



Paulo Ricardo Santos



Universidade Feevale

paulo.s@feevale.br

Débora Nice Ferrari Barbosa



Universidade Feevale

deboranice@feevale.br

João Batista Mossmann



Universidade Feevale

mossmann@feevale.br

Bernardo Benites Cerqueira



Universidade Feevale

bernardo@feevale.br

Yasmin dos Santos Etges



Universidade Feevale

yasminetges@feevale.br

CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL EM CONSTRUTOS DIGITAIS DE APRENDIZAGEM: A EXPERIÊNCIA DO JOGO “GUARDIÕES DAS ÁGUAS”

RESUMO

Este trabalho apresenta um jogo multiplataformas (Tablets e Kinect), chamado “Guardiões das Águas. O jogo define-se como um Construto Digital de Aprendizagem (CDA) e tem o objetivo de promover a conscientização acerca do saneamento ambiental. Como metodologia, utilizou-se um modelo cíclico de desenvolvimento de softwares voltado para jogos, composto por cinco etapas: Inspiração, Conceito, Design, Desenvolvimento e Avaliação/Testagem. Após um período de 16 meses, foi oportunizada uma versão inicial do produto. Para validação deste CDA, foram aplicados testes com alunos de escolas públicas, de idades entre 8 e 12 anos. A resposta dos participantes ao CDA foi positiva, pois o jogo possibilitou a identificação e reflexão acerca da temática proposta.

Palavras-chave: Jogos digitais. Saneamento ambiental. Educação.

ENVIRONMENTAL AWARENESS IN DIGITAL LEARNING CONSTRUCTS: THE EXPERIENCE OF THE GAME “GUARDIANS OF WATERS”

ABSTRACT

This work presents a multiplatform game (Tablets and Kinect), called “Guardians of Waters”. The game is defined as a Digital Learning Construct (CDA) and aims to promote awareness about environmental sanitation. As methodology, it was used a cyclic model of software development applied on games, consisting of five steps: Inspiration, Concept, Design, Development and Evaluation / Testing. After a period of 16 months, an initial version of the product was offered. To validate this CDA, tests were applied with students from public schools, aged between 8 and 12 years. The participants' response to the CDA was positive, since the game enable the identification and reflection on the proposed theme.

Keywords: Digital games. Environmental sanitation. Education.

Submetido em: 28/09/2019

Aceito em: 22/12/2019

Publicado em: 22/06/2020

 <http://dx.doi.org/10.28998/2175-6600.2020v12n27p593-614>



I INTRODUÇÃO

A educação sempre se favoreceu de diferentes estratégias metodológicas para promover uma aprendizagem significativa e impactante no ensino de crianças e adolescentes. Com a ascensão de uma cultura digital, o uso de dispositivos tecnológicos integrados à internet tornou-se parte do processo educativo, tanto em nível do sujeito quanto em nível de currículo. Dentre as possibilidades de integração entre educação e tecnologia, o uso de jogos digitais é uma das estratégias que mais possui potencial, uma vez que jogar um jogo demanda o uso de diversas habilidades, como: leitura, interpretação de imagens, raciocínio lógico, agilidade de resposta, entre outros saberes (BRANCO et al, 2013) (MOURA, 2010) (GROS, 2007).

Uma das opções para a inclusão de jogos digitais na educação é o desenvolvimento de jogos educacionais, construídos ao redor de uma área temática do conhecimento ou de algum assunto específico. Entretanto, a ideia de um jogo educativo é vista de forma negativa por muitos jovens. Isso ocorre não por uma negação quanto ao ato de aprender, mas sim como uma mera resposta à qualidade "duvidosa" desses jogos, que falham em fornecer uma experiência de entretenimento prazerosa aos usuários (BABA & TSCHANG, 2001). Em qualquer jogo, seja ele de aventura, de ação, de esportes ou variados, existe uma aprendizagem implícita, uma vez que o jogador é desafiado a resolver problemas, encontrar soluções, prestar atenção em elementos diversos simultaneamente, responder de forma rápida e precisa, entre outros aspectos (GROS, 2007). Percebe-se, portanto, que jogar jogos não é apenas um exercício de apertar botões, mas, sim, uma experiência riquíssima em termos de simulações e aprendizagens. (VALADARES et al, 2014).

Dessa forma, este trabalho tem por objetivo apresentar um jogo multiplataformas (*Tablets e Kinect*) com temática sobre saneamento ambiental, chamado "Guardiões das Águas", desenvolvido por pesquisadores do Laboratório de Objetos de Aprendizagem (LOA) da Universidade Feevale. Este artigo divide-se da seguinte forma: após a introdução, discutem-se tópicos relacionados à educação, jogos digitais e desenvolvimento de *softwares*. Na seção 3, apresentam-se os aspectos metodológicos. Na seção 4, o desenvolvimento do jogo é explicado à luz da metodologia. Na seção seguinte, apresenta-se o jogo, com uma intensa descrição de suas características. Após, apresentam-se os resultados obtidos na validação do CDA e então têm-se as considerações finais.

2 EDUCAÇÃO E JOGOS DIGITAIS: TRABALHOS RELACIONADOS

Um jogo, por si só, envolve diferentes tipos de habilidades e aprendizagens. Leitura, decodificação de imagens, raciocínio lógico, pensamento processual, entre outros (GROS, 2007). Um jogo educativo,

geralmente, aborda algum assunto ou temática, não estando (sempre) preso a uma matéria isolada do conhecimento, como língua portuguesa, matemática ou ciências, mas sim, desenvolvendo saberes interdisciplinares em torno de algum assunto. Dado o potencial do uso desses recursos tecnológicos na educação, a Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (SDECT) abriu um edital em 2015 para o desenvolvimento de novas mídias para educação em saneamento ambiental, do qual a Universidade Feevale fez parte através da produção de um jogo multimodal intitulado "Guardiões das Águas".

A educação ambiental está inclusa no currículo escolar brasileiro, desde a época dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). De acordo com Ponciano, Santos & Oliveira (2014) a primeira versão dos PCN, de 1999, recebia apoio do recém criado Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA) e da lei federal 9.795/99 chamada de Política Nacional de Educação Ambiental, destacando a Educação Ambiental como "componente permanente da educação nacional devendo constar em todos os níveis e modalidades de ensino: formal, não formal e informal" (p. 176).

Sendo um dos aspectos importantes a serem discutidos no currículo escolar, o uso de jogos digitais pode ser uma estratégia pedagógica muito efetiva (PRENSKY, 2001), uma vez que, por meio do jogo, o estudante pode aprender sobre o assunto, raciocinar estrategicamente diante de problemas simulados e desenvolver empatia pela temática. Para chegar a esse resultado, a construção de um jogo educativo deve ser feita seguindo uma metodologia adequada, pois busca-se unir em um só produto as características atrativas dos jogos de entretenimento e o caráter pedagógico dos objetos de aprendizagem.

