

METaverso EDUCACIONAL: TECNOLOGIA PARA O CUMPRIMENTO DO OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL Nº 4 DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O BRASIL

Luís Antônio Licks Missel Machado¹

Fabício Herpich²

Patrícia Fernanda da Silva³

RESUMO

O presente artigo apresenta como problema de pesquisa a educação de qualidade dentre os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) em sua versão no Brasil. O objetivo geral da pesquisa é investigar exemplos de orquestração em metaverso educacional para alcançar o objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS) de nº 4. A metodologia da pesquisa é uma análise bibliográfica exploratória, e sua conclusão é baseada nos resultados da investigação, apontando para a pertinência de ambientes de metaverso educacional para a educação de qualidade a respeito de desenvolvimento sustentável, através da orquestração adequada para uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Educação de Qualidade – Desenvolvimento Sustentável - Orquestração – Metaverso.

ABSTRACT

This article presents quality education as a research problem within the Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations (UN) in its Brazilian version. The general objective of the research is to investigate examples of orchestration in an educational metaverse to achieve Sustainable Development Goal (SDG) number 4. The research methodology is an exploratory bibliographic analysis, and its conclusion is based on the results of the investigation, pointing to the relevance of educational

¹ Professor das Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT. Mestre em Economia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS. Doutorando em Informática na Educação na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Email: luismachado@faccat.br

² Professor da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Doutor em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Email: fabricao.herpich@ufsc.br

³ Professora Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Email: patriciasilvaufgrs@gmail.com

metaverse environments for quality education regarding sustainable development, through adequate orchestration for meaningful learning.

Keywords: Quality Education – Sustainable Development – Orchestration – Metaverse.

1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU) possui um plano de dezessete objetivos compartilhados pelos países para extinguir a pobreza extrema no mundo, reduzir a desigualdade social, e proteger ambientalmente o planeta até 2030. São os chamados Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que em sua versão no Brasil estão contemplados na Figura 1.

Figura 1 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: Organização das Nações Unidas

Dentre esses ODS, o objetivo 4 é claro em apontar a “Educação de Qualidade” como necessária ao atingimento do desenvolvimento sustentável. Por isso, este artigo busca evidenciar algumas das formas possíveis na literatura para sustentar a validade desse objetivo escolhido pela ONU, demonstrando possibilidades de utilização de tecnologias educacionais, como a Realidade Virtual (RV), ou metaverso, como maneira eficaz de promover uma aprendizagem significativa a respeito do tema.

Segundo Tarouco *et al.* (2023), as características da Realidade Virtual (RV), como fidelidade representacional e interação do aluno, estimulam a construção da

identidade, senso de presença e copresença. Por sua vez, essas características estimuladas resultam em benefícios de aprendizagem da representação do conhecimento espacial, experiencial, de engajamento, contextual e colaborativa. Nesse sentido, a presente pesquisa busca investigar se tais características de um metaverso educacional são adequadas quando o objeto de aprendizagem é o desenvolvimento sustentável, em suas abordagens tanto sob a ótica da ciência econômica, quanto ambiental e social.

Com tal objetivo, foram selecionadas algumas experiências educacionais reconhecidas na literatura aplicadas em RV e analisadas em termos de orquestração utilizada para uma aprendizagem significativa.

Orquestração, segundo Dillenbourg (2013), diz respeito à maneira como os professores gerenciam diferentes cenários pedagógicos integrados entre si, na constituição de uma aula, onde podem ocorrer atividades individuais (como a leitura de artigos) e atividades em grupo (como resolução de problemas e elaboração de respostas conjuntas), sendo essas atividades mediadas por computador (*Computer Supported Collaborative Learning* - CSCL) ou não, e que implica em duas ações principais: (a) adaptação de atividades no roteiro aos conhecimentos dos alunos e ao trabalho em equipe, podendo tratar-se de restrições extrínsecas, tais como o currículo e a limitação de tempo para as atividades, assim como as limitações dos formatos das atividades e dos recursos utilizados; e (b) o monitoramento das situações de aprendizagem, acompanhando a evolução de cada aluno e grupo em relação ao que é esperado em cada atividade.

De acordo com Dillenbourg (2013), a orquestração precisa contemplar a facilitação ativa da interação entre os alunos, podendo envolver o acompanhamento de discussões em fóruns *online*, *feedbacks*, e orientações quanto ao desenvolvimento de projetos, visando a participação de todos os membros do grupo.

