

SIMSUSTENTABILIDADE: UM JOGO DIGITAL DE ESTRATÉGIA PARA EDUCAÇÃO AMBIENTAL

SIMSUSTENTABILITY: A DIGITAL STRATEGY GAME FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION

Ângelo Magno de Jesus¹, Ismar Frango Silveira², Mauro Sérgio Teixeira de Araújo³, Pedro Xavier da Penha⁴

Recebido: maio/2020 Aprovado: agosto/2021

Resumo: Este artigo apresenta o jogo digital do tipo estratégia e simulação SimSustentabilidade, focado no ensino de questões ambientais e sustentabilidade. O jogo permite que estudantes apliquem estratégias para o desenvolvimento de uma sociedade econômica e ecologicamente viável através da construção de empresas, desenvolvimento de centros de pesquisa e gerenciamento de recursos financeiros e ambientais. O objetivo do jogo é criar um espaço para ciência cidadã e formação de alunos que saibam atuar transformando a sociedade através de uma consciência ecológica. Para avaliar o SimSustentabilidade foram utilizadas técnicas quantitativas e qualitativas que envolveram entrevistas semiestruturadas e um estudo etnográfico. Os resultados mostraram que o jogo pode auxiliar os alunos no reforço dos conceitos e na consciência a respeito da importância da sustentabilidade.


Palavras-chave: jogo digital, sustentabilidade, educação ambiental.


Abstract: This paper presents the digital strategy game SimSustentabilidade. The game is focused on environment and sustainability related issues' teaching. SimSustentabilidade allows students to apply strategies for the development of an economically and ecologically viable society through the construction of industries, environmental research centers development and financial and environmental resources management. The goal of the game is to create a space for citizen science and educate students to act transforming society through an ecological conscience. Semi-structured interviews, a survey and an ethnographic study were carried out to evaluate SimSustentabilidade. The results showed that the game can support students' concepts and increase the awareness about the importance of issues related to sustainability.


Keywords: digital game, sustainability, environmental education.


1. Introdução

Diante dos graves problemas sociais e ambientais que afetam a sociedade contemporânea, entendemos que a educação científica deva oferecer meios oportunos para que os estudantes reflitam sobre os contextos onde tais problemas se manifestam, ampliem seus conhecimentos e desenvolvam atitudes que permitam atuar com visão crítica no enfrentamento dessas situações. Neste contexto, a Educação Ambiental (EA) assume papel relevante e deve ser promovida como importante estratégia para evidenciar valores de cidadania e estimular os estudantes a entenderem que a natureza é um bem comum a ser

¹  0000-0001-7572-1986 – Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela UNICSUL. Professor do IFMG, Ouro Branco, MG, Brasil. R. Afonso Sardinha, 90, Ouro Branco - MG, Brasil. 36420-000. E-mail: angelo.jesus@ifmg.edu.br

²  0000-0001-8029-072X – Doutor em Engenharia Elétrica pela USP. Professor Titular na UNICSUL, São Paulo, SP, Brasil. R. Galvão Bueno, 868 - Liberdade, São Paulo, Brasil - SP, 01506-000. E-mail: ismar.silveira@cruzeirosul.edu.br

³  0000-0002-0088-8973 – Doutor em Física pela USP. Professor Titular na UNICSUL, São Paulo, SP, Brasil. R. Galvão Bueno, 868 - Liberdade, São Paulo, Brasil - SP, 01506-000. E-mail: mauro.araujo@cruzeirosul.edu.br

⁴  0000-0003-2920-8828 – Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela UNICSUL. Professor do IFMG, Ouro Branco, MG, Brasil. R. Afonso Sardinha, 90, Ouro Branco - MG, Brasil. 36420-000. E-mail: pedro.xavier@ifmg.edu.br

compartilhado entre todos, tendo como base princípios de solidariedade e responsabilidade. Esta responsabilidade envolve, inclusive, uma maior participação dos jovens em atividades que denotam sua preocupação com a sustentabilidade, cabendo aos docentes desenvolverem abordagens capazes de promover “questionamento sobre os problemas ambientais da sociedade atual e o empoderamento dos jovens/cidadãos para a transformação social no sentido da construção de um mundo mais justo e sustentável” (REIS, 2021, p. 6).

Desta forma, entende-se que no âmbito educacional é preciso o apoio de todos os segmentos escolares, especialmente dos professores que devem realizar atividades educativas que estimulem os estudantes a valorizar os elementos naturais necessários para uma vida humana digna e justa. Assim, conscientes da importância de se trabalhar questões ambientais nos espaços escolares, as abordagens promovidas devem conduzir os alunos a perceberem que por trás da deterioração ambiental há o estabelecimento e a consolidação de um preceito econômico que leva o indivíduo a adotar práticas sociais e de consumo. Estas práticas ocasionam o esgotamento dos recursos ambientais (REIGOTA, 2009).

A declaração de Estocolmo estabelece em um de seus princípios a Educação Ambiental, afirmando que:

É indispensável um esforço para a educação em questões ambientais, dirigida tanto às gerações jovens como aos adultos e que preste a devida atenção ao setor da população menos privilegiado, para fundamentar as bases de uma opinião pública bem informada, e de uma conduta dos indivíduos, das empresas e das coletividades inspirada no sentido de sua responsabilidade sobre a proteção e melhoramento do meio ambiente em toda sua dimensão humana. (ONU, 1972).

As práticas relacionadas à Educação Ambiental podem se valer de diferentes recursos didático-metodológicos e, neste sentido, podemos destacar as trilhas interpretativas (SILVA *et al.*, 2020), visitas técnicas, campanhas, palestras/seminários e concursos/gincanas (VIDAL, NOGUEIRA, CAMPOS, 2018) e, ainda, a ludicidade proporcionada pelos jogos digitais, foco deste trabalho e que pode oferecer grandes contribuições para a Educação Ambiental.

O método lúdico é destacado por Piaget e Vygotsky (TAILLE; OLIVEIRA; DANTAS, 1992), uma vez que ambos defendem que a brincadeira permite desenvolver habilidades cognitivas no estudante. Desta forma, o educando deve ser inserido em uma atividade lúdica capaz de contextualizar o conhecimento pretendido, favorecendo assim a sua própria aprendizagem. Jogos digitais são, particularmente, potenciais artefatos para promover a ludicidade no ensino, pois através deles os estudantes podem ser imersos em um ambiente altamente interativo, levando-os a assumir uma postura ativa para enfrentar desafios - em alguns casos em colaboração com outros estudantes. Como afirmam Amory *et al.* (1999) jogar (jogos digitais) constitui uma importante parte de nosso desenvolvimento social e mental. Portanto, verifica-se que os jogos digitais educativos podem possuir enredos direcionados para propiciar uma EA efetiva nas escolas.

Dada a importância do ensino de temas e questões ambientais, este artigo apresenta o SimSustentabilidade, um jogo de estratégia e simulação que enfatiza o desenvolvimento sustentável. O SimSustentabilidade foi embasado na teoria construcionista de Papert (1993), de

modo que o jogador interage com um mundo aberto desenvolvendo uma sociedade autossustentável pela construção ou demolição de empresas, plantio de árvores e implantação de centros de pesquisa. Cada construção possui consequências econômicas e ambientais e, assim, o jogo trabalha habilidades de tomada de decisões e gerenciamento dos recursos naturais e econômicos disponíveis. Para avaliar suas características, adotamos entrevistas e observação etnográfica que mostraram vantagens e limitações do SimSustentabilidade. Além disso, um survey foi aplicado para alunos do ensino médio que utilizaram o jogo.

