



## **Educação Inteligente e Imersiva e Educação para o Desenvolvimento Sustentável: possibilidades de integração a partir dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**

**Flávio Henrique dos Santos Foguel**

Professor Doutor, UNIVAG e ESPM - Brasil

flavio.foguel@gmail.com

**Evandro Luiz Lopes**

Professor Doutor, ESPM e UNIFESP – Brasil

evandro.lopes@espm.br

Recebido: 15 de setembro de 2024

Aceito: 31 de outubro de 2024

Publicado online: 14 de novembro de 2024

**DOI: 10.17271/1980082720420245230**

<https://doi.org/10.17271/1980082720420245230>

### **Licença**

Copyright (c) 2024 Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista



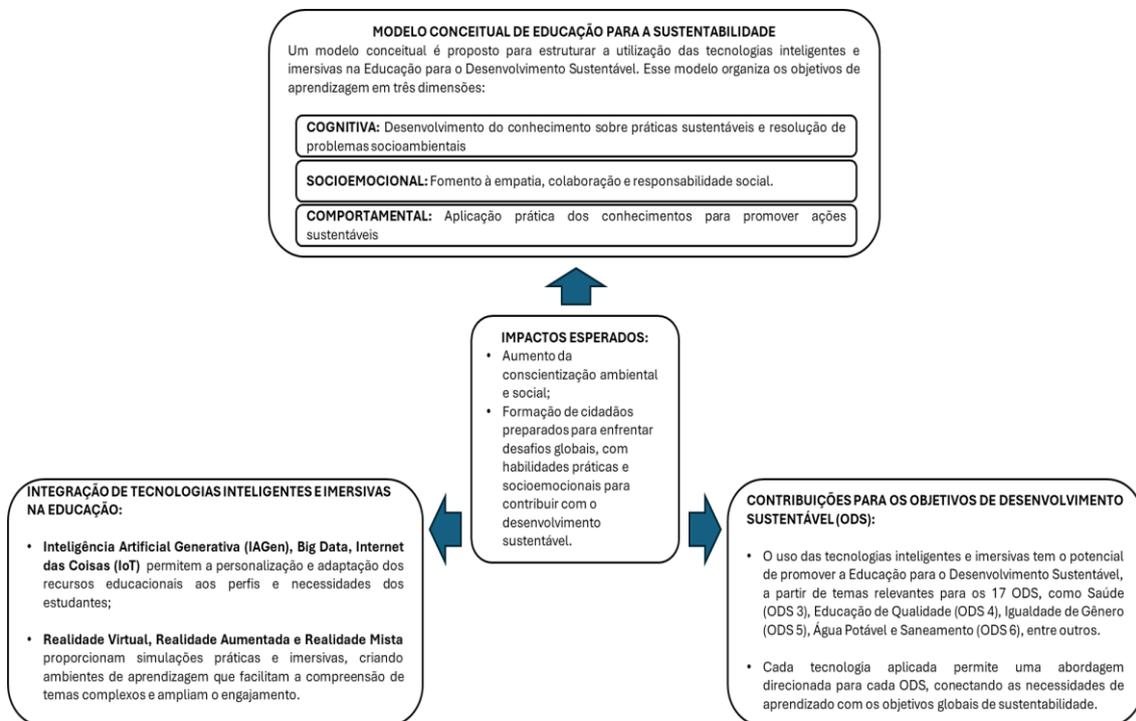
Este trabalho está licenciado sob uma licença [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**RESUMO**

O presente artigo investiga o potencial transformador da Educação Inteligente e Imersiva na promoção da Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS), conectando inovações tecnológicas às demandas globais de sustentabilidade. Por meio de um modelo conceitual, são exploradas as contribuições de tecnologias emergentes – como Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Inteligência Artificial (IA) – para a transformação da educação, tornando-a adaptativa, envolvente e orientada para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Argumenta-se que essas tecnologias ampliam a aprendizagem e capacitam tanto gestores quanto estudantes a assumirem papéis protagonistas na solução de desafios socioambientais. O estudo oferece uma base para novas investigações empíricas e práticas educacionais, sugerindo caminhos para transformar desafios ambientais e sociais em oportunidades de inovação e impacto positivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Educação Inteligente e Imersiva. Educação para a Sustentabilidade. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

**RESUMO GRÁFICO**



## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, desafios como as mudanças climáticas, a degradação ambiental e a crescente demanda por recursos naturais tornaram-se uma preocupação central, devido à interdependência crítica entre o clima, os ecossistemas e as sociedades humanas. Os impactos sobre a saúde dos ecossistemas afetam diretamente a qualidade de vida e ampliam as vulnerabilidades sociais e econômicas, intensificando desastres naturais, insegurança alimentar e escassez de água (ESCAP; ADB; UNDP, 2024; WMO, 2024).

A complexidade desse cenário exige uma abordagem multidimensional, que integre questões ambientais, sociais e econômicas. O enfrentamento desses desafios está diretamente relacionado à integração de políticas públicas, investimentos em inovação tecnológica e o fortalecimento de estruturas educacionais que preparem as futuras gerações para agir de forma sustentável e resiliente (RECKIEN et al., 2017; UNESCO; MECCE, 2024).

