativa, complexidade, competição, estratégia, comunicação, *feedback*, realidade aumentada, controle, interatividade, realismo, regras, estruturas, curiosidade, expressão, envolvimento e recompensas (JAFARI; ABDOLLAHZADE, 2019). Para Nakashima, Sato e Maruyama (2017) e Zakaria *et al.* (2020), o uso de um sistema de pontuação e ranqueamento auxilia

no processo de ensino e aprendizagem, de maneira que os usuários ficam entusiasmados e motivados, gerando uma mudança de comportamento e, assim, tornando o aprendizado mais prazeroso para o usuário. Esses autores acreditam que a gamificação da aprendizagem possibilita o despertar da criatividade e da intuição, estimulando os alunos a aprenderem determinado tema de forma atraente e eficaz.

Assim sendo, é possível alinhar o processo de ensino e aprendizagem à realidade de vida dos aprendizes, os quais já utilizam o meio digital em seu cotidiano, gerando assim maior interesse e criando engajamento nas atividades escolares. A cultura digital foi até mesmo inserida na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), com o seguinte objetivo:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018, p. 9)

Pelas razões expostas, este trabalho teve como objetivo a idealização e a modelagem de um jogo em realidade virtual para o ensino e aprendizagem da temática sustentabilidade, especialmente para a instrução acerca do descarte correto de resíduos sólidos, de maneira atrativa, eficiente e colaborativa.

2. METODOLOGIA

A metodologia fundamenta-se na idealização e desenvolvimento de jogos educacionais produzidos por meio de recursos tecnológicos da realidade virtual. A abordagem metodológica utilizada neste trabalho foi fundamentalmente qualitativa, pela necessidade de lidar com informações diretamente extraídas das percepções de intervenientes diretos durante o processo de coleta de dados, para a obtenção de um conhecimento mais aprofundado sobre o assunto estudado. Para o desenvolvimento do trabalho, foram realizadas as seguintes etapas:

- Etapa 1: Revisão da literatura: Inicialmente foi realizada revisão da literatura sobre realidade virtual, jogos educacionais, educação ambiental e descarte de resíduos (secos e úmidos). Para o desenvolvimento de todas as etapas do projeto, foram necessárias pesquisas bibliográficas direta e indiretamente ligadas à área tecnológica de meio ambiente e sustentabilidade. Destaca-se que a instituição na qual esta pesquisa foi desenvolvida disponibiliza acesso a conteúdo científico pela rede corporativa e, remotamente, por meio da Comunidade Acadêmica Federada (CAFe). Nesta etapa, também foram realizadas buscas bibliográficas com termos diretamente relacionados à temática desenvolvida neste projeto, tais como “jogos educacionais em sustentabilidade”, “objetos de aprendizagem em sustentabilidade”, entre outros;
- Etapa 2: Definição, descrição e estruturação do processo a ser tratado pelo jogo: Com base no conhecimento adquirido na etapa anterior, foi definido, descrito e estruturado todo o processo de navegação do jogo, tendo como produto um relatório técnico. Nesta etapa, também foi realizado o estudo das ferramentas para modelagem e implementação (*Blender* e *Godot*), permitindo a compreensão delas, de seu processo de instalação, de sua *interface*, navegação, comandos, visões, inserção de objetos etc. Além disso, nesta etapa foram abordados modelagem, materiais e renderização;
- Etapa 3: Desenvolvimento da lógica do jogo: Os pesquisadores interagiram diretamente com outros jogos em realidade virtual, bem como jogos voltados para a educação ambiental, o que proporcionou uma base para estruturar a lógica do jogo proposto. Foram desenvolvidas as lógicas referentes aos três perfis de usuários requeridos (servidores, alunos e terceirizados);
- Etapa 4: Modelagem conceitual do jogo: Após as etapas de estudo e o desenvolvimento básico das ideias, foi modelado o “Descarte”, que é um jogo em realidade virtual que tem por objetivo fazer com que o usuário atinja uma pontuação previamente definida (1.000 pontos) por meio do descarte correto de resíduos presentes no ambiente virtual modelado (ambiente escolar). O contexto do jogo é o ambiente do Instituto Federal

de Educação, Ciência e Tecnologia (Ifes), *campus* Cariacica/ES, cujos gestores objetivam transformar a escola em um espaço mais sustentável e acreditam que a educação ambiental é o caminho para atingir o resultado esperado. Os resíduos encontram-se em ambientes distintos da escola, de acordo com o perfil escolhido pelo jogador. O jogador é desafiado a descartar o resíduo corretamente em de diferentes contextos (ele pode estar comendo uma fruta no pátio da escola ou então um chiclete na sala de aula). Conforme o descarte é realizado de forma correta, o participante conquista pontos, e é necessário o descarte correto de pelo menos dez itens ao longo da partida para se obter a vitória. À medida que os desafios são apresentados e realizados pelo jogador, *feedbacks* são dados para que os estudantes compreendam o que precisam melhorar e quais decisões foram positivas, gerando uma conscientização valiosa para o processo de aprendizagem.