2.A importância da Educação Ambiental

Nesta seção vamos apresentar os principais benefícios da EA na perspectiva de alguns autores desta área. Para dar reforço às possibilidades da EA, a Lei nº 9.795 (BRASIL, 1999) que institui a Política Nacional de Educação Ambiental que estabelece o princípio de que este tema é um componente essencial e permanente da educação nacional, que deve estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal e, ainda, que todos têm direito à EA. Cabe observar que a Base Nacional Comum Curricular brasileira (BRASIL, 2018) cita a importância da EA e inclui a sustentabilidade como assunto a ser tratado em variadas disciplinas do ensino fundamental e médio.

A participação dos cidadãos é indispensável para a tomada de decisões que possam desencadear a resolução dos problemas sociais e ambientais, que a princípio parecem locais. No entanto, devido às relações entre as comunidades do mundo, as alternativas tomadas em seu cotidiano podem instigar resultados consideráveis. É importante ressaltar que a EA por si só não resolve os complexos problemas ambientais planetários. No entanto, ela pode influir decisivamente para isso, na medida em que favorece a formação de cidadãos conscientes dos seus direitos e deveres. Tendo consciência e conhecimento da problemática global e atuando na sua comunidade, o cidadão poderá adotar valores e atitudes que embasem mudanças na sua vida cotidiana (REIGOTA, 2009). Desta forma, de acordo com Reigota (2009) a EA deve procurar favorecer e estimular possibilidades de se estabelecer coletivamente uma “nova aliança” (entre seres humanos e natureza e entre nós mesmos) que permitam a todas as espécies biológicas (inclusive a humana) a sua convivência e sobrevivência com dignidade.

Por sua vez, Carvalho (2008) afirma que o desafio para a construção de uma sociedade educada para a sustentabilidade envolve a promoção de mudanças que permeiam o cotidiano de todos os indivíduos e instituições e, essencialmente, proporcione justiça social. Nesse sentido, a concepção pedagógica da Educação Ambiental não objetiva apenas ações educativas voltadas às atividades de proteção, recuperação, melhoria socioambiental, mas também ações de cidadania e de prazer.

Entendemos a Educação Ambiental como um processo no qual os indivíduos tomam consciência do seu meio ambiente, seja natural ou construído e, acima de tudo, “adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação em busca da prática social a fim de encontrar soluções para os problemas socioambientais e melhorar as relações entre os seres humanos e a natureza e os seres humanos entre si” (STRANZ et al., 2002, p.222). Além disso, é preciso pensar a EA como um tema transversal. Isto deve ser feito com o intuito de

formar sujeitos atentos aos padrões expostos e impostos na sociedade atual (UHMANN, VORPAGEL; 2019).

De acordo com Lima (2004, p. 99), a pedagogia freireana, ao propor uma educação problematizadora e libertadora, contribui para a prática da Educação Ambiental emancipatória, pois trabalha a percepção dos estudantes como indivíduos no mundo em relação aos demais indivíduos. Neste contexto, Leff (2013) aponta que a formação ambiental implica assumir o compromisso de novos saberes que sejam capazes de recuperar a função crítica do conhecimento. Por fim, Aragão (2020) defende que, no contexto da educação socioambiental urbana, a questão ambiental apresenta diversas manifestações nas instâncias sociais. Neste sentido, quando o estudante compreende a questão ambiental a partir do espaço em que está inserido, ele também compreende seu posicionamento no mundo.

3.0 conceito de Sustentabilidade

Em seu trabalho, Mazza et al. (2014) identificam que vários autores conceituam sustentabilidade procurando encontrar uma forma sistemática para operacionalizá-la nas instituições. Essa operacionalização já teve diversas conotações, com vários modelos de destaque, tanto no meio acadêmico quanto empresarial. Um dos principais modelos, com um padrão mínimo de operacionalização, é denominado *Triple Bottom Line* – TBL, conhecido como Tripé da Sustentabilidade de Elkington, que abarca três dimensões (econômica, social e ambiental) que devem estar integradas de maneira a aproveitar os recursos de forma eficaz. Para contribuir para a sustentabilidade, as empresas devem modificar seus processos produtivos, adotando novos sistemas de produção, com menores impactos negativos ao meio ambiente e, ao mesmo tempo, contribuir para a recuperação de áreas degradadas e oferecer produtos e serviços que favoreçam a melhoria e desenvolvimento do ambiente dos clientes.

Constata-se que durante a consolidação do modelo de produção projetado pela Revolução Verde, no final da década de 1980, foi criado o conceito de sustentabilidade, segundo o qual é preciso promover o desenvolvimento que supere as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade de suprimento das futuras gerações. Esse conceito se apoia nos três pilares já mencionados: econômico, social e ambiental. A falta de um desses pilares implica em desenvolvimento não sustentável, já que estão interligados e são interdependentes. A origem do conceito de Desenvolvimento Sustentável é assim abordada por Coral (2002, p. 16):

O conceito de Desenvolvimento Sustentável originou-se do Ecodesenvolvimento, criado por Maurice Strong, secretário geral da Estocolmo 72. O Ecodesenvolvimento tinha cinco princípios de sustentabilidade (social, econômico, ecológico, espacial/geográfico e cultural). O conceito foi fundamentado e amplamente divulgado através do relatório “Nosso Futuro Comum”, elaborado pela Comissão Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas, em 1987. Mais conhecido como o relatório Brundtland, define desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente, sem comprometer as necessidades das gerações futuras” (WCED, 1987).

Claro e Claro (2014) propõe quatro estratégias de sustentabilidade: redução da poluição, gerenciamento do produto, uso de tecnologia limpa e visão sustentável, sendo que:

Os problemas ambientais e sociais precisam ser encarados de forma estratégica para gerar valiosas oportunidades de negócio. Além disso, a sustentabilidade estratégica também visa minimizar custos e riscos provenientes de consumo, poluição e geração de lixo, pois relaciona-se com as mudanças no que tange ao uso de recursos (quantidade e tipos), o que pode levar a maior eficiência no processo. (CLARO; CLARO, 2014, p. 296).

O desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade ambiental implica em preservar o meio ambiente ao mesmo tempo em que garanta o desenvolvimento socioeconômico, ou seja, produzir sem provocar danos irreversíveis, recompondo ou ajudando na recomposição da natureza. Para garantir essas premissas devem-se envidar esforços por meio do uso inteligente dos recursos naturais, conservando as suas características primárias para o futuro e mantendo a competência de um ambiente natural saudável, para a sustentabilidade das condições de bem estar de todas as formas de vida do ambiente (KRAEMER, 2012).

Mikhailova (2004) apresenta um conceito mais simples para sustentabilidade:

Em seu sentido lógico sustentabilidade é a capacidade de se sustentar, de se manter. Uma atividade sustentável é aquela que pode ser mantida para sempre. Em outras palavras: uma exploração de um recurso natural exercida de forma sustentável durará para sempre, não se esgotará nunca. Uma sociedade sustentável é aquela que não coloca em risco os elementos do meio ambiente (MIKHAILOVA, 2004, p. 23).

