

Do Território ao FiGitAl: Desenvolvimento de Jogos Sérios como Estratégia de Educação Científica e Ambiental

From Territory to FiGitAl: Development of Serious Games as a Strategy for Scientific and Environmental Education

João Vitor Cavalcante Almeida Costa¹, José Edeson Melo Siqueira¹, Artur Leal Brito Sales¹, Joel Gomes de Souza¹, Marcelo Simão Vasconcellos², Jean-Baptiste Marc Scharffhausen¹, Daniela Eugênia Moura de Albuquerque¹, Francisco Luiz dos Santos³

¹Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
Recife - PE - Brasil

²Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

³Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Recife - PE - Brasil

joao.cacosta@ufpe.br, edeson.melo@gmail.com, albs@cin.ufpe.br,
joel.gsouza@ufpe.br, marcelodevasconcellos@gmail.com,
jean-baptiste.scharffhausen@ufpe.br, danielaeugenia@outlook.com,
francisco.luiz@ufrpe.br

Abstract. Introduction: The integration of digital technologies in education demands practices that unite computational thinking and socio-environmental awareness. **Objective:** To describe “Living Schools, Creative Territories: Serious Games and Immersive Technologies for Sustainable Solutions”, detailing its conceptual basis, its pedagogical proposal focused on socio-environmental PhyGitAl games, and its preliminary results. **Methodology:** Based on EDI and MoRAG perspective, the strategy consisted of interdisciplinary semester-long workshops (involving programming, 3D modeling, game design, and sustainability), adopting co-authorship between teachers and students to address local issues. **Results:** Three prototypes focusing on sanitation, waste management, and water pollution were developed, evidencing student engagement, the stimulation of critical thinking, and the replicable potential of games as educational resources. **Keywords:** PhyGitAl Games, Environmental Education, PhyGitAl.

Resumo. Introdução: A integração tecnológica na educação exige unir pensamento computacional e consciência socioambiental. **Objetivo:** Descrever o “Escolas Vivas, Territórios Criativos: Jogos Sérios e Tecnologias Imersivas para Soluções Sustentáveis”, detalhando suas bases conceituais, a proposta pedagógica de criação de jogos FiGitAis socioambientais e seus resultados preliminares. **Metodologia:** Apoiada em EDI e MoRAG, a estratégia consistiu em oficinas semestrais interdisciplinares (programação, modelagem 3D, game design e sustentabilidade), adotando a coautoria entre docentes e discentes para abordar problemáticas locais. **Resultados:** Desenvolveram-se três

protótipos (saneamento, resíduos e poluição hídrica), evidenciando engajamento, estímulo ao pensamento crítico e o potencial replicável dos jogos educacionais.

Palavras-chave: Jogos FiGitAis, Educação Ambiental, FiGitAl.

1. Introdução

A crescente centralidade das tecnologias digitais na sociedade contemporânea tem impulsionado transformações significativas nos modos de aprender, produzir conhecimento e interagir socialmente. Nesse contexto, iniciativas de difusão científica voltadas à educação básica tornam-se estratégicas para promover não apenas o acesso a ferramentas tecnológicas, mas também o desenvolvimento de competências críticas e criativas alinhadas aos desafios do século XXI. No Brasil, esse movimento é respaldado por políticas públicas como a Política Nacional de Educação Digital (PNED) e pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que orientam, respectivamente, a inclusão digital e a inserção da Computação como elemento estruturante da formação integral dos estudantes [Brasil 2022].

Paralelamente, o fortalecimento do setor de jogos digitais como campo de inovação tecnológica, expressão cultural e economia criativa tem sido reconhecido por marcos regulatórios recentes, como o Marco Legal dos Jogos Eletrônicos. Nesse cenário, abordagens pedagógicas que integram programação, *design* de jogos e tecnologias emergentes, como Realidade Aumentada (RA), Realidade Virtual (RV), Inteligência Artificial (IA) e fabricação digital, configuram-se como estratégias promissoras para promover aprendizagens significativas, imersivas e contextualizadas. Este artigo apresenta o projeto “Escolas Vivas, Territórios Criativos: Jogos Sérios e Tecnologias Imersivas para Soluções Sustentáveis”, como uma iniciativa de difusão científica financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Pernambuco (FACEPE), no âmbito do edital nº 22/2025-FACEPE, voltada à promoção do letramento científico, digital e ambiental em escolas públicas situadas em territórios vulneráveis, por meio da articulação entre tecnologias emergentes, metodologias ativas e problemáticas socioambientais locais.