Os recursos de *hardware* necessários para a implantação do jogo foram um computador, controles e óculos de realidade virtual. Foram utilizados os *softwares* *Blender* e *Godot* para as modelagens e animações. O jogo possui três componentes: o Menu, o Tutorial e o Jogo em si, além de perfis diferentes para cada grupo de usuários (alunos, servidores e prestadores de serviço terceirizados).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma extensa revisão de literatura acerca de formas alternativas de ensino sobre descarte de resíduos foi obtida, incluindo trabalhos de revistas, congressos e produções acadêmicas. Os principais artigos são apresentados nesta seção. O **Quadro 1** mostra, de forma comparativa e sumariada, as principais diferenças entre as funcionalidades e elementos dos trabalhos analisados e o jogo proposto neste trabalho.

Dias e Zorzal (2013) desenvolveram um jogo sério com realidade aumentada visando apoiar a educação ambiental. O jogo, cujo nome é “Aprendendo a Reciclar”, visa alertar sobre a importância de descartar os resíduos na lixeira de maneira correta e ensinar alguns dos diferentes tipos de lixeiras de lixo reciclável (metal, papel, plástico etc.).

Hada *et al.* (2017) apresentam o processo de desenvolvimento de um objeto de aprendizagem, mais especificamente um jogo *mobile* em realidade aumentada, denominado “ReciClô”, para o ensino da temática “reciclagem”.

Pontes, Mendes e Tomazela (2017) descrevem o “Lino”, um jogo eletrônico para auxiliar na educação ambiental de crianças em idade escolar, contribuindo assim para a conscientização e a preservação do meio ambiente.

Souza (2018) projetou o aplicativo “CidEco”, cujas finalidades são propagar a educação ambiental e o conceito de ecocidadania assim como estimular a consciência ambiental, baseando-se nas principais ferramentas adotadas nos aplicativos voltados ao meio ambiente.

Costa *et al.* (2019) descrevem a aplicação de um jogo de educação ambiental desenvolvido por graduandos de um curso da área de Ciência da Computação, voltado para a educação básica. O jogo tem como principal objetivo conscientizar seus jogadores sobre a necessidade e importância de se descartarem adequadamente resíduos sólidos (lixo), contribuindo assim para a preservação do meio ambiente.

Farias e Roed (2019) desenvolveram o jogo digital “SOS Meio Ambiente”, um jogo educacional 2D voltado para o combate à poluição gerada pelo lixo doméstico para crianças do ensino fundamental. O jogo propõe as seguintes ações aos jogadores: recolher o lixo, jogá-lo em local adequado e apresentar impactos causados por ele; além disso, tem como *feedback* mensagens de conscientização e traz diálogo entre personagens.

Vestena e Bem (2020) relatam os resultados da construção e aplicação do jogo “RECICLAPPSM”, que possui fins educacionais para o letramento científico, ambiental e tecnológico das crianças dos anos iniciais do Ensino Fundamental. A intenção do jogo é a de conscientizar as crianças acerca do destino ideal de resíduos, considerando também sua toxicidade e periculosidade.

Laércio e Fonseca (2022) propuseram um jogo educativo digital no formato de *quiz*, submetido para o uso de alunos do Ensino Fundamental II de uma instituição pública de Educação Básica. A avaliação do jogo digital foi realizada por meio de relatos dos alunos que participaram da atividade, visando identificar o nível de usabilidade do

Quadro 1 – Comparativo entre as principais funcionalidades e elementos dos trabalhos analisados.