Por fim, dados os conceitos apresentados, é importante observar que projetos de EA podem ser muito relevantes para sustentabilidade do planeta, uma vez que ao se estabelecer mudanças em pequenos grupos, atingem-se também grupos maiores (SOUZA, 2020). Assim, no campo educacional devemos encontrar formas de atuação que favorecem a disseminação do conceito de sustentabilidade, contribuindo para a almejada Educação Ambiental, como que concorre o uso de jogos educativos, conforme será abordado adiante.

4.0 uso de jogos na Educação

Conforme Salen e Zimmerman (2012, p. 95), "um jogo é um sistema no qual os jogadores se envolvem em um conflito artificial, definido por regras, que resulta em um resultado quantificável". Ainda segundo os autores, um jogo digital deve apresentar interatividade imediata (mas restrita), manipulação da informação, sistemas complexos e automatizados e comunicação em rede. Muitas são as contribuições dos jogos digitais para o ensino, sendo algumas delas relatadas por Balasubramanian e Wilson (2006):

[...] quando bem concebidos, tanto as simulações quanto os ambientes de jogo podem facilitar o aprendizado de conhecimentos e conceitos específicos de seus domínios, e várias habilidades cognitivas como reconhecimento de padrões, tomada de decisões e solução de problemas (p. 2, tradução nossa).

O desenvolvimento destes aspectos confere aos alunos qualidades necessárias para serem utilizadas em diversas situações do mundo real. Os autores informam que elementos como desafios, curiosidade, interação e fantasia podem provocar o interesse e motivar estudantes em seu processo de aprendizagem. Para Fabricatore (2000) o processo cognitivo está

relacionado à interação entre usuário e o Jogo Digital, sendo preciso primeiro compreender esta interação para se compreender o processo de aprendizagem. Conforme os autores, na interação o jogador absorve informações a respeito do mundo do jogo, analisa estes dados coletados, toma decisões com base em sua análise e age alterando o status do mundo do jogo, iniciando um novo ciclo interativo. Observa-se, portanto, que todo este processo envolve um amplo esforço cognitivo por parte do jogador, o que pode reforçar as habilidades de aprendizagem.

Entretanto, Squire (2005) chama atenção para o fato de que os jogos não são a "bala de prata" que irá salvar o ensino, embora possam modificar a cultura escolar, defendendo que esta seja organizada em torno da aprendizagem e não do controle social. Squire (2005) relata ainda que os jogos podem auxiliar estudantes com diferentes habilidades, capacidades e interesses em aprender em diferentes ritmos, defendendo ainda que jogos podem expandir as experiências de aprendizagem dos estudantes para além da sala de aula.

Dada a importância e contribuições dos jogos digitais para o ensino, ressalta-se que a EA também pode se beneficiar destes recursos tecnológicos. Desta forma, os jogos podem promover uma aprendizagem lúdica e engajadora dos estudantes, envolvendo conceitos sobre conservação do meio ambiente, sustentabilidade, ecologia, reciclagem, entre outros.

5.A Teoria Construcionista

Papert (1993) argumenta que o construcionismo possui raízes na teoria construtivista de Piaget, que considera interações do aluno com o mundo para construção da aprendizagem. Na visão construcionista, a construção do conhecimento se dá através da produção de algum tipo de artefato (real ou virtual) por meio de um conjunto de peças utilizadas em sua construção. Neste sentido, tanto o artefato como as peças não necessariamente dizem respeito a objetos físicos, mas também a objetos abstratos. Desta forma, o artefato pode ser, por exemplo, uma casa de Lego, um programa de computador, um bolo, uma poesia e até mesmo uma teoria científica. Portanto, na interação entre aluno-objeto, a construção que ocorre na mente apresenta-se frequentemente de modo especialmente prazeroso quando é apoiada por um tipo de construção mais pública no "mundo real" (PAPERT, 1993).

Além disso, Papert apresenta o conceito de micromundo. Um micromundo pode ser entendido como um subconjunto da realidade ou uma realidade construída em que a estrutura desta realidade se relaciona com o mecanismo cognitivo do aprendiz. A Teoria Construcionista foi utilizada como base teórica para o desenvolvimento do SimSustentabilidade. Neste sentido, o ambiente do jogo permite que estudantes construam um cenário de produção sustentável. Isto será discutido melhor mais adiante.

6. Uso de Jogos Digitais em atividades de Educação Ambiental

Apresentaremos e discutiremos nesta seção alguns trabalhos que focam no desenvolvimento e uso de jogos digitais para abordar diferentes temas relacionados à Educação Ambiental, apresentando convergência com alguns dos objetivos que nortearam a elaboração

do jogo SimSustentabilidade. Martins et al. (2012) propõem um jogo virtual sobre consumo consciente para servir de apoio para a disseminação desta temática na sociedade como um todo. Foi realizada uma pesquisa exploratória, com funcionários de uma instituição de ensino superior, para verificar o conhecimento prévio e a disposição para participar do jogo. A pesquisa apontou um bom conhecimento dos participantes acerca da temática, disposição para participar do jogo no site institucional e a preferência majoritária pelo jogo de trilha.

Yang et al. (2012) relatam que alunos raramente colocam o conhecimento a respeito de economia de energia em prática e têm poucas ideias sobre como reduzir o consumo de energia. Nesse sentido, os autores descrevem o desenvolvimento do jogo ECOPET relacionado ao tema da conservação de energia. Com o uso de um avatar representando um animal de estimação, os alunos foram encorajados a utilizar economicamente a energia doméstica de forma divertida. Segundo os pesquisadores, o objetivo não é simplesmente ensinar os estudantes a reduzir o uso de energia, mas envolvê-los na adoção de medidas adequadas para realizar esta conservação. Um estudo empírico foi conduzido para examinar se o sistema ECOPET poderia promover a compreensão dos estudantes sobre a economia de energia. Os resultados obtidos por Yang et al. (2012) demonstraram que o sistema promoveu significativamente a autoconsciência dos alunos, a motivação para a aprendizagem, bem como a vontade de economizar energia elétrica.

O jogo digital Urihi, para aprendizagem de conceitos de educação e preservação ambiental no Ensino Fundamental, é apresentado por Campos et al. (2012), tendo sido desenvolvido na tecnologia Game Maker 8.1. Os autores relatam que o projeto teve como objetivo principal permitir que crianças brinquem e conheçam técnicas que permitam aprender conceitos relativos à Sustentabilidade, além da importância de adoção de atitudes adequadas em suas vidas. O jogo Urihi foi desenvolvido para uma versão desktop e possui estilo de gráficos em duas dimensões (2D), com uma visão *top-down*, sendo contextualizado no Bioma amazônico e tendo a EA como tema central, visando a reprodução do cotidiano desse ambiente e possibilitando aos jogadores vivenciarem de maneira virtual situações difíceis de serem desfrutadas na vida real. Segundo Campos et al. (2012) o objetivo principal é sensibilizar as crianças da faixa etária de 9 a 13 anos sobre as questões ambientais, abordando conceitos como meio ambiente, preservação e proteção da natureza de acordo com a legislação brasileiras vigentes. O jogo objetivou contribuir com a construção de uma consciência ambiental, além de auxiliar o professor em sala de aula no ensino de conceitos inerentes à Educação Ambiental.