Na união com a tecnologia, surgem os objetos de aprendizagem virtuais, que, segundo Melaré & Wagner (2005, p. 4), podem ser definidos como "recursos digitais, que são usados, reutilizados e combinados com outros objetos para formar um ambiente de aprendizado rico e flexível". Entretanto, dada a complexidade observada no LOA da Universidade Feevale durante o desenvolvimento desses objetos, decidiu-se por revisar e ampliar o conceito, de modo a agregar as percepções dos desenvolvedores ligados ao Laboratório. Surge então o conceito Construto Digital de Aprendizagem (CDA).

De acordo com Branco *et. al.* (2013, p. 279), define-se Construto Digital de Aprendizagem como sendo "qualquer entidade ou artefato inventado ou construído de maneira multidisciplinar no formato de um *game* educacional, ajudando os jogadores a construir ou reelaborar seu conhecimento", tendo como característica, segundo Heidrich *et. al.* (2016, p. 3399): uma natureza "dual, como jogo e objeto de aprendizagem e também jogo, por trabalhar processualmente as contribuições de cada área sem nenhum tipo de subordinação entre elas".

Esse conceito foi elaborado a partir do embate entre a proposta educacional do objeto de aprendizagem e as características de desenvolvimento de jogos. Diz-se embate porque, em muitos casos,

ocorre uma subordinação de um aspecto ao outro. Por vezes, um jogo educacional apresenta excelente qualidade gráfica, mas superficialidade em seu conteúdo, ou apresenta um conteúdo didático bem organizado, mas é fraco quanto aos elementos de gamificação e design (BRANCO et al, 2013). Percebe-se que, em diversas propostas de produção de um jogo educativo, tem-se uma visão mais próxima da indústria de *softwares*, pois, diante da proposta de um jogo educativo, muitos desenvolvedores produzem o objeto, considerando o objetivo pedagógico como fundamental, enquanto o aspecto entretenimento fica em segundo plano (GROS, 2007).

As indústrias de *softwares* e de jogos digitais, embora tecnicamente parecidas, uma vez que ambas compartilham (por vezes) dos mesmos recursos tecnológicos e de linguagens de programação, são, essencialmente, diferentes uma da outra. Isso porque, segundo Baba & Tschang (2001), a primeira volta-se mais para um aspecto de funcionalidade e organização. Um *software* satisfará seu público alvo se estiver programado com funcionalidades e recursos que correspondam às necessidades do usuário, que (geralmente) não está preocupado se o *software* é divertido de usar, por exemplo. Diferentemente, os jogos possuem valor se possibilitarem uma experiência de entretenimento agradável (BABA & TSCHANG, 2001). Jogos chatos, que não prendem a atenção do usuário, que não oferecem desafios à altura de suas habilidades, que não possuem visual, animações e sons cativantes e que não oferecem uma experiência de jogabilidade satisfatória serão um fracasso. Muitas vezes, o problema não está no conceito do jogo em si, mas sim, no planejamento estratégico de sua produção. Isso é uma realidade tanto na indústria de jogos para entretenimento, quanto na produção de jogos educativos.

De acordo com Manjula, Chakradhar & Sai (2016), um dos problemas no desenvolvimento de jogos é que os produtores devem dar grande atenção à metodologia segundo a qual o jogo será construído. Muitas vezes, os prazos atrasam, os recursos financeiros excedem o previsto e o resultado é considerado aquém do pretendido, quando a gerência do projeto em nível organizacional é falha (BABA & TSCHANG, 2001). Como solução, os autores Manjula, Charradhar & Sai (2016, p. 557) sugerem que as empresas devem investir no treinamento de sua equipe, de modo que "possam ter as habilidades para avaliar diferentes métodos adaptados e identificar aqueles que são adequados para sua equipe e projetos". Metodologia, portanto, é fundamental na produção de um jogo.

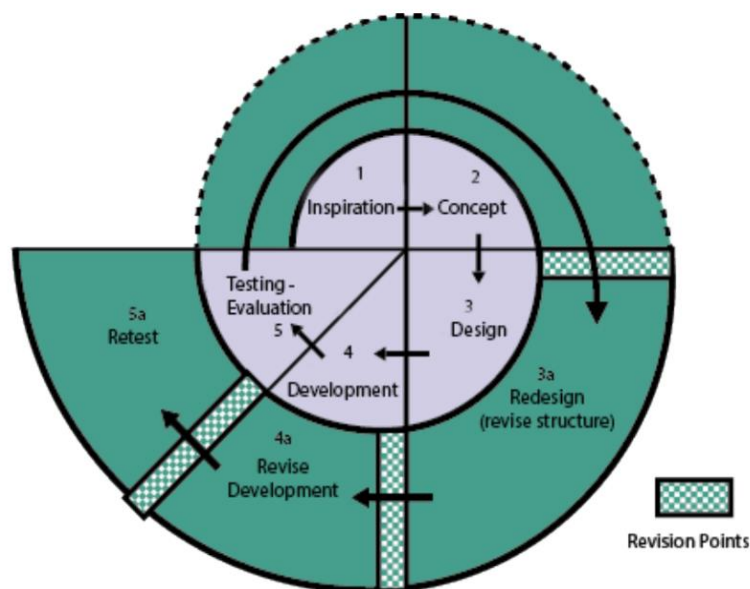
3 RECURSOS METODOLÓGICOS

Uma das principais etapas a serem consideradas no desenvolvimento de um CDA é a metodologia, uma vez que o *software* é um produto complexo, cuja construção entrelaça diversas áreas e profissionais, é necessário que seu desenvolvimento ocorra por meio de estratégias sólidas. Inicialmente, um desenvolvedor pensa em diversos fatores: a linguagem na qual irá programar; as características visuais do

software; as funcionalidades e especificidades do objeto; o público alvo; despesas financeiras; equipe; entre outros aspectos (KANODE & HADDAD, 2009). Mesmo com um bom planejamento estratégico dessas questões, é fundamental definir um método para guiar a transformação de um conceito em um protótipo exequível. Nesse momento, a metodologia adotada para o desenvolvimento irá fazer total diferença quanto ao objetivo que se deseja alcançar.

Pensando no desenvolvimento de um jogo multimodal, a metodologia adotada no CDA "Guardiões das Águas", tema deste trabalho, baseou-se em um modelo de desenvolvimento em espiral cíclico confeccionado por Baba e Tschang (2001), conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Modelo de desenvolvimento em espiral cíclico



Fonte: Baba e Tschang (2001).