Tecnologias emergentes, como inteligência artificial generativa (IAGen), *big data* e internet das coisas (IoT), permitem a coleta de dados em tempo real e o processamento de grandes volumes de dados, melhorando o monitoramento, a previsão e as decisões para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (HO et al., 2024; NAMMOUCHI; KASSLER; THEOCHARIS, 2024). Essas inovações são essenciais para aumentar a resiliência dos setores afetados pelos desafios climáticos (ABBASS et al., 2022).

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável é um pilar fundamental na resposta a esses desafios globais, pois promove a conscientização sobre a conservação ambiental e a redução das desigualdades sociais (UNESCO; MECCE, 2024). As tecnologias da informação e comunicação (TICs) ampliam o acesso e, assim, a conscientização sobre os desafios socioambientais, especialmente entre os jovens da geração Z, considerados nativos digitais (PIKHART; KLÍMOVÁ, 2020). Além disso, essas tecnologias ajudam na formação de profissionais com novas competências para desenvolver soluções inovadoras voltadas ao desenvolvimento sustentável (UNESCO; MECCE, 2024).

O uso de tecnologias na Educação remonta ao início do século XX (MOORE, 2022), e os avanços recentes têm transformado como o processo de ensino e aprendizagem é pensado e entregue (PREGOWSKA et al., 2021). Neste contexto, a Educação a Distância (EaD) tem desempenhado um papel crucial na democratização do acesso ao conhecimento, superando barreiras físicas e temporais, com o uso das TICs no processo educacional (MOORE, 2022). Atualmente, a EaD está em transição para uma nova geração tecnológica, a Educação Inteligente e Imersiva, caracterizada pelo uso de tecnologias como Inteligência Artificial Generativa (IAGen), Aprendizado de Máquina, Big Data, Computação em Nuvem, Internet das Coisas (IoT), Realidade Virtual (RV), Realidade Aumentada (RA) e Realidade Mista (RM) (FOGUEL, 2024).

Embora a literatura aborde o uso de tecnologias inteligentes e imersivas na Educação (ALARIO-HOYOS; KLOOS, 2019; POUPARD et al., 2024) e exista um corpo teórico sobre Educação para a Sustentabilidade (LIM et al., 2022; VEIGA ÁVILA et al., 2018), a relação direta entre essas duas áreas permanece pouco explorada e estruturada na literatura. Este artigo investiga as possibilidades de uso da Educação Inteligente e Imersiva na promoção da Educação para a Sustentabilidade. A contribuição central deste artigo reside no avanço da integração entre a Educação Inteligente e Imersiva e a Educação para a Sustentabilidade, com um modelo

conceitual de análise, que estrutura possibilidades de uso a partir dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Este artigo apresenta um referencial teórico sobre a Educação Inteligente e Imersiva e a Educação para o Desenvolvimento Sustentável. Descreve-se a metodologia adotada para investigar essa relação e discutem-se as implicações práticas, sugerindo direções para pesquisas futuras e aplicações tecnológicas em contextos educacionais, visando o desenvolvimento sustentável e a mitigação dos impactos climáticos e sociais.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nessa seção, são apresentados os conceitos teóricos que nortearam o estudo.

### 2.1 Educação Inteligente e Imersiva

A Educação a Distância (EaD) evoluiu significativamente ao longo dos anos, impulsionada pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Desde a educação por correspondência até a educação online, cada nova tecnologia transformou a forma como professores e estudantes interagem e aprendem (BETTS et al., 2021). A internet e os computadores pessoais foram as tecnologias que viabilizaram a Educação Online e propiciaram a maior expansão do acesso à educação profissional e superior, reduzindo as barreiras geográficas e temporais. O surgimento dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) trouxe dinamismo e flexibilidade às interações entre os atores do processo educacional. Contudo, a tecnologia ainda era limitada em termos de personalização, reagindo apenas às demandas dos usuários (AVIDOV-UNGAR; ZAMIR, 2024).

Embora o desenvolvimento mais intenso das tecnologias inteligentes e imersivas tenha ocorrido a partir de 2010, suas pesquisas remontam à segunda metade do século XX. O termo Inteligência Artificial foi cunhado em 1956, durante a Conferência de Dartmouth (MCCARTHY et al., 2006), e os primeiros dispositivos de realidade virtual surgiram na década de 1980, com os estudos de Jaron Lanier na VPL Research (LANIER, 2017). As transformações mais significativas, porém, ocorreram recentemente, impulsionadas por avanços em redes neurais, maior capacidade computacional, sensores avançados e interfaces gráficas (PARTARAKIS, 2024). O aumento da capacidade dos chips e a melhoria da conectividade viabilizaram o processamento em tempo real de grandes volumes de dados, essenciais para o desenvolvimento da inteligência artificial e das tecnologias imersivas (GARISTO, 2024). Além disso, a computação em nuvem e a descentralização do processamento, via *edge computing*, ampliaram ainda mais o acesso a essas tecnologias (HOU; LU; DEY, 2017; SHI et al., 2016). Os avanços da inteligência artificial, em especial as redes generativas adversárias (GOODFELLOW et al., 2014) e do modelo *transformer* (VASWANI et al., 2017), possibilitaram o surgimento de inteligências artificiais generativas, como ChatGPT, Gemini e outros similares.