O conceito de FiGitAl orienta a proposta pedagógica ao integrar dimensões físicas, digitais e sociais em experiências de aprendizagem que ultrapassam o ambiente virtual. As atividades, desenvolvidas com estudantes do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, envolvem a criação de jogos FiGitAis sérios e protótipos físico-digitais, um por escola, como forma de materializar processos de aprendizagem e soluções sustentáveis cocriadas. A abordagem metodológica é interdisciplinar, articulando *game design*, programação, modelagem tridimensional, fabricação digital e tecnologias imersivas, sendo estruturada pela Engenharia Didático-Informática (EDI), proposta por Tiburcio (2020), e pelo Modelo de Análise Relacional de Jogos (MoRAG) de Vasconcellos, Carvalho e Araujo (2017), que orientam o desenho pedagógico e a análise das interações nas dimensões física, digital e social.

Alinhado aos princípios da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, especialmente no que se refere aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o

projeto incorpora a temática socioambiental como eixo transversal, incentivando a criação de jogos que abordem sustentabilidade, cidadania e problemáticas locais. Ao integrar conteúdos de *game design*, sustentabilidade e tecnologias digitais, busca-se fomentar o pensamento computacional, a criatividade, a autonomia e o protagonismo juvenil, em consonância com perspectivas construtivistas e críticas da educação. Dessa forma, o artigo tem como objetivo descrever o projeto, evidenciando sua metodologia, bases conceituais e resultados preliminares, bem como destacar o potencial dos jogos desenvolvidos como recursos educacionais reutilizáveis e como instrumentos de articulação entre ciência, tecnologia e sociedade.

2. Trabalhos relacionados

O uso de jogos digitais no contexto educacional tem sido amplamente investigado nas últimas décadas, com destaque para o campo dos *Serious Games*, caracterizados pela aplicação de mecânicas lúdicas com finalidades que transcendem o entretenimento, como aprendizagem, treinamento e conscientização social.

A literatura científica sobre aprendizagem baseada em jogos digitais também ressalta a centralidade da interação e da experimentação. Gee (2003) compreende os jogos como sistemas de aprendizagem nos quais o conhecimento é construído por meio da resolução de problemas e da exploração de ambientes simulados, enquanto Prensky (2012) destaca seu papel na promoção da motivação intrínseca e do engajamento contínuo. No cenário brasileiro, observa-se o crescimento de iniciativas voltadas à inserção de jogos digitais na educação básica, impulsionadas por políticas públicas recentes. Contudo, essas experiências ainda se concentram majoritariamente no uso de jogos prontos, com menor ênfase na produção colaborativa pelos próprios estudantes. Nesse contexto, jogos como *Stop Disasters!* [UNDRR [20–]], *EcoEcho* [Zhang *et al.* 2025], *My Earth* [Malbet *et al.* 2024] e *Eco* [ECO c2026] ilustram diferentes abordagens, como simulação de riscos, conscientização ecológica e modelagem de sistemas complexos, embora permaneçam predominantemente restritos ao ambiente digital.

Diante dessas limitações, ganha relevância a adoção de abordagens construcionistas, como a proposta por Papert (1980), que valorizam a autoria e a cultura *maker* como caminhos para uma aprendizagem mais significativa. Iniciativas contemporâneas têm buscado integrar dimensões físicas e digitais, ampliando o conceito de aprendizagem para além da tela e aproximando-o do território vivido pelos estudantes. Ainda assim, persiste uma lacuna na articulação entre Jogos Sérios, tecnologias imersivas e práticas de coautoria territorial, especialmente em contextos escolares públicos situados em regiões socialmente vulneráveis. É nesse cenário que se insere o presente trabalho, ao propor uma abordagem baseada em jogos FíGitalis sérios que integram dimensões físicas, digitais e sociais na construção de soluções socioambientais contextualizadas.