A Figura 1 demonstra o modelo dos autores, composto por cinco etapas básicas. De acordo com o resultado da etapa 5 (avaliação), o ciclo se repete a partir da terceira etapa por quantas vezes forem necessárias até sua finalização. De maneira resumida, cada etapa pode ser definida como:

1 – inspiração – aqui, ocorrem as primeiras reuniões do projeto, no qual discute-se a ideia de um jogo, sua temática, público-alvo, entre outros;

2 – conceito – em seguida, a ideia é transformada em um modelo de como o jogo será quando finalizado;

3 – design – a partir de um conceito, a estrutura do jogo é definida, bem como suas diferentes partes, especificidades, entre outros;

4 – desenvolvimento – nesta etapa, o jogo passa pelo processo de construção/programação, que envolve aspectos gráficos, animações, sonoplastia e trilha sonora, entre outros;

5 – testagem - Avaliação – aqui, o projeto é avaliado, tanto pelos produtores como por voluntários do público alvo, de modo que seja possível identificar problemas quanto a mecânicas do jogo, além de falhas gerais (gráficos, animações, som, telas ou botões);

3a – revisão de design – Qualquer aspecto falho apresentado na testagem faz com que o projeto passe por uma nova revisão. Isso requer um novo olhar ao design, uma vez que, em muitos casos, o jogo pode passar por uma mudança estrutural significativa, tanto em termos da mecânica empregada quanto a fases e aspectos visuais;

4a – revisão de desenvolvimento – As mudanças aprovadas pela equipe na revisão de design passam agora por implementação;

5a – nova testagem/reavaliação – Ao fim do novo ciclo de revisões, o jogo passa por uma nova avaliação. Qualquer problema apresentado faz com que o ciclo reinicie uma terceira vez, e, assim por diante, até que haja uma versão considerada definitiva para ser apresentada ao público.

A repetição desse ciclo é fundamental para que o jogo chegue a uma versão consistente. Pode ser extremamente prejudicial a uma empresa disponibilizar um jogo sem passar por um número X de testes, revisão do design, correções no desenvolvimento, conforme visto no modelo de Baba e Tschang (2001). Jogos com falhas em sua estrutura podem afastar usuários, mesmo que lhes seja ofertado suporte online ou uma nova versão com os problemas corrigidos.

Na seção seguinte, discute-se brevemente como a metodologia de Baba e Tschang foi aplicada a um CDA intitulado "Guardiões das Águas", desenvolvido no LOA da Universidade Feevale.

4 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO JOGO GUARDIÕES DAS ÁGUAS

No LOA, são desenvolvidos CDA's conforme demandas que surgem de empresas ou editais. No caso deste trabalho, a equipe inscreveu um projeto em um edital do governo estadual que previa o desenvolvimento de novas mídias para educação em saneamento ambiental. Dessa forma, surge o jogo Guardiões das Águas, desenvolvido para promover a conscientização acerca de sustentabilidade e saneamento ambiental de crianças do 3º e 4º anos do ensino fundamental.

Sendo assim, nesta seção, discute-se, brevemente, o processo de desenvolvimento do CDA "Guardiões das Águas" à luz da metodologia de Baba e Tschang (2001) e das teorias referentes a objetos de aprendizagem, educação por meio de jogos digitais e desenvolvimento de jogos.

A construção do jogo levou em torno de 16 meses, desde a conceituação das ideias iniciais até o período de avaliação e validação. A equipe de produção foi composta de um programador, um *game designer*, três produtores de conteúdo, um coordenador de projeto, além de alguns bolsistas que atuaram

como colaboradores (CERQUEIRA et. al. 2018), envolvendo áreas como Jogos Digitais, Ciências da Computação, Educação em Saneamento Ambiental, Letras, Sistemas de Informação. Essa diversidade caracteriza o CDA como um produto de esforço multidisciplinar. Nesse processo, a metodologia de Baba e Tschang foi considerada adequada e provou ser eficiente para a construção do projeto.

Para exemplificar como o modelo em espiral cíclico de 5 etapas dos autores foi aplicado no jogo, resgata-se aqui uma discussão já apresentada no artigo "Processo de construção de jogos multimodais do laboratório de objetos de aprendizagem da Universidade Feevale" (CERQUEIRA et al, 2018), trabalho que teve por objetivo discutir as metodologias de desenvolvimento de jogos e *softwares*, apresentando com maiores detalhes como o modelo cíclico de Baba e Tschang foi aplicado no construto Guardiões das Águas. Assim, conforme visto em Cerqueira et al (2018), passamos a descrever o que ocorreu em cada etapa:

01 – Inspiração – Foram realizadas reuniões estratégicas de planejamento, de modo a definir a temática do jogo, os objetivos, quais elementos de gamificação seriam empregados, qual seria a narrativa base, quais eram os prazos, recursos financeiros, equipe. Assim, nesta etapa, definiram-se quais tópicos do tema "saneamento ambiental" seriam abordados (limpeza dos rios, tratamento biológico, resíduos sólidos, entre outros); qual seria a narrativa (dois personagens heróis, problemas na natureza, monstros vilões), entre outros aspectos.

02 – Conceito – Aqui, as ideias iniciais discutidas na etapa anterior já passaram por um filtro inicial e as etapas do projeto, bem como as funções de cada participante da equipe, já estavam estruturadas de modo que fosse possível definir, por exemplo, como a mecânica do jogo seria obtida considerando a portabilidade entre plataformas (*Kinect, IOS, browser e Android*).

03 – Design – Nesta etapa, alinharam-se com cada integrante da equipe as tarefas e responsabilidades no projeto.

04 – Desenvolvimento – Aqui, o jogo começou a ganhar forma. Na parte de programação, foram utilizados o sistema Unity© para a prototipagem, além da implementação de técnicas de gamificação e desenvolvimento do processo de *porting* (CERQUEIRA et al, 2018). Para a modelagem em 3D e demais aspectos gráficos, *Autodesk 3Ds Max*, entre outras ferramentas. Também se destaca a produção e revisão da narrativa do jogo, juntamente com a produção de um livreto associado ao jogo.

05 – Testagem/Avaliação – Aqui, os testes iniciais foram feitos na própria universidade contando com voluntários do público-alvo. Dessas avaliações, foi considerada a opinião dos usuários quanto às mecânicas de jogo, à duração de cada minijogo, incoerências ou problemas de narrativa/texto, *bugs* ou execuções inadequadas das partes, entre outros aspectos.

Com a etapa 5, cumpriu-se um ciclo primário do modelo cíclico. Todos os dados coletados nessa testagem passaram por uma análise e, dessa forma, a equipe pôde reiniciar o processo de construção a

partir da 3ª etapa – Conceito - revisando o jogo e implementando mudanças desde aspectos conceituais, *backend*, *front-end*, até aspectos visuais, fazendo novas avaliações até que fosse possível ter uma versão final e definitiva.

Os parágrafos anteriores descrevem o processo de desenvolvimento do jogo em si, isto é, do *software*, porém, inclui-se no modelo de Baba e Tschang outras questões ligadas diretamente ao jogo, como planejamentos de equipe, produção de relatórios, confecção de um site, hospedagem em servidor, produção de artigos, resumos, apresentações em eventos ou para membros apoiadores, entre outros. Além disso, estava incluso no edital do jogo como requisito a produção de um *ebook* complementar. Esse material foi produzido nos meses finais do tempo estabelecido para o projeto e traz, em poucas páginas, uma rápida definição acerca de 5 tópicos relativos ao jogo: saneamento ambiental; tratamento da água; tratamento de esgoto; resíduos sólidos e tecnologias de tratamento. Para sua produção, contou-se com ajuda de um bolsista da área de Letras, que resumiu os principais conceitos em uma linguagem adequada ao público alvo.