2 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE SOB A ÓTICA DO OBJETIVO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL Nº 4 DA ONU

Importante referir que educação de qualidade é indicada no Objetivo 4 dos ODS das Organização das Nações Unidas. Portanto, uma abordagem educacional que contemple a literacia ambiental, a responsabilidade social e a economia circular, está inserida no contexto de desenvolvimento sustentável e está plenamente de

acordo com esses objetivos buscados pela ONU, eis que a educação é uma das formas mais efetivas de conscientização e de mudança de paradigmas no comportamento social para a preservação do meio ambiente segundo Palma, Nascimento e Alves (2017), e necessária para a formação de cidadãos conscientes e responsáveis.

De acordo com Freitas (2022), o campo conceitual da literacia ambiental refere-se ao conhecimento necessário à compreensão a respeito do meio ambiente, proporcionando que seja possível entender, apreciar e agir de maneira ambientalmente responsável e sustentável. Ou seja, refere-se à capacidade de compreender conceitos e princípios básicos sobre ecologia e as relações entre os diversos ecossistemas, bem como a consciência sobre dilemas sociais relacionados às formas de promover desenvolvimento e sustentabilidade. Portanto, a literacia ambiental diz respeito à capacidade de aplicação do conhecimento sobre a dinâmica ecológica a partir das escolhas individuais e coletivas para a tomada de decisões conscientes, bem como a efetivação de ações práticas efetivas em proteger o meio ambiente, podendo estar integrada com ações de responsabilidade social e de economia circular, de maneira com que não sejam esgotados os recursos naturais do planeta.

De acordo com Tilbury (1995) e conforme Sterling (2001), a educação a respeito de temas sobre sustentabilidade deve incentivar a reflexão crítica bem como a adoção de atitudes que contribuam para a construção de um futuro sustentável intergeracional. Precisa, portanto, ir além da simples transmissão de conhecimentos a respeito da preservação do meio ambiente. Segundo Jonas (2006) É necessário compreender que a vida no planeta é dependente de um meio ambiente viável, e que isso é um processo de responsabilidade intergeracional.

Conforme Machado *et al.* (2023) a qualidade de vida das próximas gerações e mesmo dos atuais habitantes do planeta Terra depende da preservação do meio ambiente em um contexto de desenvolvimento sustentável, pois se as relações econômicas entre os indivíduos são indissociáveis da vida moderna, e isso se traduz em consumo de bens e matérias primas escassas, é necessário compreender que a mera satisfação das necessidades econômicas presentes podem acarretar o comprometimento do suprimento das necessidades das gerações futuras, e por isso parece lógico o cenário de um convívio de responsabilidade social como elemento catalisador ao necessário convívio econômico integrado ao meio ambiente.

Portanto, promover a educação a respeito do desenvolvimento sustentável é essencial, sendo que sustentabilidade é um tema presente na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) abarcando competências gerais de educação básica de agir, pessoal e coletivamente, com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários (BRASIL, 2018, p. 10). E permeando também diferentes áreas e etapas de educação básica, tais como capacidade de equilibrar as necessidades do presente através da promoção do uso dos recursos naturais de maneira que não comprometa as futuras gerações, assim como garantir a preservação do planeta como basilar de condutas éticas, empáticas e responsáveis.

Contudo, apesar da inclusão da sustentabilidade como competência na BNCC, observa-se silenciamento e fragmentação da educação ambiental, bem como retrocessos nas políticas públicas e deficiência na formação docente (AQUINO; IARED, 2022). Além disso, relatos de professores apontam que, nas escolas públicas, a abordagem da temática é muitas vezes superficial devido à falta de tempo e à sobrecarga curricular (ALVES, 2011). Conforme Stefani, Renzcherchen e Tribeck (2023), embora os ODS ofereçam um referencial normativo importante, sua aplicação no Brasil enfrenta retrocessos concretos em áreas como educação, saúde e infraestrutura, comprometendo a efetividade dessas metas, com desafios que incluem desde a pobreza e a desigualdade social até dificuldades de governança inclusiva, o que demonstra a distância entre o plano global e a realidade.

