

# PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE SERIOUS GAME DE SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

André Lucas Novaes<sup>1</sup>

Giselle Cristina Cardoso<sup>2</sup>

Debora Zumkeller Sabonaro<sup>3</sup>

**Resumo:** É necessário promover o ensino de sustentabilidade e Educação Ambiental em todos os níveis de ensino. Neste sentido, os jogos educacionais, como *serious games*, abordam questões ambientais de forma lúdica e interativa, promovendo inclusive mudanças comportamentais, aprendizado e engajamento dos alunos. Este artigo é um ensaio teórico que abrange temas como sustentabilidade, Educação Ambiental, desafios de aprendizagem dos nativos digitais e *serious games*. A revisão destaca a contribuição dos *serious game* na Educação Ambiental para promover a sustentabilidade. Os estudos demonstraram como os jogos podem ser trabalhados, incluindo o uso de tecnologias educacionais para promover melhorias no ensino.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Serious Games; Educação Ambiental.

**Abstract:** It is necessary to promote sustainability education and environmental education at all levels of education. In this regard, educational games, such as serious games, address environmental issues in a playful and interactive manner, promoting behavioral changes, learning, and student engagement. This article is a theoretical essay that covers topics such as sustainability, environmental education, challenges of digital natives' learning, and serious games. The review highlights the contribution of serious games in environmental education to promote sustainability. The studies demonstrated how games can be utilized, including the use of educational technologies, to enhance teaching practices.

**Keywords:** Sustainability; Serious Games; Environmental Education.

---

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais.  
E-mail: andre.novaes@ifsuldeminas.edu.br

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais.  
E-mail: giselle.cardoso@ifsuldeminas.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alfenas. E-mail: debora.sabonaro@unifal-mg.edu.br

## Introdução

O tema da sustentabilidade vem ganhando cada vez mais espaço em discussões acadêmicas e na sociedade em geral. É de extrema importância que a educação acompanhe essa demanda, preparando os alunos para enfrentar os desafios e as oportunidades oferecidas pelo mundo sustentável. Nesse sentido, as novas tecnologias podem ser ferramentas poderosas para o ensino e a aprendizagem de temas relacionados à sustentabilidade.

Dispositivos móveis, softwares educacionais e plataformas de ensino online podem ser usados de diversas maneiras para promover o ensino de sustentabilidade nas escolas e universidades. O uso de tecnologias educacionais tem se mostrado eficaz para melhorar a compreensão de conceitos complexos e promover a motivação dos alunos. Por exemplo, elas permitem que os alunos tenham acesso a informações atualizadas e variadas sobre o tema, o que pode enriquecer suas reflexões e debates. Além disso, as novas tecnologias permitem que os professores criem atividades mais dinâmicas e interativas, que possam despertar o interesse e o engajamento dos alunos.

Um exemplo de como as novas tecnologias podem ser úteis no ensino de sustentabilidade é o uso de jogos educacionais. Jogos educacionais podem ser projetados para abordar questões relacionadas à sustentabilidade de uma maneira lúdica e interativa. Esses jogos podem envolver desafios em grupo, competições e atividades práticas, que podem ajudar os alunos a se engajarem mais com o tema. O uso de jogos educacionais tem se mostrado eficaz para promover o aprendizado e o engajamento dos alunos, e também o desenvolvimento de habilidades comportamentais (CHATPINYAKOOP; HALLINGER; SHOWANASAI, 2022; ÖZTÜRK; KORKMAZ, 2019).

O engajamento dos alunos é fundamental para o sucesso do ensino de sustentabilidade. As novas tecnologias podem ajudar a promover esse engajamento, pois permitem que os alunos tenham uma experiência mais interativa e dinâmica de aprendizagem (GHODSVALI; DANE; DE VRIES, 2022; OUARIACHI; ELVING; PIERIE, 2018).

Então, com a importância de se investigar a utilização de novas tecnologias aplicadas na Educação Ambiental, este artigo está organizado de modo que seja apresentada a metodologia do ensaio teórico, revisão de literatura sobre conceitos de sustentabilidade, e a seguir sua interface com a educação. É demonstrado como a Educação Ambiental se desenvolveu no Brasil e com base na literatura apresentada, é construído um modelo teórico que apresenta a utilização de metodologia ativa baseada em *serious game* para promover o ensino de sustentabilidade, sobretudo para os nativos digitais.

## **Metodologia**

A metodologia adotada neste artigo consiste em um ensaio teórico, que se trata de uma abordagem que visa investigar e analisar um fenômeno ou problema através de uma revisão crítica da literatura existente e da construção de um modelo teórico consistente. Esta é uma abordagem valiosa para investigar a possibilidade de utilizar *serious game* na educação para sustentabilidade. Através da revisão crítica da literatura e da construção de um modelo teórico consistente, é possível avançar no conhecimento e nas práticas educacionais relacionadas a essa temática.