3. Fundamentação teórica

Os Jogos Sérios utilizam estruturas lúdicas para promover aprendizagem e mudança de comportamento ao abordar problemas do mundo real [Raessens 2010]. A partir da retórica processual, os jogos permitem compreender sistemas por meio da interação com suas regras e mecânicas [Bogost 2007]. Nesse sentido, a aprendizagem baseada em jogos digitais ocorre de forma ativa e situada, favorecendo a experimentação e a resolução de problemas [Gee 2003], em diálogo com a inteligência coletiva, que destaca a construção colaborativa do conhecimento em ambientes digitais [Lévy 2010].

O construcionismo defende que a aprendizagem é mais significativa quando os sujeitos constroem artefatos com sentido social [Papert 1980]. Nesse trabalho, isso se expressa na criação de jogos e protótipos físico-digitais pelos estudantes, promovendo autoria e protagonismo. A abordagem é ampliada pela cultura *maker* e pela ciência cidadã, que incentivam experimentação, cocriação e vínculo com o território, configurando as escolas como “laboratórios vivos”.

O conceito de jogos FiGitAis constitui um dos pilares centrais desta proposta, sendo entendido como a integração de dimensões físicas, digitais e sociais em artefatos híbridos de aprendizagem. O FiGitAI configura uma mediação entre experiências virtuais e práticas concretas, promovendo impacto educativo e social nas comunidades escolares. Nesse sentido, a proposta organiza-se em três eixos interdependentes, Sustentabilidade, Economia Criativa e Educação Digital, que orientam tanto os conteúdos quanto às práticas desenvolvidas, articulando alfabetização ambiental, valorização de saberes locais e letramento tecnológico.

Adicionalmente, o trabalho adota o paradigma STEAM+C, integrando Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes, Matemática e Computação em uma abordagem interdisciplinar que articula raciocínio lógico, sensibilidade estética e protagonismo juvenil.

Por fim, a proposta dialoga com a educação crítica de Freire (1996), ao compreender o processo educativo como prática social situada, na qual os sujeitos atuam como agentes na leitura e transformação da realidade. Dessa forma, consolida-se uma abordagem integrada em que jogos FiGitAis, tecnologias emergentes, metodologias ativas e práticas de coautoria territorial convergem para promover uma educação científica crítica, inclusiva e orientada à transformação social.

4. Metodologia

A metodologia do projeto “Escolas Vivas, Territórios Criativos” fundamenta-se na integração entre práticas de ensino baseadas em oficinas interdisciplinares e um arcabouço teórico-metodológico estruturado pela Engenharia Didático-Informática (EDI) e pelo Modelo de Análise Relacional de Jogos (MoRAG) [Tiburcio 2020; Vasconcellos; Carvalho; Araujo 2017]. Essa abordagem permite articular, de forma sistemática, os processos de ensino-aprendizagem, o desenvolvimento tecnológico e a análise das interações nos jogos, considerando suas dimensões física, digital e social. O

processo formativo foi organizado ao longo de um semestre letivo, por meio de oficinas sequenciais que contemplam eixos como programação, *game design*, modelagem tridimensional, sustentabilidade, fabricação digital e introdução a tecnologias imersivas, mobilizados de forma integrada na criação de jogos FiGitAis sérios.

A metodologia estrutura-se em quatro fases principais. A fase de *design* conceitual envolve a definição dos fundamentos pedagógicos, tecnológicos e temáticos do projeto, alinhados a diretrizes como BNCC, PNED e ODS. Em seguida, a fase de *game design* concentra-se na construção de narrativas, mecânicas e dinâmicas dos jogos a partir da problematização de questões socioambientais locais. A fase de desenvolvimento tecnológico compreende a implementação dos protótipos digitais e físico-digitais, utilizando ferramentas como motores de jogo como o *Godot Engine* (c2026), *softwares* de modelagem 3D como o *Blender Development Team* (c2026) e recursos de fabricação digital e tecnologias imersivas. Por fim, a fase de verificação e validação consiste em ciclos iterativos de teste, avaliação e refinamento, envolvendo estudantes, professores e comunidade escolar, com foco na usabilidade, coerência pedagógica e impacto social.