Funcionalidades e Elementos	Aprendendo a Reciclar Dias e Zorzal (2013)	ReciClô Hada et al. (2017)	Lino Pontes, Mendes e Tomazela (2017)	CidEco Souza (2018)	Costa et al. (2019)	SOS Meio Ambiente Farias e Roed (2019)	RECICLAPP-SM Vestena e Bem (2020)	Laércio e Fonseca (2022)	Descarte proposto neste trabalho?
Coleta seletiva	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
Descarte de resíduos	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM
Apresentação de impactos causados pelo resíduo	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO
Treinamento	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM – Treinamento para utilização, antes de iniciar o jogo.
Layout de espaço real	SIM	SIM	NÃO – Apresenta ambiente fictício	NÃO – Apresenta ambiente fictício	NÃO – Apresenta ambiente fictício	NÃO – Apresenta ambiente fictício	NÃO	NÃO	SIM – Apresenta o ambiente real de aprendizagem (o espaço escolar)
Tutorial	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM	NÃO – O educador é o responsável por ensinar o aluno a utilizar o jogo.	NÃO	SIM	SIM – Tutorial, no qual estão descritos os conceitos de sustentabilidade e resíduos sólidos, com exemplos de descarte correto de resíduos úmidos e secos.
Apresentação de feedback construtivo.	Não identificado	NÃO	NÃO INFORMADO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	SIM
Plataforma	3D (Realidade Aumentada)	3D (Realidade Aumentada)	2D	2D	2D	2D	2D	2D	3D (Realidade Virtual)
Perfil de usuário	Não descrito pelo autor.	Não descrito pelo autor.	Abrange apenas crianças em idade escolar.	Não definido (cidadãos em geral).	Alunos da Educação Básica.	Abrange apenas crianças em idade escolar.	Crianças dos anos iniciais do Ensino Fundamental.	Alunos do Ensino Fundamental II.	Abrange perfis distintos: estudantes de ensino básico e superior, professores, técnicos administrativos e prestadores de serviço da instituição de ensino.
Temporalizado	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
Desafios	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Níveis de dificuldade	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Pontuação	SIM	SIM	SIM	NÃO		SIM	NÃO	NÃO	SIM
Barra de progresso	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO
Avaliação	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	SIM

Fonte: elaboração própria.

jogo educativo, o nível de interesse pelo jogo e a efetividade dele como método de ensino.

No **Quadro 1** é possível verificar que o jogo proposto possui diversas funcionalidades e elementos que indicam sua potencialidade de aplicação como ferramenta educacional. Destaca-se especialmente a utilização de realidade virtual, não verificada em nenhuma das demais plataformas avaliadas.

Na **Figura 1** é apresentada a vista em planta do cenário desenvolvido para a criação do ambiente em realidade virtual, que é uma representação esquemática do segundo pavimento do Instituto Federal do Espírito Santo, *campus* Cariacica¹.

De forma simplificada, a sala em azul representa as salas utilizadas pelos alunos, as salas em amarelo representam as salas utilizadas pelos servidores (professores e técnicos administrativos), e a sala em laranja representa

a sala utilizada pelos prestadores de serviço terceirizados. Os círculos vermelhos representam os recipientes de descarte espalhados pela instituição. Os perfis de jogadores definidos para o jogo são apresentados no **Quadro 2**, sendo definidos de acordo com os perfis verificados em instituições de ensino.

Por meio da opção Menu, o jogador recebe orientações para a utilização da plataforma de realidade virtual, composta dos comandos e funções do controle. Dessa forma, aprenderá a se movimentar e interagir com o ambiente modelado. Além disso, um conjunto de informações e as boas-vindas ao usuário são apresentados, o que coopera com a usabilidade do jogo.

Na sequência é apresentado o Tutorial, em que estão descritos os conceitos de sustentabilidade e resíduos sólidos, com exemplos de descarte correto de resíduos úmidos e secos. Após essa etapa, o participante pode realizar um