Portanto, este trabalho abrange os seguintes temas: sustentabilidade, sustentabilidade e educação, Educação Ambiental no Brasil, desafios de aprendizagem dos nativos digitais, *serious game* de sustentabilidade e a necessidade da educação para a sustentabilidade e sua abordagem por meio de metodologias ativas de aprendizagem, como os *serious game*. O ensaio teórico procurou responder ao problema de pesquisa se é possível utilizar metodologias ativas como *serious game* para uma abordagem eficaz para promover a Educação Ambiental. A revisão da literatura envolveu a busca e análise crítica de estudos e trabalhos acadêmicos recentes e relevantes sobre o tema em questão, a busca foi feita nas bases de dados MDPI e *ScienceDirect* com as palavras chaves relacionadas ao tema. Nessa etapa, foi identificado o histórico da Educação Ambiental no Brasil e as principais diretrizes da atualidade para promover este tema. Por fim, foram mapeados estudos recentes que examinam tanto a eficácia dos *serious game* como uma ferramenta educacional quanto a sua aplicação específica no contexto da sustentabilidade.

## **Resultados e Discussão**

A preocupação com a sustentabilidade vem sendo discutida desde os anos 60 e 70, quando a crise ambiental começou a ser mais amplamente reconhecida (BRUNDTLAND *et al.*, 1987). O Relatório Brundtland, publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas em 1987, definiu o desenvolvimento sustentável como aquele que "atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades".

Desde então, vários autores têm contribuído para o debate sobre sustentabilidade, como Robinson (1973), que publicaram o estudo "Limites do Crescimento", que alertava sobre o impacto do crescimento econômico ilimitado sobre o meio ambiente e os recursos naturais. Com o passar dos anos, a sustentabilidade passou a ser vista como uma questão global e integrada, envolvendo aspectos ambientais, sociais e econômicos (ELKINGTON, 1997). A Agenda 21, adotada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, propôs a integração

da sustentabilidade em todos os aspectos da sociedade e das políticas públicas.

Em 2005, a UNESCO lançou a Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, reconhecendo que a educação é uma ferramenta essencial para promover a sustentabilidade. Em 2015, a ONU estabeleceu os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, que incluem a meta de garantir a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos (CF, 2015). A partir desses avanços, a ONU também estabeleceu diretrizes para a integração da sustentabilidade na educação, destacando a importância de uma abordagem interdisciplinar, participativa e centrada no aluno, que desenvolva competências como pensamento crítico e solução de problemas (RIECKMANN, 2017).

### **Sustentabilidade e Educação**

O Relatório Brundtland, publicado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, que apresentou o conceito de desenvolvimento sustentável e a importância de uma abordagem interdisciplinar na tomada de decisões para alcançá-lo (BRUNDTLAND et al., 1987). No âmbito da educação, a UNESCO publicou em 2014 um relatório que destaca a importância da educação para a sustentabilidade, afirmando que ela deve ser interdisciplinar, participativa e centrada no aluno, desenvolvendo habilidades como pensamento crítico, solução de problemas e tomada de decisão (BUCKLER, CREECH, 2014).

A incorporação da sustentabilidade na educação tem sido uma preocupação crescente em todo o mundo, refletindo a necessidade de formar cidadãos conscientes e comprometidos com práticas sustentáveis. Estudos científicos têm investigado diversas abordagens e estratégias utilizadas para integrar a sustentabilidade no contexto educacional, buscando promover a compreensão dos desafios socioambientais e o desenvolvimento de habilidades e valores sustentáveis.

Além disso, a educação para a sustentabilidade tem sido reconhecida como uma questão crucial para a promoção do desenvolvimento sustentável globalmente, conforme destacado pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. A educação é vista como uma ferramenta fundamental para promover a mudança de comportamento e a tomada de decisão sustentável, e como um elemento chave para garantir que as gerações futuras tenham a capacidade de lidar com desafios ambientais e sociais cada vez mais complexos (STERLING, 2010).

A educação para a sustentabilidade tem sido amplamente reconhecida como uma ferramenta crucial para promover a conscientização e a mudança de comportamento em relação à sustentabilidade ambiental, econômica e social. A educação para a sustentabilidade pode ser definida como um processo

contínuo de aprendizagem que visa desenvolver uma compreensão crítica da relação entre o ser humano e o ambiente natural, social e econômico, bem como habilidades e atitudes para agir de maneira sustentável. É uma forma de educar que encoraja os alunos a pensar criticamente, tomar decisões informadas e agir de maneira responsável em relação à sustentabilidade.

Nesse sentido, jogos que abordem questões ambientais e sociais complexas, como a sustentabilidade, podem ser uma ferramenta valiosa para promover a educação para a sustentabilidade. O uso de jogos pode tornar o aprendizado sobre sustentabilidade mais acessível e envolvente para os alunos, e pode ajudá-los a desenvolver habilidades de tomada de decisão crítica e estratégica.

### ***Educação Ambiental no Brasil***

A Educação Ambiental tem sido um tema importante no Brasil desde a década de 1970, quando a crise ambiental global começou a ganhar destaque. Desde então, muitos autores têm escrito sobre as origens, teorias e práticas da Educação Ambiental no país. Segundo Granziera (2009) e Moraes e Turolla (2004), a emergência dos temas ambientais ocorreu na década de 1970. Nesse período ocorreram mudanças econômicas, políticas e culturais que aceleraram a preocupação com as consequências do crescimento econômico e com a degradação ambiental. De acordo com Junqueira e Kawasaki (2017), a partir da década de 1970 houve uma crescente preocupação com a questão ambiental no país, o que levou à criação de diversos movimentos sociais, organizações não governamentais e grupos de pesquisa voltados para essa temática. Além disso, a partir da década de 1980, a Educação Ambiental começou a ser incorporada às políticas públicas no país, especialmente a partir da Constituição de 1988.