Para contornar as limitações temporais, adotou-se uma metodologia de coautoria baseada na inteligência coletiva: os estudantes lideraram a concepção criativa (mecânicas, narrativas e assets digitais e físicos), enquanto a equipe técnica assumiu a programação complexa. Alicerçado na cultura *maker* e na ciência cidadã, o processo expandiu a aprendizagem para o território. Como resultado, a ser detalhado a seguir, cada uma das três escolas desenvolveu um jogo sério FiGitAI e um protótipo físico de intervenção. Essas produções materializam o protagonismo estudantil e comprovam o potencial dos jogos na integração entre ciência, tecnologia e sociedade.

5. Resultados e Discussão

Nesta seção, apresentamos os Jogos Sérios desenvolvidos nas três escolas do projeto “Escolas Vivas, Territórios Criativos”, a saber: Escola de Referência em Ensino Fundamental Monsenhor Arruda Câmara, Escola Municipal Sinhô Bandeira e Colégio Municipal Carmelita Gomes da Silva.

5.1. Jogo sério Referente à Escola de Referência em Ensino Fundamental Monsenhor Arruda Câmara

A aplicação da metodologia iniciou-se pelo reconhecimento territorial, estratégia fundamental para ancorar o desenvolvimento do jogo na realidade vivida pelos estudantes. Localizada em uma área marcada por desafios de saneamento e vulnerabilidade a alagamentos, a escola serviu como epicentro de uma investigação em campo. Em parceria com lideranças locais, os alunos identificaram criticamente os impactos das mudanças climáticas, como o descarte inadequado de resíduos e a precariedade da drenagem urbana (Figura 1). A partir dessa imersão, a mediação docente promoveu um brainstorming que resultou em um jogo de sobrevivência ambientado em uma representação digital da própria comunidade, no qual a escola atua como “zona segura” em um cenário de apocalipse climático.

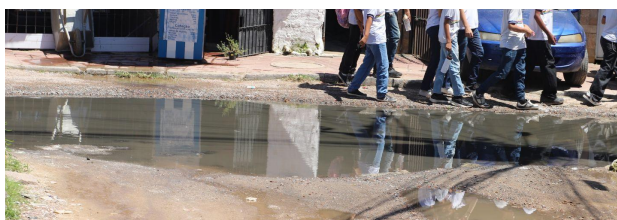


Figura 1. Pesquisa de campo sobre problemas ambientais. Fonte: Própria.

A transposição da realidade para a lógica do jogo ocorreu através de mecânicas de sobrevivência baseadas em percepções sensoriais colhidas na expedição. As barras de Hidratação e Respiração foram inspiradas, respectivamente, nas altas temperaturas locais e no odor proveniente de esgotos a céu aberto. Diferente de métodos passivos, como questionários, o ciclo de *gameplay* exige que o aluno gerencie sua eficiência fora da zona segura, transformando o aprendizado em uma estratégia de engajamento. Essa estrutura corrobora a tese de Prensky (2012), ao afirmar que o aprendizado baseado em jogos digitais oferece um contexto de motivação superior, no qual o desafio e a solução de problemas tornam-se o motor da experiência educativa, permitindo que os estudantes realizem uma “sobrevivência ativa” dentro do simulador.

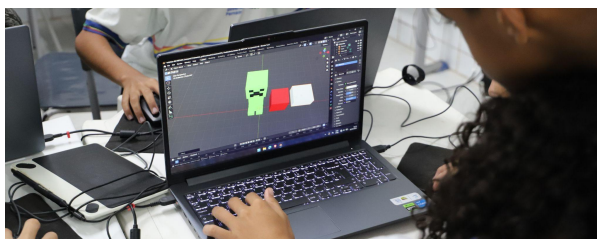


Figura 2. Atividade prática de modelagem 3D. Fonte: Própria.