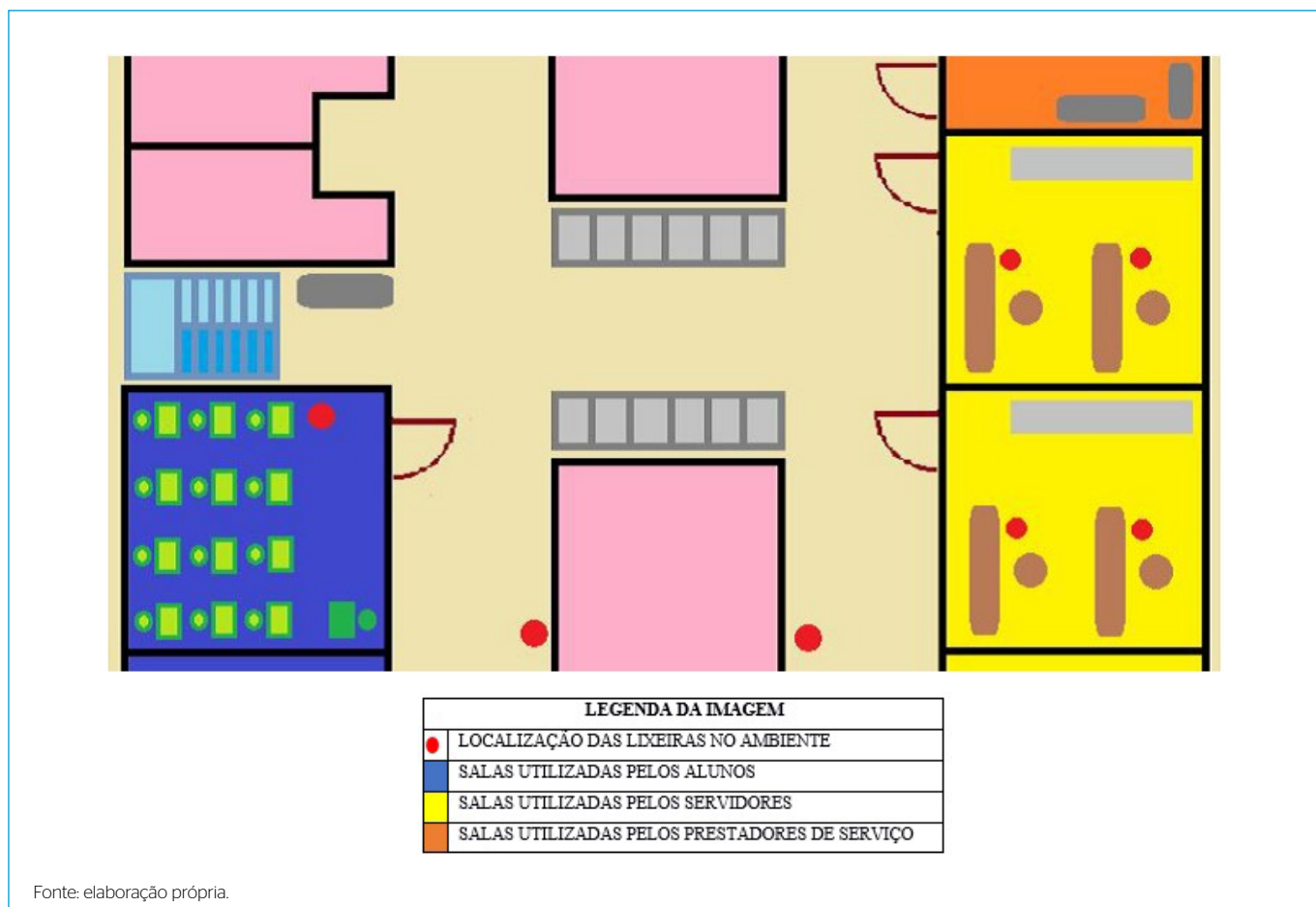


Figura 1 - Vista em planta do cenário (salas) desenvolvido para a criação do ambiente em realidade virtual.

¹A dinâmica e as evoluções do jogo podem ser visualizados pelo *link* https://youtu.be/1pRtqleK_YQ.

Quadro 2 – Perfis de jogadores definidos no jogo proposto.

PERFIL	DESCRIÇÃO
ALUNO	Nesse perfil o jogador se encontrará dentro de uma sala de aula com uma porta para o ambiente externo, com resíduos espalhados dentro e fora da sala que deverão ser descartados de forma correta.
SERVIDOR	Nesse perfil o jogador se encontrará dentro de sua sala, também com uma porta para o ambiente externo, com resíduos espalhados que precisam ser descartados em seus respectivos recipientes.
TERCEIRIZADO	Nesse perfil o jogador se encontrará em ambiente de trabalho e deverá também descartar corretamente os resíduos espalhados tanto fora quanto dentro do espaço.

Fonte: elaboração própria.

treinamento sobre os conceitos aprendidos, descartando um tipo de resíduo em cada recipiente corretamente. É nesta parte que o conteúdo a ser aprendido é introduzido.