De Moraes Damasceno (2020) argumenta em seu trabalho que a Educação Ambiental tem como objetivo formar o sujeito ecológico, isto é, um indivíduo capaz de entender a complexidade dos sistemas naturais e de agir de forma responsável e sustentável em relação ao meio ambiente. Para alcançar esse objetivo, a Educação Ambiental deve ser integrada em todos os níveis de ensino e envolver uma abordagem multidisciplinar.

Morales (2009), por sua vez, destaca na sua pesquisa que a Educação Ambiental no Brasil é marcada por uma diversidade de discursos e práticas, que refletem as diferentes concepções de ambiente, sociedade e educação presentes no país. Ele argumenta que, embora haja muitos avanços na área, ainda há desafios a serem enfrentados, como a falta de recursos e a falta de integração da Educação Ambiental em políticas públicas.

A Eco 92 teve um impacto significativo no debate sobre Educação Ambiental no Brasil. O evento proporcionou uma grande visibilidade para a temática ambiental, o que contribuiu para o fortalecimento da Educação Ambiental no país. A partir desse momento, a Educação Ambiental ganhou

destaque nas políticas públicas, especialmente nas áreas de educação e meio ambiente.

De acordo com Dias (2010), a Eco 92 marcou o início de uma nova fase para a Educação Ambiental no Brasil, que passou a ser vista como um importante instrumento para a promoção do desenvolvimento sustentável. A conferência resultou na elaboração da Agenda 21, um documento que estabelece diretrizes para a implementação de políticas de desenvolvimento sustentável em nível global. A Agenda 21 reconhece a Educação Ambiental como um processo contínuo e permanente, capaz de promover mudanças de comportamento e valores para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

Desde então, a Educação Ambiental tem sido objeto de diversas políticas públicas no Brasil, como o Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA), criado em 1999, e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, publicadas pelo Ministério da Educação em 2012. Essas políticas têm como objetivo promover a inclusão da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino, bem como incentivar a formação de educadores ambientais capacitados para atuar nessa área (BRASIL, 1999; BRASIL, 2012).

Com a publicação das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental pelo Ministério da Educação em 2012, destacam a importância da Educação Ambiental para a construção de uma sociedade sustentável e equitativa. As diretrizes enfatizam a necessidade de uma abordagem interdisciplinar e participativa da Educação Ambiental, que envolva a comunidade e leve em consideração as diferentes realidades locais.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, publicadas pelo Ministério da Educação em 2012, têm o objetivo de orientar a inclusão da Educação Ambiental nos currículos de todas as etapas e modalidades da educação básica e do ensino superior no Brasil. Desde a sua publicação, as diretrizes têm sido utilizadas como referência pelos sistemas de ensino, pelas instituições de ensino e pelos educadores em todo o país para a implementação da Educação Ambiental.

Em um estudo sobre a Educação Ambiental na educação básica, Aires e Suanno (2017) destacam a importância de se pensar a Educação Ambiental de forma interdisciplinar e contextualizada, envolvendo não apenas os aspectos biológicos e ecológicos, mas também os aspectos socioculturais e políticos que permeiam a relação entre ser humano e meio ambiente.

No ensino básico, as diretrizes têm sido aplicadas em diferentes níveis de ensino, do ensino infantil ao ensino fundamental. As escolas têm a liberdade de adaptar as diretrizes às suas realidades locais e desenvolver programas e projetos de Educação Ambiental adequados às necessidades e interesses de seus estudantes e comunidades. Alguns exemplos de práticas pedagógicas que podem ser desenvolvidas nas escolas incluem a realização de projetos interdisciplinares sobre temas ambientais, a realização de atividades de campo

em ambientes naturais, a promoção de campanhas de conscientização sobre questões ambientais, entre outras.

No ensino médio, as diretrizes têm sido utilizadas para orientar a inclusão da Educação Ambiental em diferentes áreas do conhecimento, como biologia, geografia, química, entre outras. O objetivo é promover uma abordagem interdisciplinar e crítica da Educação Ambiental, que permita aos estudantes compreender a complexidade das questões ambientais e desenvolver habilidades e atitudes para agir de forma responsável e sustentável em relação ao meio ambiente.

Já no contexto da Educação Ambiental no ensino superior, Trein (2008) aponta para a necessidade de se promover uma Educação Ambiental crítica e emancipatória, capaz de romper com as visões fragmentadas e reducionistas que ainda predominam em muitos cursos e instituições de ensino superior.

No ensino superior, as diretrizes têm sido utilizadas para orientar a inclusão da Educação Ambiental em diferentes áreas de formação, como engenharia, direito, ciências sociais, entre outras. O objetivo é promover uma abordagem transdisciplinar da Educação Ambiental, que permita aos estudantes compreender as relações entre os diferentes aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais envolvidos nas questões ambientais e desenvolver habilidades e atitudes para atuar de forma crítica e transformadora na sociedade.