3 EXPERIMENTOS EM RV PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – EXEMPLOS DE ORQUESTRAÇÃO

Fauville et al. (2020), relatam diversos experimentos usando Realidade Virtual Imersiva (RVI) com vistas a aprendizagem de elementos de desenvolvimento sustentável, destacando diversas razões que justificam o uso desse tipo de tecnologia tais como: as consequências da degradação ambiental serem difíceis de perceber, ocorrerem em locais distantes (temporal ou espacial) do causador, a dificuldade para experienciar o contato em primeira mão com a natureza que é essencial para desenvolver comportamento pró ambiental e ainda a dificuldade para realizar experimentos com a natureza (devido a distância, custo e risco). Destacam que, possibilitando aos usuários visualizar algo que de outro modo não seria visível, a

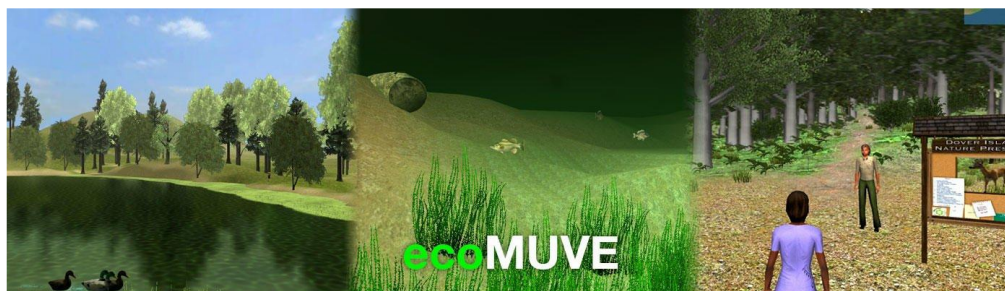
tecnologia digital torna possível promover o engajamento com questões ambientais de forma mais específica e engajadora. A Realidade Virtual Imersiva (RVI), promovendo o sentimento de estar em um dado ambiente, leva à presença social, o que tende a disparar um novo comportamento social capaz de conscientizar uma nova perspectiva de compreensão sobre mudança climática promovendo a literacia ambiental em suas quatro dimensões: (a) conhecimento; (b) disposições; (c) competências e (d) comportamento ambientalmente responsável.

Compreendendo-se que o processo de construção da aprendizagem pode ser significativo com o apoio da tecnologia de RV, e que a educação de qualidade é um objetivo a ser alcançado para a efetivação do desenvolvimento sustentável no país, é possível analisar algumas experiências de sucesso com a utilização da realidade virtual (RV), ou metaverso educacional, para a compreensão de como foi aplicada a orquestração em várias de suas possibilidades. Nesse sentido, pode-se citar o caso do projeto ecoMUVE⁴, uma estratégia pedagógica que usa ambientes virtuais imersivos para ensinar alunos do ensino médio sobre ecossistemas e padrões causais, desenvolvida pelo EcoLearn, um grupo de pesquisa educacional da Harvard Graduate School of Education que explora o uso de tecnologias imersivas avançadas para apoiar o aprendizado sobre a complexa dinâmica causal dos ecossistemas.

Grotzer *et al.* (2017), destacam que ajudar os alunos a aprender formas epistemologicamente autênticas de experimentação é um objetivo importante para a educação em ciências dos ecossistemas. A experimentação desempenha um papel crítico em ajudar os cientistas a passar da análise de padrões e tirar inferências desses padrões para a análise de causalidade. Ambientes virtuais de aprendizagem imersivos podem desempenhar um papel no aprimoramento da presença desses conceitos na sala de aula. No projeto ecoMUVE, mostrado na Figura 2 a orquestração foi desenvolvida com criação de condições para a construção de uma compreensão coerente sobre os padrões de causalidade dentro do sistema, proporcionando elementos para uma exploração mais profunda dos mecanismos causais.

⁴ ecoMUVE - <https://ecolearn.gse.harvard.edu/projects/ecomuve>

Figura 2. Projeto ecoMUVE da Universidade de Harvard



Fonte: Projeto ecoMUVE

Nesse ambiente de RV a orquestração incorpora não apenas a navegação pelo cenário, mas o uso de ferramentas virtuais para realizar medições no ambiente (composição da água no lago, etc), o que segundo Machado *et al.* (2023) apoia o ensino de Ciências proporcionando experiências de aprendizagem que se alinhem com práticas científicas autênticas e promovam o desenvolvimento da alfabetização científica que reconheça a complexidade inerente à pesquisa científica atual.