O processo de desenvolvimento de um Serious Game do tipo Digital Game-Based Learning (DGBL), intitulado por Jogo do Boto é apresentado por Sobrinho et al. (2015). O jogo foi elaborado com base na tecnologia Game Maker Studio Professional Edition for Education e concebido para a sensibilização de crianças das escolas de regiões das ilhas do estado do Pará, onde há a presença de espécies de golfinhos de rio (botos). Os autores relatam que existem lendas e superstições que associam ao boto-vermelho a imagem de uma entidade mística, o que provoca medo na população ribeirinha e ameaça as populações dos botos na região amazônica. O Jogo do Boto tem o objetivo de mostrar o boto como um animal pertencente ao bioma amazônico, desmistificando a imagem negativa enquanto ser sobrenatural e promovendo consequentemente a preservação das espécies de golfinhos de rios da Amazônia.

Braga e Oliveira (2016) apresentam um estudo de caso sobre uso do jogo chamado "Save Fish", empregado como ferramenta de conscientização para preservação das águas do planeta. Os pesquisadores relatam que os resultados obtidos apontam para a aplicabilidade da abordagem, bem como a validade do jogo proposto como uma forma de aumentar a consciência sobre a preservação da água. Braga e Oliveira (2016) argumentam ainda que os resultados corroboram a premissa de que o jogo é uma ferramenta útil para a conservação do meio ambiente, atingindo positivamente os usuários com maus hábitos de preservação.

O trabalho de Amorim et al. (2015) relata uma experiência com jogos digitais como estratégia didática no Ensino Superior. Os autores descrevem a produção do jogo Bioconexão, direcionado para Educação Ambiental e fatores socioculturais da realidade local dos estudantes. A partir da experimentação por estudantes e análise da adequação do jogo por profissionais de diferentes áreas, concluiu-se que o jogo pode constituir uma estratégia didática que promova a mobilização de saberes e a construção de novos conhecimentos.

Cunha et al. (2015) apresentam o jogo Goletando, o qual foi projetado para auxiliar a aprendizagem de conceitos relacionados à coleta seletiva de lixo e promover a consciência ecológica. O Goletando é um jogo 2D, multi-fases, multiplataforma, voltado para crianças e adolescentes. O jogo foi analisado seguindo-se uma metodologia de avaliação de jogos educacionais. Segundo os autores, os resultados apontaram evidências de que o Goletando contribui para a aprendizagem dos alunos na área de Educação Ambiental.

O jogo SimCity 5 foi utilizado em sala de aula por Leal, Aquino e Araújo (2019) para analisar problemas ambientais urbanos. Segundo os autores, o jogo permite criar, planejar, construir e gerenciar cidades por meio de simulação. O SimCity foi aplicado para alunos do ensino médio com apoio de mapas mentais. Os autores constataram que o uso do jogo despertou maior interesse dos aprendizes pelo tema trabalhado em sala de aula.

Com exceção do trabalho de Leal, Aquino e Araújo (2019), nenhum dos trabalhos descritos acima se declara como jogo específico de estratégia e simulação ou mostra predomínio de elementos que os classifiquem como tal. Os jogos de estratégia podem ser definidos como jogos em que os jogadores devem tomar decisões a partir de um conjunto de possibilidades de movimentos com diferentes consequências. Para tal, é esperado que o jogador planeje suas ações, contando menos com a sorte para vencer no jogo. Estudo feito por Amory et al. (1999) analisou quatro jogos de diferentes categorias como ferramentas educacionais: estratégia, ação ("shoot-em-up"), simulação e aventura, avaliando aspectos relacionados a habilidades e jogabilidade por meio de questionários. O jogo de estratégia obteve bons resultados não apenas em aspectos relacionados à diversão, mas também vinculados ao desenvolvimento de habilidades, especialmente no que se refere à resolução de problemas. Neste sentido, o SimSustentabilidade pode contribuir para educação por ser um jogo de estratégia e simulação em que as decisões dos alunos sempre trazem consequências positivas ou negativas.

Considerando o jogo SimCity citado e aplicado por Leal, Aquino e Araújo (2019), é importante observar que a aplicação do SimSustentabilidade também foi inspirada na série de jogos SimCity (ELECTRONIC ARTS, 2021). Nos jogos desta linha, o jogador constrói e administra uma cidade de acordo com os recursos disponíveis. Conforme Tonéis (2017), este tipo de jogo

auxilia na produção de novos conhecimentos. Porém, cabe ressaltar que o jogo SimCity visa à administração geral de cidades, enquanto que o SimSustentabilidade se difere por apresentar desafios e objetivos exclusivamente relacionados ao tema de desenvolvimento sustentável, o que torna sua jogabilidade e mecânica menos complexa por haver menos elementos a serem controlados e administrados pelo aluno. Leal, Aquino e Araújo (2019) citam que a aplicabilidade do SimCity 5 pode ser muito difícil, pois o mesmo é muito complexo e pode haver educadores que encontrem dificuldades em utilizá-lo em aula. No SimCity, o jogador se preocupa com construção de hospitais, crescimento da criminalidade, instalação de delegacias, manutenção de estradas, entre outras questões relacionadas apenas indiretamente ao tema principal. É provável que estes elementos tirem o foco dos estudantes do objetivo principal da atividade educativa, além de dificultarem o aprendizado das regras do jogo.

No SimSustentabilidade o jogador apenas se preocupa em criar florestas, desenvolver centros de pesquisa ambiental e gerenciar empresas e seu impacto no meio ambiente, o que torna o jogo mais fácil de se aprender e aplicar em aula. Cabe observar que ao envolver centros de pesquisa ambientais (o que não é abordado no SimCity), o jogo conscientiza sobre benefícios que o investimento em pesquisa pode trazer à sociedade. Além disso, Leal, Aquino e Araújo (2019) relataram dificuldades na instalação e configuração dos computadores para execução do SimCity 5. Neste contexto, o jogo SimSustentabilidade também se difere por ser mais leve, podendo ser jogado diretamente pela internet em computadores de baixo desempenho, com 500 Mb de memória RAM e processadores antigos como os modelos Intel E7200 de 2008.

7.0 Jogo SimSustentabilidade

A análise das publicações sobre o uso de jogos em atividades de Educação Ambiental sinaliza a necessidade do desenvolvimento de jogos de estratégia e simulação educativos que foquem no ensino de Sustentabilidade de forma simples e direta, pois esses jogos podem estimular habilidades cognitivas que envolvem análise de recursos, planejamento e resolução de problemas. Visando minimizar esta lacuna, desenvolvemos o jogo SimSustentabilidade, do tipo estratégia e simulação, com foco em conceitos de Sustentabilidade e gerenciamento de recursos, sendo desenvolvido com base em conceitos do Construcionismo (PAPERT, 1993), que se opõe ao instrucionismo. Neste contexto, o jogo SimSustentabilidade apresenta um ambiente aberto onde o jogador pode construir sua sociedade sustentável plantando árvores e demolindo/construindo empresas como julgar necessário. Desta forma, os aprendizes podem construir de variadas maneiras seus artefatos virtuais (representando o ambiente sustentável) conforme o Construcionismo de Papert (1993). Além disso, a noção de micromundo de Papert se faz presente, uma vez que o próprio ambiente do jogo pode ser visto como uma realidade construída em que o estudante pode operar efetivamente. Estas características diferem o produto proposto e ilustrado na Figura 1 de alguns jogos que evidenciam o instrucionismo, nos quais o jogador possui uma gama limitada de ações por seguir instruções pré-estabelecidas como responder um quiz estruturado ou seguir um caminho pré-determinado.