O protótipo estabelece uma correlação direta entre a resolução de problemas ambientais e o sucesso na navegação pelo mapa. Para mitigar o decréscimo das barras biológicas, o jogador deve aplicar soluções técnicas como arborização urbana, jardins filtrantes e fossas sépticas. Além disso, obstáculos físicos, como pilhas de lixo que bloqueiam caminhos, são removidos mediante o descarte correto de resíduos, desbloqueando atalhos estratégicos. Segundo Gee (2003), bons jogos funcionam como “máquinas de aprendizagem” que permitem aos usuários experienciar identidades poderosas e testar hipóteses em ambientes seguros. Ao visualizar a aplicação prática dessas tecnologias no território virtual, os estudantes deixam de ser receptores passivos e assumem o protagonismo na busca por inovações para os desafios climáticos de sua região, consolidando uma educação ambiental crítica e contextualizada [Jacobi 2003].

Tabela 1. Jogo desenvolvido na Escola Escola de Referência em Ensino Fundamental Monsenhor Arruda Câmara

Elemento	Descrição
Título do Jogo (provisório)	Expedição: Nascledouro

Objetivo do Jogo	Sobreviver a expedições em uma comunidade devastada pelo apocalipse climático e realizar melhorias ambientais para tornar o território habitável.
Mecânicas Principais	Gestão de barras de sobrevivência (Hidratação e Respiração), exploração de mapa (via plataforma 3D) com zona segura (Escola), sistema de pontuação via minijogos e desbloqueio de atalhos e melhorias passivas.
Temática Socioambiental	Impactos do saneamento precário, poluição sonora/olfativa de esgotos, ilhas de calor urbanas e soluções de drenagem (pavimentos permeáveis e jardins filtrantes).
ODS Relacionadas	ODS 6 (Água Limpa e Saneamento), ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima).
Tecnologias Utilizadas	<i>Godot Engine, Blender, GdScript</i>
Descrição Geral do Jogo	O jogo utiliza a escola como base de operações em um cenário pós-apocalíptico. O jogador deve sair para cumprir missões ambientais enquanto luta contra o tempo (barras que caem com o calor e odor). Ao investir em infraestrutura verde, o ambiente se torna mais amigável à exploração.

A conversão de percepções sensoriais em mecânicas de jogo (como barras de “Respiração” e “Hidratação”) evidencia a reflexão crítica como motor da alfabetização cidadã e científica. Esse processo ilustra o ciclo de apreciação crítica de Gee (2003), em que o ambiente é lido e traduzido em um modelo sistêmico funcional.

5.2. Jogo sério Referente à Escola Municipal Sinhô Bandeira

A segunda escola, inserida em um contexto rural de difícil acesso, enfrenta vulnerabilidades climáticas que oscilam entre o transbordamento de rios e o estresse térmico severo. Inicialmente, o desejo dos alunos de focar apenas na gestão de resíduos revelou um fenômeno de “direcionamento” por mídias educativas tradicionais, que frequentemente padronizam temas ambientais.

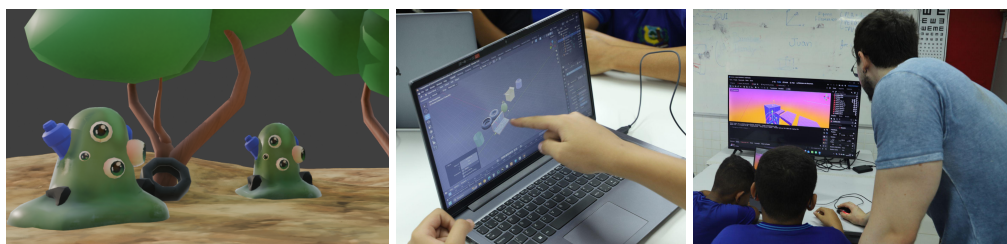


Figura 3. Monstros do lixo, produção e prototipação. Fonte: Própria.