Assim que termina o treinamento, deve ser escolhido um perfil de jogador para o usuário, sendo disponibilizadas as seguintes opções: alunos, servidores e prestadores de serviço terceirizados, para que toda a comunidade acadêmica seja atendida. Os ambientes modelados variam de acordo com o perfil escolhido pelo participante. O perfil aluno se encontrará em uma sala de aula, o servidor (professor ou técnico administrativo) em sua sala individual e o prestador de serviço terceirizado no ambiente do *campus*. Todos esses locais possuem um ambiente externo onde se localizam recipientes de descarte para resíduo úmido, e dentro das salas existem os recipientes de descarte para resíduos secos, considerando-se as normas da instituição — o que leva os usuários para mais perto da realidade.

O jogo proposto foi avaliado e validado por seus desenvolvedores e pela comunidade acadêmica do *campus* por meio de: testes relacionados à lógica do jogo e suas funcionalidades; avaliação das características que o tornam um jogo educativo e passível de ser utilizado como forma de avaliação do conteúdo; avaliação do uso apropriado da tecnologia de realidade virtual para o conteúdo em questão; e a validação como metodologia ativa de ensino e aprendizagem e também do ponto de vista da educação ambiental.

Destaca-se que o conhecimento de formas racionais de separação de resíduos sólidos permite seu encaminhamento para a reciclagem de forma mais rápida e eficiente. Isso contribui diretamente para que as indústrias e cooperativas do segmento reciclável tenham acesso a materiais corretamente separados, fazendo com que o produto volte para a cadeia de consumo. Gera-se desse

modo trabalho para muitos cidadãos, e permite-se menor consumo de energia e materiais, auxiliando na redução da utilização de recursos naturais, além de se possibilitar a redução no montante de resíduos descartados nos aterros sanitários, promovendo-se uma solução mais sustentável para o planeta.

É recomendável que toda a população contribua para o processo ao realizar a separação dos resíduos em suas residências, favorecendo assim a coleta seletiva em seus bairros. Dessa maneira, o jogo proposto pode auxiliar no desenvolvimento da visão crítica da comunidade acadêmica e externa acerca de suas próprias ações diante deste assunto, desenvolvendo seu raciocínio sustentável. Como a atribuição da educação ambiental na grade curricular dos estudantes é lei desde 1999, com a utilização do jogo “Descarte” é possível que o educador transmita esse conhecimento aos alunos, servidores, prestadores de serviço e comunidade externa, tornando o conhecimento disponível para todos e transformando-os em indivíduos mais conscientes sobre a sustentabilidade do planeta.

4. CONCLUSÕES

O jogo “Descarte” foi modelado com o intuito de colaborar para um processo de ensino-aprendizagem mais atraente e efetivo para a educação sustentável. O jogo é voltado para a comunidade escolar e externa, apresentando de forma lúdica a forma correta de descartar resíduos sólidos nos ambientes em que eles vivem. Com a idealização e modelagem inicial foi possível fazer a implementação computacional e, assim, fazer testes e validar seu uso. A etapa desenvolvida neste trabalho é de grande relevância, pois busca encontrar formas alternativas de aprendizagem por meio de jogos e do entendimento dos conceitos

envolvidos entre a realidade virtual e a educação. Assim, o objetivo do trabalho, que era a idealização e modelagem de um jogo em realidade virtual para o ensino e aprendizagem da temática sustentabilidade, especialmente para a instrução acerca do descarte correto de resíduos, sólidos, foi alcançado.

Como projeto futuros, uma atualização deste jogo está sendo estruturada com o intuito de torná-lo, além

de sustentável, mais acessível. A nova versão está sendo desenvolvida para ser utilizada em celular e com óculos de realidade virtual de menor custo, de forma a ser acessível a um número maior de usuários. Conta, ainda, com instruções e diálogos também por escrito, atendendo às necessidades dos usuários com deficiência auditiva. Além disso, tipos diferentes de resíduos e novos níveis de complexidade estão previstos.