Figura 1 - Jogo SimSustentabilidade. (Fonte: próprio autor)

Através do SimSustentabilidade, o estudante tem a missão de eliminar a emissão de gases poluentes e ainda manter o crescimento econômico de um ambiente; por meio do plantio de árvores, construção de centros de pesquisa etc.; contribuindo para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável e evitando o aquecimento global. O jogador inicia o jogo com determinada quantidade de dinheiro como recurso, além de poder visualizar certa quantidade de poluição no ambiente. O objetivo na prática consiste em minimizar a poluição e maximizar o ganho financeiro. Para isto, o jogador deverá eliminar algumas empresas antigas que emitem grandes quantidades de CO₂ no ambiente e, portanto, poluem muito, buscando em contrapartida construir empresas "sustentáveis" que poluem menos e também geram renda.

Para eliminar a poluição do ambiente o estudante deve plantar árvores, que emitem O₂, e construir centros de pesquisa sustentáveis na região. No entanto, para realizar as atividades, o jogador deve administrar seus recursos financeiros, pois toda ação exige gastos determinados. Tendo em vista oferecer desafios adicionais ao aprendiz, desastres ecológicos podem acontecer durante o jogo. Desta forma, em momentos aleatórios um incêndio pode ocorrer e devastar florestas e ainda aumentar o índice de poluição, como ilustra a Figura 2. Nestes momentos, o jogador terá que tomar novas decisões para retomar o desenvolvimento e diminuir a poluição.

Uma vez que o desafio do jogo se dá não pela manipulação direta de controles, mas pelo desenvolvimento de estratégias em um cenário aberto, a jogabilidade do SimSustentabilidade se mostra relativamente simples. Todas as ações do jogo podem ser realizadas por meio do cursor do mouse. O jogador pode alterar o ambiente selecionando uma das ações (exemplo construir um centro de pesquisa) e clicando em uma área do cenário. O custo financeiro de cada ação pode variar de acordo com seu nível de impacto. O *feedback* do jogo funciona por meio de ciclos de tempo.



Figura 2. Um desastre ambiental no SimSustentabilidade. (Fonte: próprio autor)

A cada período, as empresas emitirão uma taxa de CO₂ enquanto que a floresta emitirá O₂. As proporções de CO₂ e O₂ emitidos podem impactar diretamente o nível de poluição do ambiente – que pode ser observado no canto superior esquerdo da tela. Neste período, as empresas também enviarão ganhos financeiros para o jogador, devido aos royalties ambientais. Estes ganhos financeiros também são observados no canto superior esquerdo da tela. Isto permite que o jogador possa realizar novas ações. É importante observar que ao iniciar o jogo, a personagem Vera (uma cientista ambiental) dará as boas vindas aos aprendizes e passará informações sobre os objetivos do jogo e sobre o tema envolvido.

8. Metodologia de avaliação do SimSustentabilidade

Para avaliação do jogo SimSustentabilidade foram adotadas abordagens qualitativas e quantitativas. Desta forma a coleta de dados foi realizada através de três técnicas:

(A) Entrevistas semiestruturadas: foram realizadas de forma presencial e gravadas em formato de áudio. A condução das entrevistas foi realizada por meio de três questões:

1. "Para você, o que é sustentabilidade?": Esta pergunta foi feita antes de se aplicar o jogo para o aluno. O objetivo foi identificar quais conhecimentos sobre o assunto o estudante possuía antes de vivenciar a experiência do jogo. Isso permite uma verificação posterior a respeito de possíveis influências do jogo sobre estes conhecimentos e sobre a construção de novos conceitos sobre o tema.
2. "Para você, o que é sustentabilidade? O jogo mudou ou reforçou o seu conceito?": Esta pergunta foi feita depois dos alunos jogarem. As respostas fornecidas pelos estudantes permitem que comparações sejam feitas com a resposta dada para a Questão (1).
3. "Gostaria de fornecer sugestões e/ou críticas sobre o jogo?": Esta pergunta teve como objetivo verificar qual a aceitação dos alunos em relação ao SimSustentabilidade, além de obter informações para implementação de melhorias na sua jogabilidade.

(B) Observação Etnográfica: os alunos foram solicitados a jogar o SimSustentabilidade em um ambiente controlado e, desta forma, foi disponibilizado, lado a lado, um computador para cada aluno. A experiência de jogar o SimSustentabilidade foi realizada em conjunto, ou seja, os alunos jogaram em computadores próximos uns dos outros, sendo que podiam ver o que os outros estavam fazendo no jogo e até mesmo conversar entre si. Isto foi feito com o objetivo de aproximar o experimento de uma situação real no dia-a-dia de uma sala de aula, assim como para verificar as interações entre os alunos durante a experiência de jogo. Estas interações entre jogadores podem evidenciar a colaboração e a competitividade, que são elementos importantes para uma boa jogabilidade e aprendizagem dos conceitos relacionados à Educação Ambiental. O jogo foi experimentado pelos alunos durante um período de aproximadamente 20 minutos.

(C) Aplicação de um questionário: Uma turma do ensino médio foi convidada para interagir com o jogo e após a interação, responder um questionário com as seguintes questões:

1. Você já conhecia o tema Sustentabilidade?
2. Você achou que o jogo te auxiliou no entendimento ou reforçou deste conceito?
3. Você achou o jogo divertido no contexto do tema apresentado?
4. Você acha este projeto importante para o aprendizado e conscientização sobre o tema?

Estas 4 questões foram respondidas conforme uma escala likert que apresentou 4 níveis: bastante; sim; pouco; e muito pouco. Além disso, os alunos foram convidados a realizarem uma avaliação qualitativa do jogo, descrevendo suas opiniões por meio de duas questões abertas:

1. Descreva o que você gostou no jogo.
2. Descreva o que você não gostou no jogo.

9. Aplicação e Resultados

Esta seção apresenta as duas etapas de avaliação do jogo proposto. Neste sentido, os dados coletados foram analisados tanto nos aspectos educacionais como nos aspectos de design, uma vez que este tipo de aspecto representa um fator motivacional que pode engajar os usuários (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013) e influenciar diretamente no aprendizado.

O levantamento de dados na primeira etapa da avaliação do jogo ocorreu a partir da atuação de quatro alunos do terceiro ano do curso de ensino médio técnico em Informática de uma escola pública, que se voluntariaram para participar da experiência. Para preservar a privacidade dos estudantes, adotamos os nomes fictícios: Gustavo, Orlando, Saulo e Henrique. Os alunos possuíam entre 16 e 17 anos e eram habitantes de uma cidade do interior do estado de Minas Gerais considerada pequena – por volta de 39.000 habitantes. Como se tratavam de alunos do terceiro ano do ensino médio, o tema sustentabilidade havia sido abordado anteriormente de forma transversal no currículo escolar.

Para analisar as respostas das Questões 1 e 2 da entrevista, foram adotados como parâmetro de comparação as definições e conceitos de Sustentabilidade apresentados na subseção 2.1. As respostas das questões 1 e 2 da entrevista foram comparadas de modo que pudéssemos estabelecer algumas conclusões, que serão descritas a seguir.