Finalizada a produção do jogo, a equipe organizou duas aplicações para validação do CDA, ocorridas em duas escolas de municípios da região do Vale dos Sinos, RS, permitindo uma análise de dados baseada em contextos distintos. Para validar o jogo, em torno de 50 sujeitos jogaram o jogo. Os dados foram coletados por meio de questionário impresso, individual, no qual cada participante respondeu uma série de perguntas sobre o jogo. A análise desses dados ocorreu de forma quantitativa, mas também se considerou a observação dos pesquisadores sobre o comportamento dos alunos.

As seções seguintes apresentam uma descrição aprofundada da estrutura e composição do jogo, bem como os resultados provenientes da validação do CDA.

5 CARACTERÍSTICAS DO JOGO

O jogo Guardiões das Águas é um jogo multimodal, disponível para computadores *desktop* (*Kinect*) e dispositivos móveis (*tablets*). O que muda de uma versão para outra é apenas as ações do usuário quanto à jogabilidade, uma vez que gráficos, narrativa e objetivos continuam os mesmos. O conteúdo do jogo versa sobre questões relacionadas a saneamento ambiental, em especial, assoreamento de rios, resíduos sólidos, dejetos químicos, entre outros.

Para que o conteúdo fizesse sentido em um contexto controlado, ao invés de simplesmente colocar o jogador diante de tarefas e obrigá-lo a resolvê-las, estabeleceu-se para o jogo uma narrativa que pudesse implicar uma identificação no usuário, de modo que, por meio da ficção, o jogador possa fazer reflexões sobre a própria realidade.

Na história, os danos causados à natureza dão origem a monstros chamados Pavunas, seres horrendos que acabam produzindo ainda mais poluição. Diante desses problemas, cabe aos heróis Kai e Nina salvarem a natureza e impedir que a poluição continue produzindo mais problemas ao meio ambiente. Como são inexperientes no assunto e pouco conhecem sobre meio ambiente, os heróis contam com a ajuda de uma tutora chamada Gaia, que ensina aos personagens tudo o que precisam saber sobre saneamento ambiental.

Dessa forma, o CDA é dividido em 6 minijogos, nos quais os conteúdos são apresentados com relação a uma temática. Para jogar, o usuário deve cadastrar alguns dados básicos, como nome, escola, idade, ano escolar, entre outros, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Tela de cadastro de usuários

A imagem mostra a tela de cadastro de usuários do jogo "Guardiões das Águas". O fundo é vermelho com bolhas brancas. No topo, há um ícone de seta para voltar à esquerda, o logo do jogo "Guardiões das Águas" (uma gota de água azul) e um ícone de fechar (X) à direita. O título "DADOS DO USUÁRIO" está centralizado. Abaixo dele, há campos de entrada para "Nome do(a) Jogador(a)", "Nome da Escola", "IDADE" (com subcampos "Idade" e "ANOS"), e "ANO ESCOLAR" (com subcampos "Ano Escolar" e "°ANO"). À direita dos campos, há botões para "Destro" (com ícones de mãos) e "Menina" (com ícones de figuras masculina e feminina). No rodapé, há um botão verde "Salvar Alterações".

Fonte: os autores (2020).

Após o cadastro, tem-se a tela inicial do jogo. Agora, são apresentadas outras quatro seções. As seções "Introdução" e "Encerramento" são referentes à narrativa do jogo, que é desenvolvida durante os minijogos. Destacam-se algumas questões referentes à composição. Essa tela contém quatro botões coloridos, destacados do fundo e contendo um ícone e escrita. O botão de jogos está em destaque central/superior e é o maior da tela. Isso facilita a organização do jogador e seu acesso ao item pretendido. A Figura 3 mostra a tela inicial do jogo.

Figura 3 - Tela inicial do jogo.



Fonte: os autores (2020).

Ao clicar na guia "Jogos", direciona-se para a tela de escolha dos minijogos. O usuário pode iniciar por qualquer fase, uma vez que, embora haja uma narrativa linear que acompanha todas, elas são independentes uma das outras. A Figura 4 mostra a tela de escolha dos jogos.

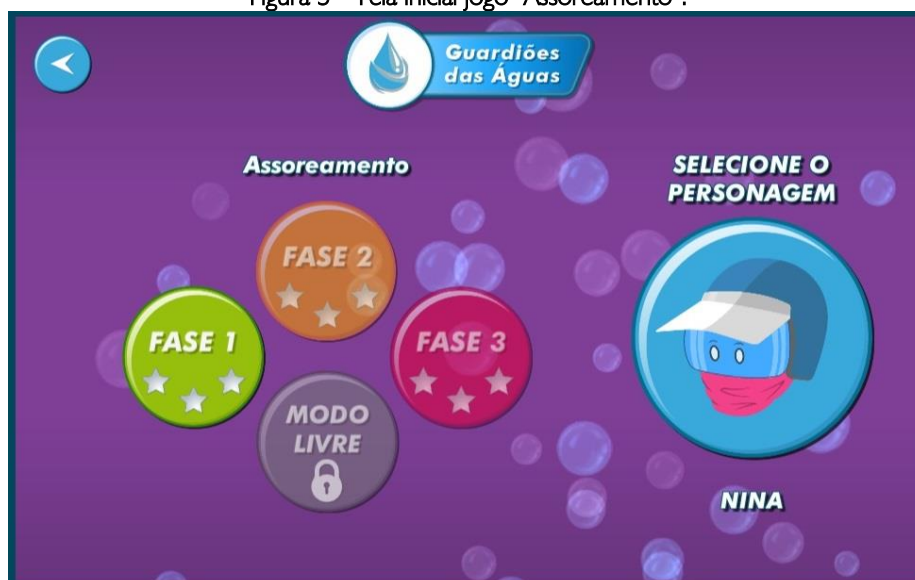
Figura 4 - Tela de escolha dos minijogos.



Fonte: os autores (2020).

Ao clicar em alguma das 6 opções, uma nova tela aparece ao jogador. Aqui, encontram-se as fases jogadas, com estrelas, indicando o desempenho e uma opção para escolha do personagem, se jogará utilizando o avatar Nina ou Kai. A Figura 5 mostra a tela intermediária do jogo "Assoreamento".

Figura 5 - Tela inicial jogo "Assoreamento".

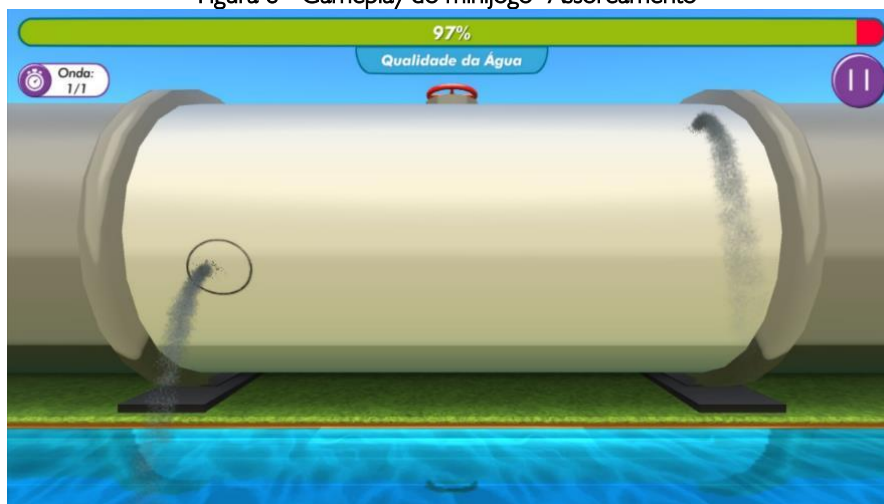


Fonte: os autores (2020).