Outro exemplo de orquestração reconhecido na literatura para a aprendizagem sobre desenvolvimento sustentável com o apoio da RV é relatado Dias *et al.* (2022), e diz respeito ao jogo Recicle Sempre, visando promover a conscientização para a incorporação de atitudes baseadas em quatro eixos: (a) reutilizar (b) repensar; (c) Recusar e (d) Reduzir. Durante o jogo o jogador tem como objetivo recolher o lixo espalhado no ambiente e que se utilize da reciclagem. Percebe-se que a orquestração envolvida na atividade tem o objetivo de promover a disposição para ação, conforme definido por Freitas (2022).

Atualmente, a orquestração pedagógica passou a contar com a possibilidade de ser apoiada pela Inteligência Artificial, e já há publicações demonstrando como roteiros de aprendizagem sobre desenvolvimento sustentável são possíveis através de *prompts* elaborados com esse objetivo.

Machado *et al* (2024), aplicaram uma atividade educacional relativa à Educação Financeira dentro do contexto do desenvolvimento sustentável, os autores se valeram do apoio da Inteligência Artificial (IA) configurada pelo ChatGPT, acessível mesmo pelo celular aos professores e alunos, de maneira a construir uma atividade educacional colaborativa a ser aplicável dentro do ambiente de metaverso Delightex.com, antigo CoSpaces.Edu.

Nesse contexto, foi solicitado apoio do ChatGPT para uma sugestão de atividade *Computer Supported Collaborative Learning* (CSCL) desenvolvida no ambiente de Realidade Virtual (ou metaverso), especificamente, no Delightex.com, oferecendo uma experiência prática e educativa, incentivando os alunos a entenderem o valor econômico e ambiental da reciclagem. A atividade, tal como sugerido pelo ChatGPT, foi composta de cinco etapas: (a) criação colaborativa do *design* do ambiente de RV; (b) identificação de materiais recicláveis; (c) simulação do processo de reciclagem; (d) pontuação e recompensas. A atividade desenvolvida em sala de aula durante um semestre letivo no Programa de Pós – Graduação em Informática na Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGIE/UFRGS) apresentou resultados como o demonstrado na Figura 3.

Figura 3. Atividade em RV sobre desenvolvimento sustentável



Fonte: Machado *et al.* (2024)

Essa pequena amostra de exemplos de orquestração em ambientes educacionais em RV demonstra que a criatividade, além das barreiras de acesso à tecnologia, é o limite para a proposição de atividades educacionais que tratem de desenvolvimento sustentável em quaisquer de seus enfoques (econômico, social e ambiental).

4 CONCLUSÃO

Os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), em suas várias esferas, dependem da conscientização, tomada de decisão e atitudes dos seres humanos. Nesse sentido, parece seguro asseverar que a educação de qualidade é a maneira com que se alcança de maneira eficiente uma maior conscientização social para

despertar o senso de urgência para mudanças de atitudes em relação a atitudes econômicas racionais do ponto de vista da preservação do meio ambiente.

Atualmente não restam dúvidas de que a tecnologia está presente em vários aspectos da vida em sociedade, inclusive no processo educacional. Nesse sentido, tecnologias educacionais podem ser utilizadas de forma eficiente para uma aprendizagem significativa. Ronaghi (2022) descreve um amplo estudo no qual comprovou que o uso de Realidade Virtual tem maior impacto na mudança no comportamento sustentável do que quando outras estratégias/tecnologias são usadas. Ele destaca que esse resultado se deve ao fato de a RV apresentar vantagens em relação ao ensino tradicional, como redução de custos, redução de riscos, reprodutibilidade, alto controle sobre os procedimentos de treinamento e possibilidade de autoaprendizagem.

As tecnologias de Inteligência Artificial, recentemente popularizadas, também se apresentam como aliadas tanto na proposição de orquestração de atividades educacionais a serem desenvolvidas no metaverso, como também na geração de ambientes virtuais e imagens/vídeos educativos a serem utilizadas na RV.

Sendo assim, uma conclusão possível é a de que a tecnologia da Realidade Virtual, quando utilizada segundo critérios pedagógicos, se apresenta como um ambiente educacional propício ao aprendizado significativo a respeito do desenvolvimento sustentável, podendo ser um caminho para o cumprimento do ODS nº 4 da Organização das Nações Unidas.