A sequência evidencia a transformação dos “monstros do lixo” (Figura 3) em ameaças imunes ao combate direto, derrotados apenas pela eliminação de sua causa sistêmica. Simultaneamente, a mecânica de dano por exposição solar exigiu o uso de uma manopla virtual para o plantio estratégico de árvores. Essa lógica transcendeu para o mundo físico por meio da fabricação digital de ferramentas vestíveis para a horta escolar, inspiradas no jogo. Essa convergência materializa o Construcionismo de Papert (1980), provando que o aprendizado se aprofunda na criação de artefatos tangíveis. Ao

integrar a cultura *maker*, o projeto consolida o protagonismo do aluno como agente ambiental, convertendo a prática agrícola em extensão da experiência lúdica.

Tabela 2. Jogo desenvolvido na Escola Municipal Sinhô Bandeira

Elemento	Descrição
Título do Jogo (provisório)	Quebra Sol
Objetivo do Jogo	Eliminar a presença de ameaças (monstros do lixo) através da prevenção e limpeza, enquanto utiliza o plantio de árvores para se proteger da exposição solar.
Mecânicas Principais	Dano por exposição solar (mecânica de sombra), uso de manopla tecnológica (separação seletiva por cores e dispersão de sementes) e crescimento acelerado de vegetação para navegação.
Temática Socioambiental	Gestão de resíduos sólidos em áreas rurais, prevenção de doenças, conforto térmico através do reflorestamento e a importância da arborização para a saúde pública.
ODS Relacionadas	ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e ODS 15 (Vida Terrestre).
Tecnologias Utilizadas	<i>Godot Engine, Blender, GdScript</i>
Descrição Geral do Jogo	Ambientado em área rural, o jogo propõe equilibrar limpeza e plantio, usando uma ferramenta inspirada na cultura <i>maker</i> para remover lixo seletivamente e criar sombra, transformando a sobrevivência em cuidado ambiental.

Em suma, a experiência na segunda unidade escolar revela que a eficácia metodológica dos jogos FiGitAis sérios não reside apenas na simulação da realidade, mas na capacidade de estabelecer um fluxo contínuo entre o ambiente virtual e o território físico. Ao projetarem mecânicas que mimetizam as vulnerabilidades climáticas locais e, simultaneamente, materializarem soluções através da cultura *maker*, os estudantes transcendem o papel de usuários para assumirem a identidade de proponentes tecnológicos. Essa imersão híbrida demonstra que o espaço digital funciona como um “campo de provas” para a cidadania ativa [Gee 2003], no qual a resolução de problemas sistêmicos no jogo valida e motiva a intervenção direta no ecossistema escolar. Segundo a perspectiva de Papert (1980), essa transição para o tangível consolida o aprendizado, pois o conhecimento é construído de forma mais potente quando os estudantes estão engajados na criação de objetos que possuem significado social. Assim, o protótipo consolida-se como uma ferramenta de empoderamento sociotécnico, provando que a tecnologia, quando situada e construída coletivamente [Jacobi 2003], é capaz de converter a percepção sensorial da precariedade em propostas concretas de regeneração socioambiental.

5.3. Jogo sério Referente à Colégio Municipal Carmelita Gomes da Silva

Na terceira unidade, o alto engajamento nas etapas iniciais de *game design* impulsionou propostas que superaram a superficialidade dos modelos convencionais de jogos educativos. Visando fomentar o protagonismo estudantil, adotou-se uma abordagem de

coautoria coletiva centrada na proposta de um único aluno: o controle de uma embarcação para despoluição fluvial. Apesar do distanciamento geográfico da temática, a escolha foi estrategicamente mantida para legitimar a autoria discente e preencher uma lacuna temática dos protótipos anteriores. Tal decisão possibilitou a transposição didática de conceitos de ecologia aquática para o ambiente lúdico.