Cada minijogo inicia com uma narrativa na qual os personagens interagem entre si e com Gaia, fornecendo a explicação acerca do assunto. Por exemplo, no primeiro minijogo, assoreamento, a personagem Gaia avisa que os rios estão sendo danificados pelo assoreamento. Quando os personagens Nina e Kai questionam o que isso significa, Gaia explica de forma simples e objetiva. Cada tutorial conta com a opção "pular". Após, o jogador joga a fase. Quando encerra, há uma tela rápida contendo a narrativa final e, então, aparece o resultado.

I – Assoreamento – Neste minijogo, o jogador deve impedir que a erosão das margens, causada pelo desmatamento, venha obstruir a passagem da água e alterar o formato do rio. Para tal, deve desenhar na tela as linhas indicadas em amarelo no retângulo destacado no meio da tela. Quando desenha corretamente e no tempo estabelecido pela barra, a margem do rio se transforma. Quando não faz os desenhos a tempo, a porcentagem da qualidade da água começa a diminuir até chegar a 0 e o jogador "perde". O conteúdo aborda a importância de não desmatar as margens dos rios, que é uma das causas do assoreamento. A Figura 6 mostra a tela que aparece ao jogador durante o *gameplay*.

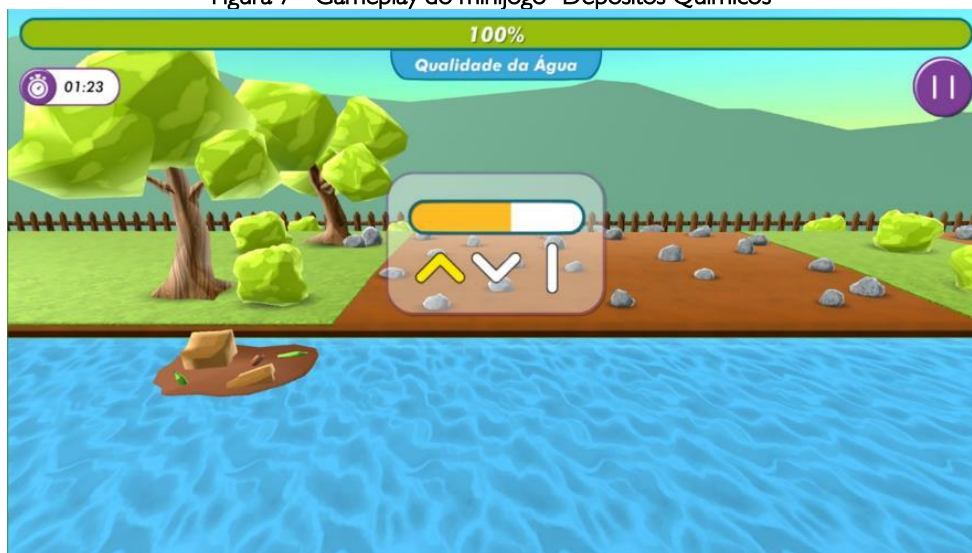
Figura 6 - Gameplay do minijogo "Assoreamento"



Fonte: os autores (2020).

2 – Depósito de químicos – Neste minijogo, o jogador deve impedir que vazamentos em um depósito de produtos químicos venham a prejudicar a água. Para isso, deve consertar os buracos que aparecem continuamente no cano e manter a qualidade da água. O conteúdo aborda o dano causado pela ação de produtos químicos na água, por vezes provenientes de vazamentos e danos nas redes de armazenamento desses componentes. A Figura 7 mostra a tela que aparece ao jogador.

Figura 7 - Gameplay do minijogo "Depósitos Químicos"



Fonte: os autores (2020).

3 – Dejetos sólidos – Neste minijogo, o jogador deve destruir os resíduos sólidos que os monstros Pavunas estão jogando no rio e causando poluição. Para tal, deve movimentar o personagem pela tela e destruir os objetos (garrafas plásticas, latas, caixas de papelão) usando rajadas de energia. Toda vez que um objeto passa sem ser destruído, diminui a porcentagem da qualidade da água. O conteúdo aborda o dano que objetos sólidos causam à água, uma vez que o jogador deve destruí-los. A Figura 8 mostra a tela que aparece ao jogador.

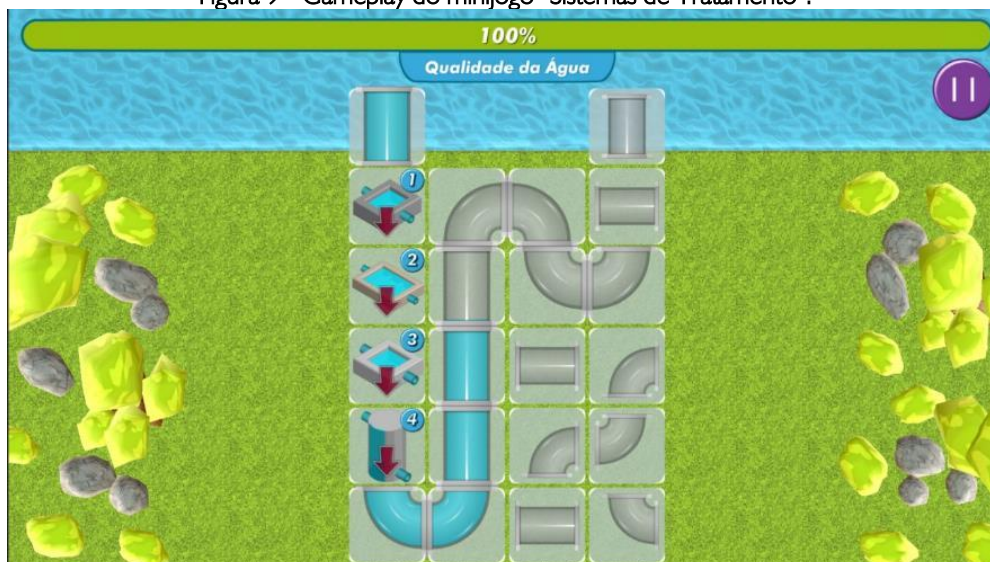
Figura 8 - Gameplay do minijogo "Dejetos sólidos".



Fonte: os autores (2020).

4 – Sistemas de tratamento – Neste minijogo, com uma mecânica semelhante a um quebra-cabeça, o jogador deve reposicionar as partes do cano para que a água passe por um tratamento adequado. Quando não faz a tempo, a porcentagem de qualidade da água é diminuída bruscamente (25% a cada vez). O conteúdo aborda as partes componentes de uma estrutura de tratamento, de acordo com cada etapa do processo. A Figura 9 mostra a tela que aparece ao jogador.