O jogo reforçou e evidenciou exemplos concretos de sustentabilidade:

De maneira geral os estudantes Gustavo, Saulo e Henrique afirmaram que o jogo não mudou o conceito que eles tinham a respeito de Sustentabilidade. De fato, na Questão 1, os alunos apresentaram conceitos condizentes com a definição descrita. No entanto, nas respostas a questão 2, é possível observar que o jogo auxiliou os estudantes a assimilarem exemplos mais concretos a respeito de Sustentabilidade. Isto é notado uma vez que, na Questão 1, estes alunos não exemplificam de maneira clara os conceitos que são descritos por eles, enquanto na Questão 2 utilizaram vários elementos do jogo para descrever novamente o conceito e reforçar seu conhecimento, como mostra, por exemplo, a resposta do aluno Henrique na Questão 1:

_____ *"Então sustentabilidade pra mim é você realizar alguma ação, algum..., algum fato, é, levando em conta o... a... a preservação do meio ambiente também né!? não só é... fazendo sem tomar as devidas, os devidos cuidados com... como isso vai afetar, ou se vai afetar, o meio ambiente de alguma forma, produzir é... fazer aquela ação conscientemente".*

Em seguida, o mesmo aluno responde à Questão 2:

_____ *"É, eu continuo com meu conceito de sustentabilidade e... no caso do jogo se baseia na ação que é construir as indústrias e... a gente dentro do jogo, a gente tem que procurar, é você tem as árvores e tal, e você tem que colocar as indústrias de um modo a não prejudicar o ambiente e no jogo esse modo de não prejudicar o meio ambiente é colocando as árvores e o centro de pesquisa que despoluem. Então é você realizar a ação de construir as indústrias de uma maneira sustentável, não poluindo o ambiente".*

Redefinição de conceito:

Somente o aluno Orlando, diz ter mudado seu conceito a respeito de sustentabilidade. Pode-se notar que em sua resposta à Questão 1 o aluno demonstra uma visão um pouco mais limitada a respeito do assunto:

_____ *"É... para mim sustentabilidade é você conseguir tirar daquilo que você produziu tirando do meio ambiente. Supondo minério de ferro, você não jogar aquilo... descartar aquilo no meio ambiente de novo para prejudicar ele, você conseguir consumir ele de novo, novamente, sem que você tenha que degradar mais o ambiente, isso faz com que você degrade menos o ambiente se você reutilizar aquilo que já foi descartado".*

Apesar da definição não estar errada, nota-se que sua resposta diz somente respeito ao aspecto de reciclagem de recursos, não levando em consideração os aspectos econômicos, como o próprio aluno descreveu em resposta à Questão 2:

_____ *"É... meu conceito era um pouco diferente, porque era mais reciclagem e... o jogo mudou meu conceito um pouco porque eu vi que tipo a sustentabilidade é meio que você tentar não poluir o meio ambiente ou poluir menos tendo o lucro que qualquer empresa gostaria de ter".*

Reflexões sobre desenvolvimento econômico e preservação ambiental:

Pode-se notar que o jogo também propiciou para os alunos momentos de reflexões sobre como obter um lucro financeiro e em contrapartida tentar não destruir os recursos naturais, situações que dizem respeito ao Crescimento Econômico e a Conservação dos Recursos Naturais

como descrito na definição da seção 2.1. Por exemplo, o aluno Gustavo descreve na resposta da questão 2:

_____ *"É basicamente você juntar o útil com o agradável, seria no caso do jogo, tentar ter seu ganho, que é o dinheiro, que é você tentar conseguir o dinheiro, mas sem poluir o meio ambiente que aí você tinha as alternativas para isso".*

As respostas para a Questão 3 mostraram críticas que geralmente eram acompanhadas por sugestões para melhoria do jogo, principalmente nos quesitos de jogabilidade. As principais questões foram compiladas e são descritas a seguir.

Excesso de elementos visuais e informações no jogo:

Esta crítica foi relatada pelos alunos Gustavo, Orlando e Henrique, em apontamentos como os de Gustavo, por exemplo:

_____ *"A primeira sugestão é que em alguns momentos o jogo fica muito poluído, igual na hora que mostra a mensagem liberando O2 ou CO2 tipo assim, dependendo do estágio que você está no jogo você não consegue ver nada na sua tela (...)"*.

Orlando sugere como solução a inserção de dois balões no canto da tela informando de forma geral a quantidade de CO2 liberada na atmosfera e a quantidade de dinheiro adquirido. Já Henrique sugere que os botões contendo as opções de ações do jogo sejam reduzidos, para que assim haja mais espaço para construção de novos itens. Portanto, dadas estas sugestões é possível notar que o jogo necessita de uma adequação para uma interface focada em um design mais minimalista.

Maior número de opções:

O aluno Saulo identifica necessidade de mais opções do que poderia ser construído, assim como a possibilidade de fazer as construções evoluírem (recurso de upgrade). Já Gustavo sugere a opção de construir também empresas não sustentáveis, como mostra trecho de seu relato:

_____ *"(...) outras alternativas também, igual você não tem como colocar indústria sem ser a sustentável, que as vezes compensa para você ganhar mais dinheiro, entendeu? Não tem como colocar ela você só tem como tirar (...)"*.

Colisões entre construções do jogo:

Os alunos também descreveram um bug do jogo que diz respeito à falta de tratamento de colisões entre elementos do jogo.

A observação etnográfica foi capaz de detectar alguns aspectos importantes em relação ao jogo que serão abordados a seguir:

Colaboração:

Em alguns momentos, foi observado que os alunos se comunicavam durante o ato de jogar e gostavam de trocar informações a respeito de formas de se conduzir o jogo ou até mesmo para tirar dúvidas. O seguinte trecho mostra o aluno Henrique explicando para seus colegas como estava ganhando dinheiro no jogo:

1. Gustavo ao ver Henrique jogando: "*Nossa Henrique!!!*".
2. Henrique explica: "*O negócio é o que? É você colocar muita indústria e lançar árvore e botar centro de pesquisa (...), tive que colocar este também, mas ele custa mais dinheiro do que a árvore então não vale de mais*".
3. Em um diálogo, Gustavo tira uma dúvida de Henrique:
4. Henrique: "*O Centro de Pesquisa ele... ele despolui?*".
5. Gustavo: "*Despoluir, esta é a intenção do Centro de Pesquisa. Este CO2 que fica dando também meio que polui, tipo... quando aparece a informação fica tudo branco, a lá!*".

Competição:

Em alguns momentos também foi possível observar os alunos competindo entre si, eles observavam ou contavam uns para os outros a pontuação obtida. A situação abaixo ilustra um destes momentos:

1. Orlando: "*Eu estou com ...*"
2. Henrique para Orlando: "*Já está atrasado*" (risos).
3. Orlando: "*Te passei vacilão*" (riso).
4. Henrique: "*Estou com cinco mil, palhaço*".
5. Orlando: "*Haaa...*".
6. Henrique: risos.

Cabe explicar que, apesar do vocabulário utilizando palavras que a princípio parecem ser ofensivas, a conversa tinha um tom descontraído e este tipo de vocabulário é utilizado comumente por adolescentes quando se sentem mais à vontade. Portanto, a linguagem e os termos empregados podem ser considerados condizentes com a faixa etária dos alunos em uma situação de descontração propiciada pelo jogo.

Desafio e Engajamento:

Foi observado que os alunos ficaram engajados no jogo, principalmente ao mostrarem motivação pessoal para atingir os objetivos de maximizar o ganho financeiro e acabar com a poluição no ambiente simulado no jogo. Além disso, como relatado anteriormente, os estudantes se desafiaram a conseguir um maior ganho financeiro no jogo.