Esses são apenas alguns exemplos de como a Educação Ambiental tem sido aplicada nos três níveis de ensino, mas existem muitas outras possibilidades de abordagens e práticas que podem ser desenvolvidas em cada nível. O importante é promover uma abordagem crítica e reflexiva da questão ambiental, buscando soluções sustentáveis para os desafios ambientais do nosso tempo.

No Brasil, existem alguns jogos educativos que são utilizados para promover a Educação Ambiental nos diferentes níveis de ensino, sendo essa uma forma divertida e eficaz de ensinar sobre questões ambientais e promover a conscientização ambiental. Um exemplo é o jogo de Parreira et al. (2022), "Salve a Terra!", que tem como objetivo conscientizar os jogadores sobre a importância da sustentabilidade ambiental, por meio de um jogo de tabuleiro que reforça a aprendizagem de conceitos relacionados ao tema. Além disso, o jogo estimula a cooperação entre os jogadores, que devem buscar múltiplas estratégias em conjunto para alcançar a vitória coletiva, representada pela salvação do planeta dos efeitos da poluição. A ideia é que o jogo ajude a desenvolver habilidades do século XXI e a incentivar a Educação para Sustentabilidade.

Outro exemplo no ensino fundamental é a atividade proposta por Silva et al. (2023) em duas escolas públicas, que teve como objetivo sensibilizar e refletir sobre a geração de resíduos sólidos, buscando estimular ações educativas que promovam a mudança de comportamento em relação ao meio

ambiente. Como resultado, os alunos envolvidos criaram jogos educativos utilizando resíduos sólidos reutilizáveis coletados por eles.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental têm sido amplamente utilizadas no ensino básico, ensino médio e superior para orientar a inclusão da Educação Ambiental nos currículos e promover uma abordagem interdisciplinar e crítica da questão ambiental. Cabe às instituições de ensino e aos educadores adaptar as diretrizes às suas realidades locais e desenvolver programas e projetos de Educação Ambiental adequados às necessidades e interesses de seus estudantes e comunidades.

A Educação Ambiental no Brasil tem avançado significativamente nas últimas décadas, tanto no que diz respeito às políticas públicas quanto às práticas educativas em diferentes contextos. Também é importante destacar a relevância da formação de professores para a promoção da Educação Ambiental no Brasil.

A Educação Ambiental atualmente é uma área importante no Brasil, que busca formar cidadãos conscientes e responsáveis em relação ao meio ambiente. A área é marcada por uma diversidade de discursos e práticas, que refletem as diferentes concepções de ambiente, sociedade e educação no país. Embora haja muitos avanços na área, ainda há desafios a serem enfrentados, como a falta de recursos e a falta de integração da Educação Ambiental em políticas públicas.

## **Construção do Modelo Teórico**

Com base na revisão da literatura, a seguir é demonstrado através da contextualização que é necessário novos métodos e novas tecnologias para o ensino para os nativos digitais, e que é possível explicar como e por que o uso de *serious game* pode ser uma abordagem eficaz para a educação para sustentabilidade para esta geração. Este modelo apresentado a seguir, considera aspectos como os princípios de criação de *serious games*, os fundamentos da educação para sustentabilidade, os fatores motivacionais dos estudantes e os objetivos de aprendizagem desejados.

## ***Desafios de Aprendizagem dos Nativos Digitais***

Nos últimos anos, tem-se observado uma dificuldade crescente dos estudantes nascidos a partir dos anos 2000 em aprender com os métodos tradicionais de ensino, que se baseiam em aulas expositivas e livros didáticos (PRENSKY, 2001). Essa geração de estudantes, conhecida como "nativos digitais", cresceu em um ambiente cercado por tecnologia e tem um perfil de aprendizagem muito diferente das gerações anteriores (TAPSCOTT, 2010).

Uma das principais dificuldades dos nativos digitais em relação aos métodos tradicionais de ensino é a falta de interatividade e a ausência de estímulos visuais e sonoros, que são fundamentais para a sua aprendizagem

(PRENSKY, 2001). Esses estudantes estão acostumados a se comunicar e interagir por meio de dispositivos eletrônicos, como smartphones e tablets, e isso tem um impacto direto em sua forma de aprendizado.

Outra dificuldade enfrentada pelos nativos digitais é a falta de personalização do ensino. Esses estudantes estão acostumados a ter acesso a uma enorme variedade de informações e conteúdos personalizados na internet e em aplicativos, o que faz com que sejam menos tolerantes a uma abordagem padronizada e uniforme de ensino (TAPSCOTT, 2010). Esses estudantes esperam que o ensino seja adaptado às suas necessidades e interesses individuais.

Também, os nativos digitais têm uma grande capacidade de multitarefa e têm dificuldade em manter a atenção em uma atividade por um período prolongado (PRENSKY, 2001). Isso pode tornar o ensino baseado em aulas expositivas ainda mais desafiador para esses estudantes.

Além disso é necessário considerar limitações do corpo docente, no estudo de Baena-Morales, Martinez-Roig e Hernández-Amorós (2020) artigo aborda a importância do uso da tecnologia para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente no campo da educação. O estudo analisa a autopercepção dos professores quanto à competência digital nesse aspecto, encontrando baixos níveis de conhecimento e treinamento. A formação do professor é identificada como o principal problema, mas também a principal solução. Portanto, esforços devem ser direcionados para capacitar os professores no uso de novas tecnologias.