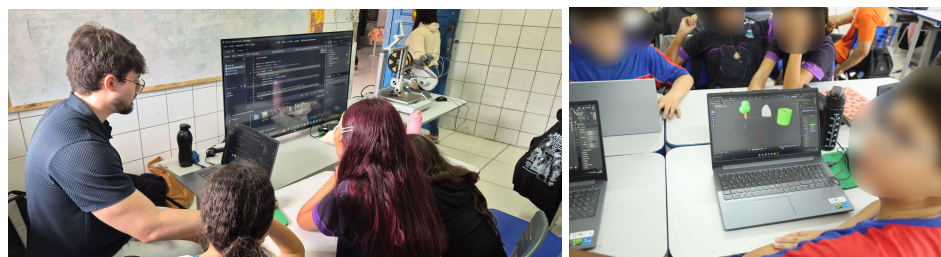


Figura 4. Professor e Alunos em trabalho de coautoria. Fonte: Própria.

A escolha do gênero *endless runner* para representar a ecologia hídrica permite o que Bogost (2007) chama de Retórica Processual: o uso de processos e regras de jogo para montar argumentos e explicar como sistemas complexos funcionam. No protótipo, o jogador não apenas “lê” sobre a poluição; ele experimenta os processos de assoreamento e eutrofização através das mecânicas e mesmo assim não excluindo transposição por meio de uma interface (Figura 4). Essa abordagem corrobora a visão de Gee (2003) sobre o aprendizado situado, nos quais os conceitos científicos (como atrito, arrasto e hidrodinâmica) ganham significado real ao serem aplicados para resolver problemas práticos dentro do mundo virtual. O jogo torna-se, assim, uma ferramenta de “alfabetização de sistemas”, capacitando o aluno a compreender a interdependência entre as variáveis ambientais.



Figura 5. Elementos educativos na interface do jogo. Fonte: Própria.

A adaptação de conceitos científicos ocorreu pela integração de mecânicas ao *gameplay*. O assoreamento foi traduzido no *level design* como obstáculos em águas rasas, enquanto a eutrofização gerou áreas de algas que reduzem a mobilidade da embarcação. A aprendizagem é reforçada por recompensas sistêmicas: mitigar esses problemas restaura a agilidade do barco e promove o retorno da fauna aquática,

funcionando como um *easter egg* que valida visual e mecanicamente o progresso ecológico.

Tabela 3. Jogo desenvolvido na Colégio Municipal Carmelita Gomes da Silva

Elemento	Descrição
Título do Jogo (provisório)	RioCiclar
Objetivo do Jogo	Navegar o maior tempo possível por um rio, coletando resíduos para restaurar o ecossistema e melhorar as capacidades de manobra e resistência da embarcação.
Mecânicas Principais	Estilo <i>Endless Runner</i> , reciclagem de materiais para <i>upgrades</i> , física de atrito/arrasto (velocidade variável no leito) e redução de penalidades ambientais (assoreamento e eutrofização).
Temática Socioambiental	Poluição hídrica, dinâmica de rios (assoreamento), desequilíbrio biológico (eutrofização) e os impactos das mudanças climáticas (eventos extremos) na navegação e vida aquática.
ODS Relacionadas	ODS 6 (Água Limpa e Saneamento), ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e ODS 14 (Vida na Água)
Tecnologias Utilizadas	<i>Godot Engine, Blender, GdScript</i>
Descrição Geral do Jogo	O jogador controla um barco em um rio que reage às suas ações. Rios sujos tornam-se rasos e difíceis de navegar; rios limpos tornam-se ágeis e cheios de vida. O ciclo de jogo ensina que a preservação hídrica facilita a vida de quem depende do rio para transporte e subsistência.

O desenvolvimento do terceiro jogo atua como laboratório interdisciplinar ao tangibilizar conceitos ecológicos em mecânicas lúdicas. Atrelar a despoluição do rio à progressão do jogador exemplifica a “retórica processua” de Bogost (2007), permitindo que os estudantes compreendam sistemas complexos por meio das regras da simulação. O ciclo formativo consolida-se na fabricação física das embarcações com materiais recicláveis, materializando o construcionismo de Papert (1980) pela criação de artefatos significativos. Assim, a convergência entre o virtual e o tangível fomenta uma consciência ambiental ativa, posicionando o aluno como um desenvolvedor capaz de intervir no mundo.



Figura 6. Imagem gerada por IA, para *concept* dos jogos. Fonte: ChatGPT.

6. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo descrever o projeto “Escolas Vivas, Territórios Criativos” e validar o potencial pedagógico dos jogos FiGitAis sérios para a educação

científica, digital e ambiental. A eficácia da metodologia estruturada materializou-se no desenvolvimento de três protótipos focados em problemáticas socioambientais reais.

Os resultados evidenciam que a integração entre pensamento computacional, cultura *maker* e educação ambiental, mediada por práticas de coautoria, favorece o engajamento dos estudantes e o desenvolvimento de competências críticas, criativas e colaborativas. Além disso, a articulação entre dimensões físicas, digitais e sociais, característica central da abordagem FiGitAI, demonstrou potencial significativo para promover aprendizagens situadas e conectadas ao território, fortalecendo o protagonismo juvenil e a relação entre escola e comunidade.

Como desdobramentos futuros, apontam-se possibilidades de ampliação do projeto em diferentes frentes: a) expansão para novas escolas e contextos territoriais; b) aprofundamento das etapas de avaliação de impacto educacional e social; c) evolução dos protótipos para versões mais robustas e escaláveis; e d) incorporação de tecnologias emergentes, como IA, RA e RV, ampliando o potencial imersivo e analítico das experiências desenvolvidas.

Declaração sobre Uso de Inteligência Artificial

Por fim, quanto à redação deste trabalho, a inteligência artificial *Gemini 3 (Google)* foi utilizada na fase de revisão textual, abrangendo correções gramaticais, ortográficas, de pontuação, de concordância e de sintaxe. Já a concepção da Figura 3 contou com o auxílio da ferramenta *Advanced Data Analysis* do *ChatGPT (OpenAI)*.

Referências

- Blender Development Team. (c2026). Blender (v5.1.2) [Software]. <https://www.blender.org>.
- Bogost, I. (2007), *Persuasive Games: The Expressive Power of Videogames*, The MIT Press, Kindle edition.
- Brasil. Ministério da Educação (2022). “BNCC Computação: Complemento à Base Nacional Comum Curricular”, Brasília: MEC, 2022.
- Eco. (c2026). *Strange Loop Games*, [Software]. <https://play.eco>.
- Freire, P. (1996), *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*, Paz e Terra.
- Gee, J. P. (2003), *What video games have to teach us about learning and literacy*, Palgrave Macmillan. https://www.researchgate.net/publication/220686314_What_Video_Games_Have_to_Teach_Us_About_Learning_and_Literacy.
- Godot Engine. (c2026). Godot engine (v4.7) [Software]. <https://godotengine.org/>.
- Jacobi, P. (2003). Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. In *Cadernos de pesquisa*, n. 118, p. 189-205, 2003.
- Lévy, P. (2010), *Cibercultura*, Editora 34, 3ª edição.

- Malbet, F. *et al.* (2024). “My Earth” Astrophysics and Planets: a serious game to build low carbon scenarios in the astronomy academic community. In *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2410.11357>.
- Papert, S. (1980), *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*, Basic Books.
- Prensky, M. (2012), *Aprendizagem baseada em jogos digitais*, Senac.
- Raessens, J. “Computer games as participatory media culture. In: *Handbook of Computer Game Studies*”, Edited by Raessens, J. and Goldstein, J., The Mit Press, Cambridge, p. 373-389.
- Santos, M. (2006), *A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção*, Edusp.
- Tiburcio, R. S. (2020). *A engenharia didático-informática: uma metodologia para a produção de software educativo*. Tese (Doutorado em Educação Matemática e Tecnológica), Universidade Federal de Pernambuco.
- Vasconcellos, M. S., Carvalho, F. G. and Araujo, I. S. (2017). Understanding games as participation: an analytical model. In *Cibertextualidades*, n. 8, p. 107-118. <http://hdl.handle.net/10284/6012>.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. [20-], *Stop Disasters!*, UNDRR. <https://www.stopdisastersgame.org>.
- Zhang, Q. *et al.* (2025). Can AI Prompt Humans? Multimodal Agents Prompt Players? Game Actions and Show Consequences to Raise Sustainability Awareness. In *CHI* <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3706598.3713661>.