Figura 9 - Gameplay do minijogo "Sistemas de Tratamento".



Fonte: os autores (2020).

5 – Fontes de poluição – Neste minijogo, o jogador deve deslocar a personagem pela tela, pegar monstros que representam cada tipo de fonte de poluição e jogá-los dentro da lixeira adequada. O conteúdo aborda a separação adequada de resíduos orgânicos e sólidos, contendo quatro caixas para disposição: dejetos plásticos, vidro, metal e dejetos orgânicos. A Figura 10 mostra a tela que aparece ao jogador.

Figura 10 - Gameplay do minijogo “Fontes de poluição”.



Fonte: os autores (2020).

6 – Tratamento Biológico – Neste minijogo, o jogador deve posicionar as plantas macrófitas nos lugares onde a sujeira aparece. Tendo à disposição 6 delas, deve prosseguir reposicionando as plantas nos focos de sujeira, de modo a manter a qualidade da água. O conteúdo aborda uma tecnologia biológica de tratamento da água que utiliza uma espécie de plantas aquáticas chamadas “macrófitas”. Essa tecnologia foi desenvolvida pela empresa Wirklich, parceira e apoiadora do projeto. A Figura 11 mostra a tela que aparece ao jogador.

Figura 11 - Gameplay do minijogo “Tratamento Biológico”.



Fonte: os autores (2020).

Cada minijogo é precedido por um tutorial que ensina o jogador sobre a mecânica daquela fase e os objetivos. As instruções são dadas textualmente, com uma simulação guiada por passos que, após serem cumpridos, tornam o jogador apto a realizar o minijogo. Também se disponibilizou um botão para pular o tutorial. Na Figura 12, exemplifica-se o tutorial do minijogo “Assoreamento”. Cabe destacar a

composição gráfica dos tutoriais: frases curtas, com comandos objetivos, cores escuras em contraste com o branco, de modo a facilitar a visualização, entre outros aspectos.

Figura 12 - Exemplo de tutorial do minijogo "Assoreamento".



Fonte: os autores (2020).

Após finalizar o minijogo, aparece uma tela final contendo a narrativa específica para aquela parte, como pode ser visto na Figura 13:

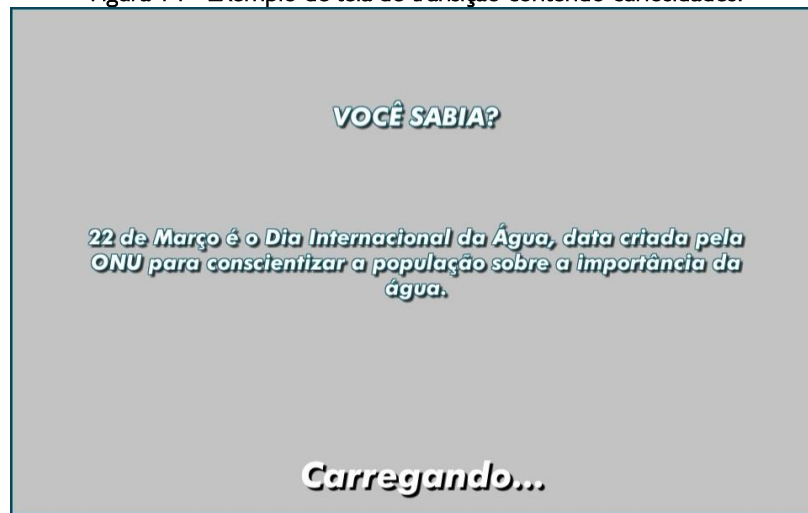
Figura 13 - Exemplo de tela narrativa (final de um minijogo).



Fonte: os autores (2020).

Durante a transição entre as partes do jogo, há uma tela intermediária que apresenta curiosidades relacionadas à temática, de forma randômica. A Figura 14 mostra um exemplo:

Figura 14 - Exemplo de tela de transição contendo curiosidades.



Fonte: os autores (2020).

O jogo está disponível gratuitamente no site¹ do LOA, em quatro versões: *browser*, aplicativo para dispositivos *Android*, aplicativo para dispositivos *IOS* e arquivo executável para sistemas *Windows* com *Kinect*. Para fazer o *download*, basta acessar o site e clicar na versão desejada. Juntamente, há um livreto disponível em formato *pdf* contendo explicações simples sobre alguns aspectos da temática abordada.

6 VALIDAÇÃO E RESULTADOS

Após a finalização do desenvolvimento do jogo multimodal, a equipe mobilizou-se para realizar a validação do CDA. Para tal, foram escolhidas duas escolas para a aplicação do jogo.

A primeira aplicação ocorreu em setembro de 2018, na EMEF Prof. Adolfina J.M. Diefenthaler, localizada em Novo Hamburgo, RS, sendo realizada em dois turnos. O primeiro deles, pela manhã, teve a participação de 21 crianças, enquanto o turno da tarde contou com a presença de 20 crianças, totalizando 41 crianças, todas do 3º ano do Ensino Fundamental. Após a sessão de jogo, que durou aproximadamente 40 minutos, um questionário foi entregue para que as crianças respondessem a respeito de suas impressões. Dos 41 formulários, 10 deles foram desconsiderados por problemas no preenchimento, como por exemplo, perguntas que não foram respondidas, ou perguntas que requerem uma resposta única recebendo múltiplas respostas. Assim, após esse filtro, 31 respostas foram consideradas válidas.

A segunda aplicação ocorreu em outubro de 2018 na EMEF Morada do Sol, localizada em Campo Bom, RS, em uma única sessão pela manhã, com a participação de 13 crianças do 3º e 4º ano escolar. Essa aplicação teve a duração de aproximadamente 1 hora e novamente um questionário foi entregue

¹ <http://games.feevale.br/loa/guardioesdasaguas>

para as crianças para verificar suas impressões. Nenhum dos 13 formulários apresentou erros de preenchimento e, portanto, todos foram considerados válidos.

O questionário aplicado coletou dados básicos dos sujeitos, idade, sexo e ano escolar. Além disso, questionou-se também: a) onde (dispositivo) você costuma jogar? b) quantas vezes por semana você costuma jogar? c) o jogo "Guardiões das Águas" foi fácil de jogar? d) o jogo faz pensar sobre saneamento ambiental? e) o jogo foi divertido? f) você gostou dos visuais do jogo? g) a história do jogo é legal? h) qual foi o seu minijogo favorito?

Após essas, as últimas questões abordavam cada jogo, questionando se foi fácil, normal ou difícil. Essa série de questões forneceu dados consistentes sobre o perfil dos sujeitos e sua opinião sobre o jogo, tornando possível uma análise quantitativa bem diversificada.