Diante dessas dificuldades, é essencial que as instituições de ensino repensem suas estratégias pedagógicas para atender às necessidades dos nativos digitais. Uma abordagem que tem se mostrado eficaz é o uso de tecnologias educacionais, como jogos digitais e plataformas de ensino online, que oferecem interatividade, personalização e estímulos visuais e sonoros (TAPSCOTT, 2010). Dessa forma, é possível engajar esses estudantes e tornar o ensino mais eficiente e significativo.

Em suma, as dificuldades enfrentadas pelos nativos digitais no aprendizado com os métodos tradicionais de ensino são reais e devem ser levadas em consideração pelas instituições de ensino. O uso de tecnologias educacionais pode ser uma alternativa viável para atender às necessidades desses estudantes e tornar o ensino mais eficiente e atraente para eles.

### ***Serious game de Sustentabilidade***

Uma metodologiaativa de aprendizagem que tem sido cada vez mais utilizada para abordar a educação para a sustentabilidade é o uso de *serious games*. Um *serious game* é um jogo que tem um propósito educacional ou de treinamento, além de entreter. Eles são projetados para serem uma experiência imersiva e envolvente, permitindo que os jogadores aprendam enquanto se divertem. Os *serious game* têm sido utilizados em várias áreas da educação,

Revbea, São Paulo, V. 8, N° 7:312-328, 2023.

incluindo saúde, negócios e Educação Ambiental, para promover a aprendizagem ativa e engajada.

A utilização de *serious game* como uma metodologia ativa de aprendizagem para educação para a sustentabilidade tem se mostrado promissora em mudar o comportamento dos alunos em relação às questões ambientais. Estudos indicam que a utilização de jogos educacionais pode aumentar a motivação dos alunos, melhorar a compreensão sobre os problemas ambientais e promover mudanças comportamentais em relação à sustentabilidade.

Por exemplo, o estudo de Ghodsvali, Dane, e de Vries (2022) investigou o impacto de um *serious game* sobre mudanças decisões comportamentais em relação ao consumo sustentável de alimentos, água e energia. Estas decisões envolvem múltiplas alternativas, objetivos conflitantes e várias incertezas sobre fatores-chave, como mudanças climáticas, urbanização e crescimento populacional. Os *serious game* estão se tornando uma abordagem eficaz para levar os estudantes a tomar decisões responsáveis pela gestão de sistemas complexos. Os autores concluíram que um *serious game* contribui fortemente no processo de tomada de decisões e o jogo potencializa o aprendizado de decisões mais sustentáveis.

Ainda, o estudo de Medema *et al.* (2019) investigou a eficácia de um jogo educacional em relação ao consumo sustentável de água. Os resultados indicaram que a utilização do jogo resultou em mudanças significativas no comportamento dos participantes, como a redução do desperdício de água e a adoção de práticas de consumo mais conscientes.

Outro estudo examinou o impacto dos jogos sérios na educação para sustentabilidade de profissionais de saúde. Os pesquisadores constataram que os jogos sérios aumentaram efetivamente o conhecimento dos profissionais de saúde sobre práticas sustentáveis, levando a um comportamento mais favorável ao meio ambiente no local de trabalho. Esse estudo ilustra o potencial dos jogos sérios para promover a educação para sustentabilidade em diversos contextos profissionais (DAMAŠEVIČIUS *et al.*, 2023).

Uma vez que *serious game* são capazes de alterar comportamentos, espera-se que após a utilização de um *serious game* de sustentabilidade com as simulações de Mudanças climáticas, recursos naturais, desenvolvimento urbano, economia circular e políticas de longo prazo, possa haver um aumento na conscientização sobre as questões ambientais, a compreensão das interações entre os sistemas naturais e sociais, e a adoção de comportamentos mais sustentáveis em relação ao consumo de energia, água, alimentos e materiais. Essas mudanças comportamentais são essenciais para ajudar o planeta a ser mais sustentável, uma vez que os comportamentos individuais têm um impacto significativo no meio ambiente. Comportamentos mais sustentáveis podem levar a reduções no consumo de recursos naturais, na geração de resíduos e na emissão de gases de efeito estufa, contribuindo para a mitigação das mudanças climáticas e a conservação da biodiversidade.

## **A necessidade da educação para a sustentabilidade e sua abordagem através de metodologias ativas de aprendizagem como serious games**

É fundamental implantar a educação para sustentabilidade no currículo escolar, a fim de preparar os estudantes para os desafios ambientais do futuro (JAIN *et al.*, 2013; KISHITA *et al.*, 2018). Também no estudo de Baena-Morales, Martinez-Roig e Hernández-Amorós (2020) foi identificado a importância do uso da tecnologia para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Neste sentido, nos últimos anos, os jogos sérios surgiram como uma ferramenta promissora para o ensino de educação para sustentabilidade. Esses jogos têm como objetivo abordar tópicos complexos, como conservação ambiental, mudanças climáticas e sistemas socioecológicos, por meio de experiências envolventes e interativas.

Nesse contexto, a utilização de *serious game* pode ser uma ferramenta eficaz para melhorar a aprendizagem nessa área, especialmente para os estudantes que nasceram a partir dos anos 2000, que são nativos digitais e estão acostumados a utilizar tecnologia em sua rotina diária (CONNOLLY *et al.*, 2012).