Diversão (Ludicidade):

Foi possível notar um ambiente descontraído durante a aplicação do jogo. Em diversos momentos os alunos conversavam descontraidamente entre si a respeito do jogo, se expressavam através de risadas e comemorações quando executavam alguma ação adequada e alcançavam êxito, entre outros gestos e palavras que demonstravam alegria e espontaneidade.

A segunda etapa da avaliação envolveu a aplicação do jogo para 24 alunos do terceiro ano do ensino médio integrado com técnico em Administração da mesma escola e região citadas na avaliação descrita anteriormente. Após a aplicação, os alunos foram convidados para responderem ao questionário descrito na seção 8. Os alunos tinham entre 17 e 19 anos e 21 deles se identificaram como sexo feminino e os 3 restantes se identificaram como sexo masculino. As respostas dadas na escala likert de cada estudante foram pontuadas em uma escala -2, -1, +1 e +2 variando de "muito pouco" para "bastante" respectivamente. Após isso,

foram calculadas as médias das pontuações para cada resposta. Neste sentido, pontuações negativas podem indicar que o jogo está distante de atingir seu objetivo, pontuações positivas (especialmente próximas de +2) podem indicar que o SimSustentabilidade está cumprindo seu propósito. A Tabela 1 ilustra os resultados alcançados nas dimensões avaliadas.

Questão	Muito Pouco	Pouco	Sim	Sim, bastante	Média de pontuação
1. Você já conhecia o tema Sustentabilidade?	0	0	7	17	+1.70
2. Você achou que o jogo te auxiliou no entendimento ou reforçou deste conceito?	0	0	7	17	+1.70
3. Você achou o jogo divertido no contexto do tema apresentado?	0	0	17	7	+1.29
4. Você acha este tipo de projeto importante para o aprendizado e conscientização sobre o tema?	0	0	6	18	+1.75

Tabela 1. Resultado do questionário aplicado. (Fonte: próprio autor)

Como observado na Tabela 1, em todas as questões há notas positivas acima de 1. Portanto, os resultados apontam que o SimSustentabilidade foi capaz de alcançar seu objetivo.

No que diz respeito à questão “Descreva o que você gostou”, 7 alunos destacaram a jogabilidade e a importância do tema, conforme se pode observar nas seguintes respostas:

- “Acho que a proposta de criar empresas sustentáveis é muito importante e as tragédias deixa o jogo mais divertido e nos prepara para imprevistos”.
- “A opção de construir indústrias sustentáveis e de plantar árvores eu achei muito válida! É realmente um jogo que contempla vários aspectos da sustentabilidade, demonstrando a importância de se correlacionar a obtenção de lucro com a preservação do meio ambiente”.
- “É bem simples e rápido de jogar”.
- “Eu achei o jogo muito interessante e de fácil entendimento para conseguir jogar, além de entreter bastante pois você tem que controlar a poluição e ficar aumentando a quantia de dinheiro”.

Por fim, como aspectos negativos descritos na questão “Descreva o que você não gostou” os alunos destacaram que quando o jogador avança no jogo há pouca disponibilidade de espaço para realizar a plantação de árvores entre outros problemas relacionados. Algumas destas descrições são mostradas a seguir:

- “Um ponto negativo é que ao longo do jogo os lugares para a plantação das arvores se esgotam, e a gente fica meio limitado no jogo, sem ter muito o que fazer.”
- “Acaba as áreas de plantar muito rápido, ai eu não consegui plantar mais.”
- “Pelo celular, o espaço para construir coisas é menor.”
- “Podia ter uma opção que ajudasse a reflorestar as áreas queimadas pela catástrofe”.

10. Discussão

Os resultados deste trabalho podem ser avaliados tendo-se em vista os resultados encontrados por outros trabalhos correlatos. Neste sentido, Leal, Aquino e Araújo (2019) relataram que a aplicação do jogo SimCity permitiu que os alunos pudessem visualizar os problemas ambientais existentes, despertando neles o interesse pelo tema abordado. Braga e Oliveira (2016) relataram que o jogo Save Fish foi capaz de aumentar a consciência sobre a preservação da água. No trabalho de Cunha et al. (2015), um survey com 12 estudantes apontou que o jogo Goletando foi capaz de prover interesse e satisfação nos alunos. Neste sentido, é notável que estes trabalhos demonstraram resultados como: conscientização sobre o assunto, satisfação dos jogadores e aumento do interesse dos alunos. O jogo proposto neste trabalho apresentou resultados correlatos, uma vez que a conscientização pode ser observada quando os alunos foram questionados se o jogo reforçou o conceito abordado. A satisfação pôde ser observada no resultado da questão que tratava do nível de diversão que o jogo proporcionou, assim como na demonstração de diversão observada na observação etnográfica. Por fim, um reforço no interesse pelo tema abordado pode ser observado em um conjunto de fatores: a demonstração dos alunos em achar este tipo de projeto importante, a diversão e engajamento dos estudantes e o reforço do conceito de sustentabilidade.

11. Considerações Finais

Este artigo apresentou o SimSustentabilidade, um jogo digital para o ensino e discussão de questões ambientais relacionadas ao conceito de Sustentabilidade. Com base em uma análise de trabalhos relacionados ao tema dos jogos em atividades de Educação Ambiental é possível constatar que o jogo se diferencia dos demais apresentados por levar em consideração aspectos de estratégia e construção de um ambiente sustentável de forma simples e direta. Esta característica decorre em grande parte do fato de ter sido levado em consideração a teoria construcionista de Papert (1993) na elaboração deste jogo.

O jogo foi avaliado qualitativamente e quantitativamente sendo que os resultados mostram que o mesmo pode estender ou reforçar o conceito de Sustentabilidade dos alunos de uma forma divertida e colaborativa. Os resultados também apontam que o jogo apresenta algumas limitações, principalmente no que diz respeito a sua interface pouco minimalista e a necessidade de apresentar maiores opções de construção além das que foram propostas. Como trabalhos futuros, pretendemos realizar alterações para que a interface do jogo fique menos carregada de informações, além de disponibilizar opções de evolução das construções.

Acreditamos que os jogos digitais possam ser uma estratégia de ensino eficiente, desde que sejam utilizados com fins educacionais. Desta forma, os jogos digitais precisam ter objetivos de aprendizagem bem definidos e, no caso do jogo SimSustentabilidade, esses objetivos visam basicamente favorecer o ensino de conteúdos de Educação Ambiental de modo a proporcionar aos usuários o desenvolvimento de estratégias ou habilidades importantes para ampliar a capacidade cognitiva e intelectual dos estudantes-jogadores.

Portanto, verifica-se uma interação dos educandos com essa estratégia de aprendizagem, pois jogos digitais são frequentes no dia a dia da maioria dos estudantes. Acreditamos, assim, que a utilização de ferramentas digitais constitui uma forma efetiva de potencializar o ensino, ou seja, que favoreça a interação do estudante com o conteúdo permitindo-lhe a construção de novos conhecimentos. Essa realidade já é parte de algumas escolas e cada vez mais tende a ir se inserindo em outros espaços formativos onde até o momento encontramos a predominância de elementos típicos da educação tradicional, ainda muito focada na pessoa e atuação do professor e com menor espaço para manifestação, envolvimento e participação dos estudantes.