Em relação aos dados obtidos de acordo com as respostas válidas, evidenciou-se que 84,1% dos participantes estão no 3º ano escolar e 15,9% no 4º ano escolar; aproximadamente 2/3 dos participantes são do sexo masculino, e a grande maioria das crianças possui 8 ou 9 anos de idade (84,1%), enquanto apenas 15,9% delas possuem 10 anos de idade. Outra informação que se destacou durante a análise dos dados foi o fato de que 79,5% de as crianças afirmaram jogar em celulares ou *tablets*, enquanto menos da metade (43,2%) sinaliza utilizar o computador como plataforma para jogos. Isso reforça ainda mais a importância de considerarmos o ecossistema *mobile* quando se pensa em um projeto dessa natureza, pois é de longe a plataforma mais comum a esse público, vencendo até mesmo os consoles (*Playstation*, *Xbox*, etc.), que representaram um pouco mais da metade das respostas (59,1%).

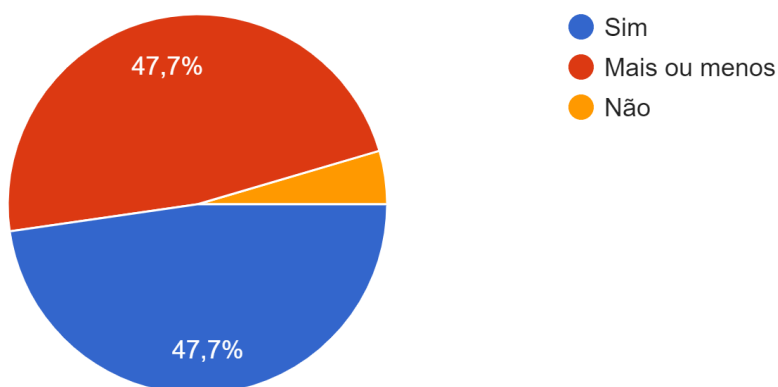
Cabe apontar também, que nenhuma criança respondeu que não joga de modo algum. No que se refere à frequência com que os participantes jogam, fica evidente que se trata de uma amostra do público-alvo que é acostumada a jogar bastante, visto que mais da metade das crianças (59,1%) joga pelo menos 5 vezes na semana, enquanto que a parcela referente àqueles que jogam até 2 vezes durante a semana (o que a equipe de desenvolvimento classifica como pouco) corresponde à apenas 13,6%.

Ainda sobre os dados, no que diz respeito ao jogo multimodal, houve uma boa aceitação em relação à facilidade de uso, com apenas 4,5% dos participantes sinalizando dificuldades em utilizá-lo. A Figura 15 demonstra, em um gráfico simples, os resultados para a pergunta "O jogo foi fácil de utilizar?" do questionário aplicado.

Figura 15 - Resultados do questionário.

O jogo Guardiões das Águas foi fácil de usar?

44 respostas



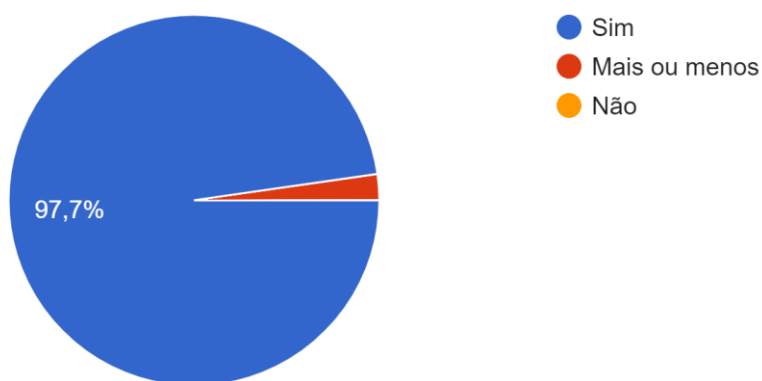
Fonte: os autores (2020).

De maneira complementar, a grande maioria (97,7%) das crianças acharam o jogo divertido, enquanto 2,3% tiveram uma opinião neutra. Nenhum participante sinalizou que não se divertiu com o jogo, conforme pode ser visto no gráfico da Figura 16.

Figura 16 - Resultados do questionário.

O jogo foi divertido?

44 respostas



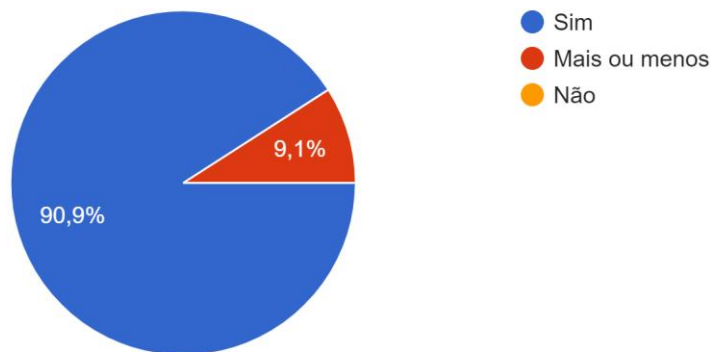
Fonte: os autores (2020).

Além disso, a Figura 17 demonstra que, em relação ao conteúdo, 90,9% dos participantes afirmaram que o jogo as fez pensar sobre a temática do saneamento ambiental, enquanto 9,1% opinaram de maneira neutra e nenhuma criança sinalizou negativamente sobre esse aspecto do projeto.

Figura 17 - Resultados do questionário.

O jogo faz pensar sobre o saneamento ambiental?

44 respostas



Fonte: os autores (2020).

Igualmente, os aspectos técnicos do jogo como visuais e narrativa tiveram um alto grau de aceitação, de 90,9% e 88,6% respectivamente.

Entre as seis atividades presentes no jogo, a referente à "Dejetos Sólidos" atingiu o maior grau de predileção entre os jogadores, com 47,7% deles sinalizando esse minijogo como o seu favorito, seguida da atividade referente ao tema "Assoreamento", com 27,3% dos votos. Em relação às dificuldades, acreditamos que exista um equilíbrio interessante ao longo dos seis minijogos, pois nenhum deles foi sinalizado como fácil ou difícil de maneira próxima à unanimidade, havendo também uma variação grande nas porcentagens entre uma atividade e outra. A atividade mais fácil de acordo com os participantes, foi a de Dejetos Sólidos, com 54,5% das crianças sinalizando-a como tal, enquanto a mais difícil foi a atividade Sistemas de Tratamento, com 52,3% das crianças indicando-a como difícil. É importante destacar que o minijogo Sistema de Tratamento, apesar de ter sido julgado como o mais difícil, ocupa o 3º lugar na predileção das crianças.

Essa informação indica que é importante a existência de um equilíbrio entre desafios mais fáceis e difíceis, pois os gostos e habilidades dos jogadores são bem variáveis. Assim, havendo graus de dificuldade diferentes dentro do mesmo jogo, aumentam-se as chances de que o projeto agrade uma parcela maior do público-alvo. Cabe também uma observação de que, no questionário, ao invés de utilizar o nome oficial das atividades (por exemplo, Dejetos Sólidos), a equipe descreveu-a de maneira mais lúdica para facilitar a lembrança das crianças ao responderem o questionário. Por exemplo, a atividade "Dejetos Sólidos" foi descrita como "O jogo de destruir objetos", seguida de uma foto ilustrativa da atividade em questão.