Para abordar a educação para a sustentabilidade, os *serious game* podem simular variáveis complexas, como mudanças climáticas, recursos naturais, desenvolvimento urbano, economia circular e políticas de longo prazo. Os jogadores podem tomar decisões baseadas em informações fornecidas sobre essas variáveis e ver os impactos de suas decisões em tempo real. Isso permite que os jogadores vejam as consequências de suas escolhas e aprendam sobre os sistemas complexos que afetam a sustentabilidade.

Pesquisas da *Penn State University Libraries* destacam o crescente uso de *serious game* e aplicativos no suporte ao ensino e à pesquisa em disciplinas relacionadas à sustentabilidade. Esses jogos podem promover a colaboração, a solução de problemas e o pensamento sistêmico, habilidades essenciais para enfrentar os desafios atuais e futuros da sustentabilidade (MCGOWAN *et al.*, 2023).

Tan e Nurul-asna (2023) constataram que os estudantes que participaram do aprendizado baseado em jogos sérios tinham mais probabilidade de se envolver em aprendizado ativo, colaborar com os colegas e demonstrar habilidades de pensamento crítico. Essas descobertas sugerem que os jogos sérios podem promover uma compreensão profunda de tópicos de sustentabilidade e desenvolver habilidades essenciais para resolver problemas ambientais complexos. Uma revisão de 56 estudos de pesquisa sobre o uso de jogos na Educação Ambiental revela que os jogos sérios têm o potencial de melhorar o conhecimento, a atitude e o comportamento dos estudantes. A mesma fonte apresenta 115 artigos de pesquisa sobre aprendizagem baseada em jogos que enfatizam os benefícios do uso de jogos para aprimorar a educação para sustentabilidade.

O estudo constatou que os estudantes que participaram do aprendizado baseado em jogos sérios apresentaram melhoria significativa em sua compreensão dos conceitos de sustentabilidade e demonstraram maior motivação para adotar comportamentos sustentáveis. Essa pesquisa destaca o potencial dos jogos sérios para promover a conscientização ambiental e incentivar práticas sustentáveis entre os jovens aprendizes.

Para fornecer uma visão geral de jogos sérios e gamificação para engajar indivíduos em comportamentos pró-ambientais para eficiência energética, em um estudo de Morgant *et al.* (2017) ficou demonstrado que jogos sérios e gamificação têm sido utilizados para promover a conscientização do consumo e comportamentos pró-ambientais. A principal conclusão observada no estudo é que de fato os jogos e gamificação podem promover comportamentos em prol da sustentabilidade e que ainda este tipo de metodologia são atrativos para os participantes

Ao longo prazo, onde espera-se que haja mudanças comportamentais em relação ao meio ambiente, a implantação da educação para sustentabilidade pode ser potencializada se promover o engajamento e interesse dos estudantes. Vários estudos demonstram que a aprendizagem experencial contribui fortemente para o aprendizado dos estudantes, pois traz significado ao conteúdo lecionado, e neste sentido, os *serious games* podem ser uma forma interessante e eficaz de engajar os estudantes em temas de sustentabilidade, contribuindo para a conscientização e adoção de práticas sustentáveis, e com a mudança de comportamento, a educação estará de fato desempenhando sua função na formação do cidadão (LOCKREY; BISSETT JOHNSON, 2013; MAJOR *et al.*, 2012; MERCER *et al.*, 2017; OUARIACHI; ELVING; PIERIE, 2018).

Outro ponto importante é que a utilização dessas tecnologias pode ser relativamente barata, o que torna essa abordagem acessível a uma ampla variedade de instituições educacionais (MORENO-GER, *et al.* 2008). Com isso, com poucos recursos, é possível promover a conscientização e a adoção de práticas sustentáveis entre os estudantes, contribuindo para um futuro mais sustentável. Assim, é essencial que as instituições de ensino invistam na implantação da educação para sustentabilidade no currículo, incluindo o uso de *serious games*, a fim de preparar os estudantes não apenas participem da construção do conhecimento e compreensão (engajamento cognitivo) (FIGUEIRÓ; RAUFFLET, 2015) mas também gerem um envolvimento emocional (engajamento afetivo). A combinação de engajamento cognitivo e afetivo pode contribuir para a criação de uma atitude positiva em relação à sustentabilidade, influenciando assim a aprendizagem afetiva, o que, por sua vez, pode influenciar a forma de pensar sobre negócios e gestão. Com o uso dessas tecnologias, os estudantes serão incentivados a se engajar com os temas de sustentabilidade e desenvolver habilidades e conhecimentos para enfrentar os desafios do mundo atual e futuro (GATTI *et al.*, 2019)

Em resumo, a educação para a sustentabilidade é essencial para promover a conscientização e a mudança de comportamento em relação à sustentabilidade ambiental, econômica e social. A utilização de *serious game* como uma metodologia ativa de aprendizagem pode fornecer uma experiência imersiva e engajadora para os alunos, permitindo que eles aprendam sobre variáveis complexas que afetam a sustentabilidade e vejam as consequências de suas decisões em tempo real.