12. Referências

- AMORIM, D. C.; SIQUELE, W. P. S.; MERCADO, R. C. C. L. P. Jogo digital Bioconexão: uma contextualização no Ensino Superior sobre os impactos ambientais na cidade Maceió. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL - SBGAMES, 14., 2015. Teresina. **Anais...** Teresina, Brasil: SBC, 2015. p. 809-818.
- AMORY, A. et al. The Use of Computer Games as an Educational Tool: identification of appropriate game types and game elements. **British Journal of Educational Technology**, [S.l.], v. 30, n. 4, p. 311-321, 1999.
- ARAGÃO, J. P. G. V. Problemática Socioambiental Urbana e Possibilidades de Abordagem em Sala de Aula. **Rev. Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 10, n. 20, p. 373-398, 2020.
- BALASUBRAMANIAN, N.; WILSON, B. G. Games and Simulations. In: SOCIETY FOR INFORMATION TECHNOLOGY AND TEACHER EDUCATION INTERNATIONAL CONFERENCE, 1., 2006. Orlando. **Anais...** Waynesville: SITE, 2006.
- BRAGA, T. da S.; OLIVEIRA, F. G. de. Aprendizado com Jogos: um estudo de caso sobre educação ambiental. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL - SBGAMES, 15., 2016, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Brasil: SBC, 2016. p. 1245-1248.
- BRASIL. **Lei n.º 9.795, de 27 de abril de 1999**: institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Brasília: Senado Federal, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em 17 de nov. de 2019.
- CARVALHO, I. C. M. Educação para Sociedades Sustentáveis e Ambientalmente Justas. **Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental da FURG**, Rio Grande, v. especial, p. 46-55, 2008.
- CAMPOS, J. dos S. et al. URIHI: Jogo Educativo para Preservação Ambiental na Amazônia. In: WORKSHOPS DO CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 1., 2012, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, Brasil: SBC, 2012.
- CLARO, P.B.D.O.; CLARO, D.P. Sustentabilidade estratégica: existe retorno no longo prazo? **Revista de Administração**, São Paulo, v. 49, n. 2, p. 291-306, 2014.

- CORAL, Eliza. **Modelo de Planejamento Estratégico para a Sustentabilidade Empresarial**. 2002. 275 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.
- CUNHA, I. da S. et al. Goletando: um jogo educacional para o ensino da coleta seletiva de lixo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL - SBGAMES, 14., 2015, Teresina. **Anais...** Teresina: SBC, 2015. p. 962-969.
- ELETRONIC ARTS. **Jogos SimCity**. Disponível em: <<https://www.ea.com/pt-br/games/simcity>>. Acesso em 02 de março de 2021.
- FABRICATORE, C. Learning and videogames: an unexploited synergy. In: SEARCH OF THE MEANING OF LEARNING WORKSHOP, Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology, 2000, Long Beach. **Anais...** Long Beach: AECT, 2000.
- KRAEMER, Maria Elisabeth. **Gestão ambiental: um enfoque no desenvolvimento sustentável**. 2012. Disponível em: <<https://cdn.ambientes.ambientebrasil.com.br/wp-content/uploads/anexos/453.pdf>>. Acesso em 02 de nov. de 2017.
- LEAL, J. M.; AQUINO, C. M. S.; ARAÚJO, R. L. A Utilização do Simcity 5 como Ferramenta de Análise dos Problemas Ambientais Urbanos no Ensino de Geografia. **Revista Brasileira De Educação em Geografia**, v. 9, n. 17, p. 256-77, 2019.
- LIMA, G. F. C. Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a educação ambiental. In: LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: MMA, Diretoria de Educ. Ambiental, 2004. p. 85-111.
- MARTINS, D. C. L. et al. Consumo Consciente: Elaboração de um Jogo Virtual como Contribuição à Educação Ambiental. **Ensino, Saúde e Ambiente**, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 186-197, 2012.
- MAZZA, V. M. D. S. et al. Gestão de Resíduos Sólidos em Propriedades Rurais de Municípios do Interior do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 7, n. 3, p. 683-706, 2014.
- MIKHAILOVA, Irina. Sustentabilidade: Evolução dos Conceitos Teóricos e os Problemas da Mensuração Prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**, n. 16. p. 22-41, 2004.
- ONU. Organização das Nações Unidas. Declaração Sobre o Ambiente Humano. Estocolmo, 1972. Disponível em: http://www.bvambientebf.uerj.br/arquivos/edu_ambiental/mundo%202.html. Acesso em: 27 de set. 2017.
- PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática**. Porto Alegre: Artmed Editora, 1993. p. 220.
- REIGOTA, M. **O que é Educação Ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 2009. 88 p.
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Interaction Design: beyond humancomputer interaction**. 3. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. 585 p.
- SALEN, K.; ZIMMERMAN, E. (2012) **Regras do Jogo: fundamentos do design de jogos – principais conceitos**. São Paulo: Blucher, 2012. 168 p.

SILVA, L. P.; VALADARES, T.; Barbosa, J. G.; ARAÚJO, M. S. T. Proposta de uma Trilha Interpretativa no Parque Estadual do Itacolomi como Recurso para Promoção da Educação Ambiental. **Ambiente & Educação: Rev. de Educação Ambiental**, v. 25, n. 2, p. 559-580, 2020.

SOBRINHO, F. A. et al. Jogo do Boto: serious game para sensibilização ambiental de estudantes da região amazônica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL - SBGAMES, 14., 2015, Teresina. **Anais...** Teresina: SBC, 2015. p. 836-845.

SOUZA, F. R. S. Educação Ambiental e Sustentabilidade: uma intervenção emergente na escola. **Revbea**, São Paulo, v. 15, n. 13, p. 115-121, 2020.

SQUIRE, K. D. Changing the game: what happens when video games enter the classroom? **Innovate: Journal of Online Education**, [S.l.], v. 1, n. 6, p. 1-8, 2005.

STRANZ, A.; PEREIRA, F. S.; GLIESCH, A. Projeto Universidade Solidária: transmitindo experiências em educação ambiental. In: SIMPÓSIO GAÚCHO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2., 2012. Erechim. **Anais...** Erechim: EdIFAPES, 2002. p. 53-72.

REIS, P. Cidadania Ambiental e Ativismo Juvenil. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista (ENCITEC)**, v. 11, n. 2, p. 5-24, 2021. Disponível em: <<http://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/433/215>>. Acesso em: 22 ago. 2021

TAILLE, Y. Ia; OLIVEIRA, M. K; DANTAS, H. **Piaget, Vygotsky, Wallon**: teorias psicogenéticas em discussão. São Paulo: Sannus, 1992. 176 p.

TONÉIS, C. T. **Os Games na Sala de Aula**: Games na Educação, ou a Gamificação na Educação. São Paulo: Bookess, 2017. 245 p.

UHMANN, R. I. M.; VORPAGEL, F. S. Educação Ambiental na Escola e a Influência da Mídia. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista (ENCITEC)**, v. 9, n. 2, p. 82-92, 2019. Disponível em <<http://srvapp2s.santoangelo.uri.br/seer/index.php/encitec/article/view/2529>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

VIDAL, D. B.; NOGUEIRA, M. T.; CAMPOS, T. S. Um Caso de Sucesso: Metodologias que Potencializam a Educação Ambiental no Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 13, n. 4, p. 66-78, 2018.

YANG, J. C., CHIEN, K. H.; LIU, T. C. A Digital Game-Based Learning System for Energy Education: an energy conservation pet. **The Turkish Online Journal of Educational Technology**, v. 11, n. 2, p. 29-37, 2012.