Além dos dados quantitativos recolhidos, a equipe de desenvolvimento também pôde notar uma indicação positiva referente ao *feedback* oferecido espontaneamente tanto pelas crianças quanto pelas professoras. Durante as aplicações, as crianças interagiam bastante entre si, estabeleciam metas de

desempenho, faziam competições entre si e buscavam superar seus recordes de maneira orgânica, ou seja, sem interferência por parte da equipe. Isso acabava gerando um engajamento maior por parte da turma e maior diversão.

Fora as crianças, as professoras e diretoria das escolas participantes elogiaram muito a atividade, reforçando a importância da junção entre tecnologia e educação. Como resultado dessa experiência positiva, ambas as escolas afirmaram que estão disponíveis e de portas abertas para futuras aplicações da mesma natureza, o que ressalta o grau de satisfação por parte dessas instituições.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um CDA intitulado "Guardiões das Águas", o qual tem por objetivo promover a reflexão acerca da temática de Saneamento Ambiental. O construto, desenvolvido seguindo um processo metodológico baseado no modelo em espiral cíclico de Baba e Tschang (2001), conta com seis minijogos nos quais diferentes tópicos da temática são abordados. O jogo foi construído para crianças a partir do 3º e 4º anos do ensino fundamental. Para validação do CDA, foram propostas duas aplicações do jogo em escolas públicas de municípios da região do Vale do Sinos, RS. Por meio da coleta de dados, que ocorreu em forma de questionário, percebe-se que o jogo, além de promover uma experiência lúdica agradável, também incentivou e promoveu a aprendizagem, a reflexão e a sensibilização acerca da temática.

Esses resultados provam que para um jogo "educativo" atrair a atenção dos estudantes, não basta apenas ter conteúdo consistente, mas devem ser também empregadas mecânicas de jogo variadas, elementos de gamificação diversos, design gráfico elaborado, narrativas envolventes, entre outros aspectos. Assim, esse tipo de jogo começará a conquistar cada vez mais espaço como os jogos de entretenimento, uma vez que, crianças e adolescentes, diante de práticas com uso de jogos, sentem-se engajados e motivados, pois o aprender ocorre associado à experiência satisfatória de se jogar um jogo digital. Cabe aos educadores e desenvolvedores de jogos aprenderem e se relacionarem com a cultura digital da qual os estudantes fazem parte, de modo a desenvolverem, em equipe, construtos digitais de aprendizagem com uma união simbiótica² entre entretenimento e aprendizagem.

² Do termo simbiose, utilizado cientificamente por Chatelard & Cerqueira (2015, p. 258) para "designar uma relação funcional estreita, harmônica e produtiva entre dois organismos, os quais interagem de modo ativo visando ao proveito mútuo". Aqui, é utilizado em sentido figurado, para exemplificar a relação possível entre tecnologia e educação.

REFERÊNCIAS

- BABA, Y; TSCHANG, F. Ted. Product development in Japanese TV game software: The case of an innovative game. **International Journal of Innovation Management**, v. 5, n. 04, p. 487-515, 2001.
- BRANCO, M. A. et. al. Dimensões dos jogos de ensino. ICECE 2013 - Congresso Internacional em Educação em Engenharia e Computação 2013. **Anais do ICECE 2013**, v. 8, p. 277-281, 2013. Disponível em: <http://copec.eu/congresses/icece2013/proc/works/62.pdf>. Acesso em 07set. 2019
- CERQUEIRA, B.B.; ETGES, Y. S.; BARBOSA, D. N. F.; MOSSMANN, J. B. Processo de construção de jogos multimodais do laboratório de objetos de aprendizagem da Universidade Feevale. IN: **Anais do Seminário de Games e Tecnologia – GAMEPAD**. V. 11, p. 50 – 58, Novo Hamburgo, RS. 2018. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/edeab030-33ef-4955-905f5c909d8fbff5/Gamepad%202018.pdf> Acesso em: 01 set. 2019
- CHATELARD, D. S.; CERQUEIRA, A. C. O conceito de simbiose em psicanálise: uma revisão de literatura. **Ágora (Rio J.)**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 257-271, dez. 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151614982015000200257&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 08 set. 2019.
- GROS, B. Digital games in education: The design of games-based learning environments. **Journal of Research on Technology in Education**, 40, 1-23. 2007. Disponível em: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ826060.pdf> Acesso em: 04 set. 2019
- HEIDRICH, R. O.; BRANCO, M. A.; MOSSMANN, J. B.; SCHUH, A. R.; JENSEN, E. Jogos digitais para interação com braincomputer interface para auxiliar no processo de inclusão escolar de pessoas com paralisia cerebral", p. 3397-3407. In: **Anais do 12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design** [Blucher Design Proceedings, v. 9, n. 2]. São Paulo: Blucher, 2016
- KANODE, C, M.; HADDAD, H. M. Software engineering challenges in game development. In: **Information Technology: New Generations**, 2009. ITNG'09. Sixth International Conference on. IEEE, 2009. p. 260-265
- MANJULA, R.; CHAKRADHAR, R. M., SAI, C. M. Software Engineering Challenges in Game Development. **International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET)** Volume 4, Issue XI, 2016. Page No: ISSN : 2321-9653. Disponível em: <https://www.ijraset.com/files/serve.php?FID=5768> Acesso em: 06 set. 2019
- MELARÉ, D.; WAGNER, A. Objetos de Aprendizagem Virtuais: Material Didático para Educação Básica. In: **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**. Universidad de Extremadura, Espanha, v. 4, n. 2, p. 73-84. 2005 http://www.unex.es/didactica/RELATEC/sumario_4_2.html. Acesso em: 02 set. 2019
- MOURA, A. Da Web 2.0 à Web 2.0 móvel: implicações e potencialidades na educação. **Limite: Revista de Estudos Portugueses y de la Lusofonía**. nº 4, 2010, pp. 81-10.
- PONCIANO, E. F.; SANTOS, A. C.; OLIVEIRA, R. N. C. A educação ambiental como estratégia de emancipação dos sujeitos: um estudo da política de saneamento ambiental desenvolvida pela Fundação Nacional de Saúde –FUNASA. IN: **Revista Caminhos de Geografia**, v. 15 n. 49. p.175 – 181. Uberlândia, MG, 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/22780/14369> Acesso em: 05 set. 2019

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants, Part II: Do they really think differently? *OntheHorizon*. pp. 1–9. 2001 Disponível em: <https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part2.pdf> Acesso em: 07 set. 2019

VALADARES, V.C.; FARDIN, W.J.; MOSSMANN, J.B.; BRANCO, M.Á.; BEZ, M.R.; MENDERS, T.G. "Desenvolvimento e Aplicação do CDA Introdução aos Estudos Virtuais". *RENOTE*, 12-2, 2014, 10p. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/53456> Acesso em: 02 set. 2019.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq e à Secretaria de desenvolvimento econômico, ciência e tecnologia do Estado do Rio Grande do Sul (SDECT) pelo financiamento do projeto e apoio à pesquisa.