REFERÊNCIAS

ALVES, C. Educação Ambiental no Ensino Fundamental: dificuldades, desafios, recursos didáticos e percepções. *Revista Educação Pública*, v. 10, n. 7, 2011. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/27/educacao-ambiental-no-ensino-fundamental-dificuldades-desafios-recursos-didaticos-e-percepcoes>. Acesso em: 20 nov. 2025.

AQUINO, B. A. S.; IARED, V. Educação ambiental e BNCC: uma análise dos estudos publicados. *Revista Sergipana de Educação Ambiental*, v. 10, n. 1, p. 77-92, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47401/revisea.v10.18244>

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 21 nov. 2025.

DIAS, Anna Laura et al. Aplicativo Mobile em realidade virtual para educação

ambiental. *Environmental Science & Technology Innovation*-ISSN 2965-1158, v. 1, n. 1, 2022.

DILLENBOURG, P. Design for classroom orchestration. **Computers & Education**, [S. l.], v. 69, p. 485-492, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.04.013>. Acesso em: 21 nov. 2025.

FAUVILLE. Géraldine, Queiroz. Anna Carolina Muller. Bailenson, Jeremy N. Chapter 5 - Virtual reality as a promising tool to promote climate change awareness, In: *Technology and Health*. Edited by Jihyun Kim, Hayeon Song, Academic Press, 2020, Pages 91-108, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816958-2.00005-8>.

FREITAS, F. R. da R. **O uso de dispositivos de realidade virtual para conexão de crianças e adolescentes com a natureza: análise de uma experiência com vídeos 360 graus em uma escola de ensino fundamental em Porto Alegre**. 2022. 211 f. Tese (Doutorado em Comunicação) – Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

GROTZER, Tina A. et al. Teaching the systems aspects of epistemologically authentic experimentation in ecosystems through immersive virtual worlds. National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Antonio, TX, 2017.

JONAS, H. **O princípio responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

MACHADO, L. A. L. M.; SILVA, T. L.; TAROUÇO, L. M. R.; HERPICH, F. Metaverso para ensino de desenvolvimento sustentável. In: XII Congresso Brasileiro de Informática na Educação - CBIE, 2023, Passo Fundo/RS. **Anais do XXXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, v. 2023, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/26691>. Acesso em: 18 nov. 2025.

MACHADO, L. A. L. M.; CESTARI, T. N.; FRACARO, A. R.; SILVA, P. F.; TAROUÇO, L. M. R. Metaverso para o ensino de educação financeira no contexto do desenvolvimento sustentável. **Revista Eletrônica de Ciências Contábeis**, [S. l.], v. 13, p. 83-97, 2024a. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/282006>. Acesso em: 24 nov. 2025.

PALMA, L. C.; NASCIMENTO, L. F. M; ALVES, N. **Educação para sustentabilidade: bases epistemológicas, teorias e exemplos na área de administração**. Canoas, RS: IFRS - Campus Canoas, p. 172, 2017.

RONAGHI, Mohammad Hossein. The effect of virtual reality technology and education on sustainable behavior: A comparative quasi-experimental study. *Interactive Technology and Smart Education*, n. ahead-of-print, 2022. <https://doi.org/10.1108/ITSE-02-2022-0025>.

STEFANI, S. R.; RENZCHERCHEN, A. T.; TRIBECK, P. M. de A. Desafios e retrocessos na implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil: uma análise do Relatório Luz. *Administração de Empresas em Revista*,

Curitiba, v. 1, n. 22, p. 1-20, 2023. Disponível em: <https://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/admrevista/article/view/6586>. Acesso em: 21 nov. 2025.

TAROUCO, L. M. R.; MACHADO, L. A. L. M.; SILVA, T. L.; TIMÓTEO, D. J. A. Possibilidades do metaverso como recurso educacional. **Revista da FUNDARTE**, [S. l.], v. 56, n. 56, p. 1-22, 2023. Disponível em: <https://seer.fundarte.rs.gov.br/index.php/RevistadaFundarte/article/view/1268>. Acesso em: 23 nov. 2025.

TILBURY, D. Environmental Education for Sustainability: Defining the New Focus of Environmental Education in the 1990s. **Environmental Education Research**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 195-212, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1350462950010206>. Acesso em: 19 nov. 2025.