## Conclusões

É evidente que a educação para a sustentabilidade é crucial para garantir um futuro mais justo e sustentável para o planeta e para as próximas gerações. Através de metodologias ativas de aprendizagem, como os *serious games*, os estudantes são incentivados a pensar criticamente sobre as questões ambientais e a desenvolver habilidades para enfrentar os desafios do mundo atual. Além disso, os *serious game* tecnológicos são uma forma atrativa e eficaz de engajar os alunos e de tornar o aprendizado sobre sustentabilidade mais atraente e interativo.

Diante dos trabalhos analisados, percebeu-se a carência de evidências que demonstrem que as propostas podem atender aos vários níveis de ensino, e ainda que sejam propostas estruturadas para ser de fato curricularizada nos projetos pedagógicos e não apenas atividades isoladas. Especula-se também uma possível dificuldade de implantação uma vez que pode haver resistência dos docentes que preferem formas mais tradicionais de ensino. Deste modo, sugere-se que seja feita pesquisas para mapear os problemas de implantação e que sejam desenvolvidas metodologias ativas robustas baseadas em *serious game* que integrem de fato o currículo e não conste meramente como um tópico de ementa.

De forma prática é possível iniciativas que utilizem a abordagem de *serious game* para promover a Educação Ambiental, e que ainda estas iniciativas não apresentam elevados custos. Um exemplo pode ser uso de simulações virtuais, onde essas simulações podem representar situações reais relacionadas à sustentabilidade, como o impacto da poluição em um ecossistema ou a gestão sustentável de uma empresa. Essas simulações permitem que os alunos experimentem diferentes cenários e tomem decisões com base nas informações que têm. Isso pode ajudá-los a desenvolver habilidades de análise crítica e a compreender melhor os desafios e as oportunidades oferecidas pela sustentabilidade.

Portanto, sugere-se duas direções futuras de pesquisa: Que seja desenvolvido *serious game* baseado em simulações, que possam ser aplicáveis e personalizadas dentro do currículo de acordo os diferentes níveis de ensino, e que através de uma observação participante, seja identificado a percepção dos estudantes quanto ao método, bem como sua evolução no aprendizado.

Por fim, a metodologia estudada baseada em jogos, pode ser um recurso valioso para professores que buscam inovar e tornar o ensino sobre Educação Ambiental mais atraente e envolvente para seus alunos. Ao permitir que os estudantes experimentem e vivenciem situações desafiadoras e práticas em um ambiente virtual, os *serious game* podem ajudar a desenvolver habilidades de resolução de problemas e aprimorar a compreensão dos alunos sobre as questões ambientais. Dessa forma, a metodologia do jogo combinado com o ensino de sustentabilidade pode ser uma ferramenta poderosa para incentivar a mudança de comportamento e para formar cidadãos conscientes e engajados em um futuro mais sustentável.

## Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – IFSULDEMINAS e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCA da Universidade Federal de Alfenas/UNIFAL pelo apoio à pesquisa

## Referências

- AIRES, B. F.; SUANNO, J. H. A Educação Ambiental numa perspectiva transdisciplinar: uma articulação entre a Educação Superior e a Educação Básica. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, [S. I.], v. 34, n. 2, p. 42–56, 2017.
- BAENA-MORALES, S.; MARTINEZ-ROIG, R.; HERNÁDEZ-AMORÓS, M.J. Sustainability and educational technology—A description of the teaching self-concept. **Sustainability**, v. 12, n. 24, p. 10309, 2020.
- BRASIL. **Ministério da Educação**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Brasília, DF: MEC, 2012.
- BRASIL. **Ministério da Educação**. Programa Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF: MEC, 1999.
- BRUNDTLAND, G.H., KHALID, M., AGNELLI, S., AL-ATHEL, S.A., CHIDZERO, B., FADIKA, L.M., et al. (1987). **Our common future**. By World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press.
- BUCKLER, C.; CREECH, H. **Shaping the future we want**: UN Decade of Education for Sustainable Development; final report. Unesco, 2014.
- CF, O.D.D.S. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. **United Nations: New York, NY, USA**, 2015.
- CHATPINYAKOOP, C.; HALLINGER, P.; SHOWANASAI, P. Developing Capacities to Lead Change for Sustainability: A Quasi-Experimental Study of Simulation-Based Learning. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 17, 2022.

CONNOLLY, T.M. *et al.* A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. **Computers & education**, v. 59, n. 2, p. 661-686, 2012.

DAMAŠEVIČIUS, R.; MASKELIŪNAS, R.; BLAŽAUSKAS, T. Serious game and gamification in healthcare: a meta-review. **Information**, v. 14, n. 2, p. 105, 2023.

DE MORAES DAMASCENO, Á.T. Ética e Educação Ambiental: a conexão necessária para a formação do sujeito ecológico. **Revista eletrônica casa de makunaima**, v. 2, n. 4, p. 36-46, 2019.

DIAS, G.F. Educação Ambiental: princípios e práticas. São Paulo: **Gaia**, 2010.

ELKINGTON, J.; ROWLANDS, I. H. Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business. **Alternatives Journal**, v. 25, n. 4, p. 42, 1999.

FIGUEIRÓ, P.S.; RAUFFLET, E. Sustainability in higher education: a systematic review with focus on management education. **Journal of cleaner production**, v. 106, p. 22-33, 2015.