REFERÊNCIAS

- ABREU, V.H.; OLIVEIRA, M.; BATTESTIN, V. Ambientes Imersivos na Educação: Uma Aula de Ciências explorando os Planetas em Realidade Virtual. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS | ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA*, São Carlos, ago. 2020. *Anais [...]*. 2000.
- BAILENSON, J.N.; YEE, N.; BLASCOVICH, J.; BEALL, A.C.; LUNDBLAD, N.; JIN, M. The use of immersive virtual reality in the learning sciences: digital transformations of teachers, students, and social context. *Journal of The Learning Sciences*, v. 17, n. 1, p. 102-141, 2008. <https://doi.org/10.1080/10508400701793141>
- BRAGA, M. Realidade virtual e educação. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2001.
- BRASIL. Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Brasil, 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 13 nov. 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasil: Ministério da Educação, 2018.
- COSTA, N.L.; FONSECA, L.R.; PEREIRA, D.F.; FÁVARO, L.C. A utilização de jogos digitais educativos na educação ambiental: um estudo com alunos da educação básica. *Revista Eletrônica Educação Ambiental em Ação*, v. XXI, n. 68, 2019.
- DIAS, D.A.; ZORZAL, E.R. Desenvolvimento de um jogo sério com realidade aumentada para apoiar a educação ambiental. *In: WORKSHOP ON VIRTUAL, AUGMENTED REALITY AND GAMES*, São Paulo, 2013. *Anais [...]*. 2013.
- DIAS, G.F. *Educação ambiental: princípios e práticas*. São Paulo: Gaia, 1992.
- FARIAS, E.S.; HOED, R.M. Proposta de desenvolvimento de jogo educacional denominado SOS Meio Ambiente direcionado ao ensino da educação ambiental com foco no combate ao lixo doméstico nas ruas. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 12, p. 31181-31189, 2019. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n12-220>
- HADA, A.R.; SILVA, E.M.C.; SILVA, H.M.M.; BATISTA, J.W.; SANTOS, L.K.B.A.; AZEVEDO, L.K.S.; BANDEIRA, M.L.S.A.; BRASIL, P.C.; BEZERRA, R.C.S.; MEDEIROS, S.A.; GOMES, A.V.; MAIA, D.L. Reciclô: desenvolvimento de um jogo para ampliar o conhecimento e sensibilização social sobre o processo de reciclagem. *In: ENCONTRO POTIGUAR DE JOGOS, ENTRETENIMENTO E EDUCAÇÃO*, 3., 2017, Natal. *Anais [...]*. 2017.
- JAFARI, S.M.; ABDOLLAHZADE, Z. Investigating the relationship between learning style and game type in the game-based learning environment. *Education and Information Technologies*, v. 24, n. 5, p. 2841-2862, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09898-z>
- JOHNSEN, K.; RAIJ, A.; STEVENS, A.; LIND, D.S.; LOK, B. The validity of a virtual human experience for interpersonal skills education. *In: SIGCHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS*, 2007. *Anais [...]*. 2007. p. 1049-1058.
- LAÉRCIO, F.G.S.; FONSECA, L.R. Proposta de jogo educativo para a educação ambiental no ensino básico. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 17, n. 1, p. 9-27, 2022. <https://doi.org/10.34024/revbea.2022.v17.12422>
- LATTA, J.N.; OBERG, D.J. A conceptual virtual reality model. *IEEE Computer Graphics & Applications*, v. 14, n. 1, p. 23-29, 1994. <https://doi.org/10.1109/38.250915>

- NAKASHIMA, R.; SATO, T.; MARUYAMA, T. Gamification approach to smartphone-app-based mobility management. *Transportation Research Procedia*, v. 25, p. 2344-2355, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.234>
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Transformando o nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Resolução A/RES/70/1. Nova Iorque: ONU, 2015.
- PONTES, A.N.; MENDES, I.F.; TOMAZELA, M.G.J.M. Lino: game eletrônico para auxiliar na educação ambiental de crianças em idade escolar. *Revista Thema*, v. 14, n. 4, p. 136-148, 2017. <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017136-148.454>
- SOUZA, T. *O emprego da tecnologia na educação ambiental através da projeção e construção do aplicativo "CIDECO"*. Dissertação (Mestrado) - Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2018.
- VESTENA, R.F.; BEM, R.M. O jogo digital "REICLAPPSM" na educação ambiental e tecnológica das crianças. *Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, v. 4, n. 1, p. 34-48, 2020.
- WILEY, D. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. *Learning Technology*, 2830, 2000.
- ZAKARIA, N.S.; SARIPAN, M.I.; SUBARIMANIAM, N.; ISMAIL, A. Assessing Ethoshunt as a gamification-based mobile app in ethics education: pilot mixed-methods study. *JMIR Serious Games*, v. 8, n. 3, p. e18247, 2020. <https://doi.org/10.2196/18247>