GATTI, L.; ULRICH, M.; SEELE, P. Education for sustainable development through business simulation games: An exploratory study of sustainability gamification and its effects on students' learning outcomes. **Journal of cleaner production**, v. 207, p. 667-678, 2019.

GHODSVALI, M.; DANE, G.; DE VRIES, B. An online serious game for decision-making on food-water-energy nexus policy. **Sustainable Cities and Society**, [S. I.], v. 87, n. September, p. 104220, 2022.

GRANZIERA, M.L.M. **Direito Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2009.

JAIN, S.; AGGARWAL, P.; SHARMA, N.; SHARMA, P. Fostering sustainability through education, research and practice: A case study of TERI University. **Journal of Cleaner Production**, v. 61, p. 20–24, 2013.

JUNQUEIRA, E.S.G.; KAWASAKI, C.S. Os movimentos ambientalistas e a Educação Ambiental: a militância como espaço educativo. **Cadernos CIMEAC**, 2017, ano 2017, v. 7, n. 2, p. 163-186, 20 dez. 2017.

KISHITA, Y.; UWASU, M.; HARA, K.; KURODA, M.; TAKEDA, H.; UMEDA, Y.; SHIMODA, Y. Toward designing sustainability education programs: a survey of master's programs through semi-structured interviews. **Sustainability Science**, [S. I.], v. 13, n. 4, p. 953–972, 2018.

LOCKREY, S.; BISSETT JOHNSON, K. Designing pedagogy with emerging sustainable technologies. **Journal of Cleaner Production**, [S. I.], v. 61, p. 70–79, 2013.

MCGOWAN, N.; LÓPEZ-SERRANO, A.; BURGOS, D. Serious game and Soft Skills in Higher Education: A Case Study of the Design of Competel. **Electronics**, v. 12, n. 6, p. 1432, 2023.

MEDEMA, W. et al. The potential of serious game to solve water problems: Editorial to the special issue on game-based approaches to sustainable water governance. **Water**, v. 11, n. 12, p. 2562, 2019.

MERCER, T.G.; KYTHREOTIS, A.P.; ROBINSON, Z.P.; STOLTE, T.; GEORGE, S.M.; HAYWOOD, S.K. The use of educational game design and play in higher education to influence sustainable behaviour. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, [S. I.], v. 18, n. 3, p. 359–384, 2017.

MORAES, S.R.R.; TUROLLA, F.A. Visão geral dos problemas e da política ambiental no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 07-13, 2004.

MORALES, A.G.M. Processo de institucionalização da Educação Ambiental: tendências, correntes e concepções. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 159-175, 2009.

MORENO-GER, P. et al. Educational game design for online education. **Computers in Human Behavior**, v. 24, n. 6, p. 2530-2540, 2008.

MORGANTI, L. et al. Gaming for Earth: Serious games and gamification to engage consumers in pro-environmental behaviours for energy efficiency. **Energy Research & Social Science**, v. 29, p. 95-102, 2017.

OUARIACHI, T.; ELVING, W.J.L.; PIERIE, F. Playing for a sustainable future: The case of We Energy Game as an educational practice. **Sustainability (Switzerland)**, [S. I.], v. 10, n. 10, 2018.

ÖZTÜRK, Çilem; KORKMAZ, Özgen. The effect of gamification activities on students' academic achievements in social studies course, attitudes towards the course and cooperative learning skills. **Participatory Educational Research**, v.7, n. 1, p. 1–15, 2019.

PARREIRAS, M.; XEXÉO, G.; BERNARDES, B.; MELLO, J. A.; MARQUES, P. Um jogo de tabuleiro colaborativo para motivar alunos de Educação Ambiental. Trilha de artes & design – artigos completos - simpósio brasileiro de jogos e entretenimento digital (sbgames), 21. , 2022, Natal/RN. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 51-59.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants part 2: Do they really think differently?. **On the horizon**, 2001.

RIECKMANN, M. **Education for sustainable development goals**: Learning objectives. UNESCO publishing, 2017.

ROBINSON, W.C. **The Limits to Growth**: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind. 1973.

SILVA, C.V.S.; SOUZA, L.L.; FERREIRA, R.G.S. Recursos didáticos produzidos com resíduos sólidos reutilizáveis em duas escolas de Manaus (AM). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v.18,n.4, pp.67–86, 2023.

STERLING, S. Learning for resilience, or the resilient learner? Towards a necessary reconciliation in a paradigm of sustainable education. **Environmental Education Research**, v. 16, n. 5-6, p. 511-528, 2010.

TAN, C.K.W.; NURUL-ASNA, H. Serious game for environmental education. **Integrative Conservation**, v. 2, n. 1, p. 19-42, 2023.

TAPSCOTT, D. Grown up digital. How the net generation is changing your world. **International Journal of Market Research**, v. 52, n. 1, p. 139, 2010.

TREIN, E. A perspectiva crítica e emancipatória da Educação Ambiental. **Educação Ambiental no Brasil**, v. 1, p. 41-45, 2008.

WARD, C.; YATES, D.; SONG, J. Y. Blending Research And Teamwork To Enhance Undergraduate Education: Results From National Survey Of Student Engagement And Business ETS Major Field Test. **American Journal of Business Education (AJBE)**, v. 5, n. 3, p. 325–330, 2012.