As tecnologias inteligentes referem-se a sistemas que integram inteligência artificial generativa (IAGen), aprendizado de máquina, *big data*, computação em nuvem e internet das coisas (IoT), criando soluções autônomas e adaptativas que analisam e respondem a dados em tempo real. Esses sistemas são projetados para aprender continuamente, otimizando processos e permitindo decisões personalizadas em uma ampla gama de aplicações (AKHILESH, 2020;

TOTLANI, 2023). Na Educação, essas tecnologias criam ambientes de aprendizagem adaptativos e personalizados, ajustando-se ao comportamento dos estudantes. A Educação Inteligente usa computação em nuvem e aprendizado de máquina para monitorar e analisar o desempenho dos estudantes, adaptando o conteúdo às suas necessidades, criando experiências de aprendizado mais eficazes e envolventes (ALARIO-HOYOS; KLOOS, 2019; PALANIVEL, 2020).

A Educação Inteligente é caracterizada pela elevada personalização, ajustando o ritmo e o conteúdo ao perfil de cada estudante, promovendo a continuidade do aprendizado em diversos ambientes e momentos, fenômeno conhecido como ubiquidade (DEMIR, 2021; PALANIVEL, 2020). O aprendizado é contextualizado, aplicando o conteúdo de forma prática ao contexto do aluno, enriquecido pela integração de tecnologias digitais que amplificam a experiência educacional (GULNORA; FARIDA; SAYIDOLIM, 2022). Os ambientes adaptativos promovem flexibilidade, enquanto a aprendizagem autodirigida incentiva os estudantes a tomarem iniciativa no controle do próprio processo de aprendizagem (DEMIR, 2021).

As tecnologias imersivas complementam a Educação Inteligente ao integrar o virtual e o físico, promovendo experiências de aprendizado altamente interativas e sensoriais. Com o uso de realidade virtual (RV), realidade aumentada (RA) e realidade mista (RM), essas tecnologias transformam o processo de ensino ao criar ambientes 3D interativos, que simulam tanto cenários reais quanto imaginários, oferecendo um envolvimento mais profundo e visualmente dinâmico (MOHSEN; ALANGARI, 2024). A RV substitui completamente o ambiente físico por um virtual, permitindo ao estudante uma exploração imersiva, enquanto a RA sobrepõe elementos digitais ao mundo real, facilitando a visualização de conceitos complexos (HALABI, 2020; TORI, 2022). A RM combina ambos os mundos, possibilitando interações em tempo real entre objetos físicos e virtuais (CHANG et al., 2022).

Essas tecnologias ressignificam a noção de distância, eliminando barreiras geográficas e temporais, e criam ambientes de aprendizado mais inclusivos e colaborativos, comparáveis às experiências presenciais (TORI, 2022). Além de facilitar a compreensão de conceitos abstratos e o aprendizado prático por meio de simulações de habilidades complexas (ELDOKHNY, 2021), elas oferecem personalização e inclusão, adaptando o conteúdo aos estilos de aprendizagem individuais, o que enriquece o processo educacional e possibilita o acesso a cenários inacessíveis fisicamente, como locais históricos ou científicos (WU et al., 2021).

A integração de tecnologias inteligentes e imersivas eleva significativamente a qualidade da experiência educacional, proporcionando flexibilidade e personalização sem precedentes (DEMIR, 2021; SINGH; MIAH, 2020). Esse novo paradigma tecnológico estabelece um conjunto dominante de conceitos, práticas e ferramentas que orientam o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias educacionais. Quando inovações emergentes revelam as limitações do paradigma vigente, ocorre uma mudança que exige uma reestruturação fundamental das práticas e conceitos dominantes (CIMOLI; DOSI, 1995; DOSI, 1982). Esse novo paradigma tecnológico está redefinindo a interação entre tecnologia e usuário, especialmente na educação, substituindo sistemas passivos por interativos e adaptativos que evoluem em tempo real (OUYANG; ZHENG; JIAO, 2022), posicionando a Educação Inteligente e Imersiva como a sexta geração da Educação a Distância (FOGUEL, 2024).

Além de transformar o aprendizado, tornando-o mais dinâmico e inclusivo, a integração dessas tecnologias desempenha um papel essencial na conscientização sobre desafios globais.

Ao ampliar o engajamento e a compreensão, elas preparam os estudantes para enfrentar problemas complexos em um mundo em constante mudança. Nesse contexto, a Educação Inteligente e Imersiva tem o potencial de promover a Educação para a Sustentabilidade, formando cidadãos comprometidos com soluções para um futuro mais sustentável e equitativo.

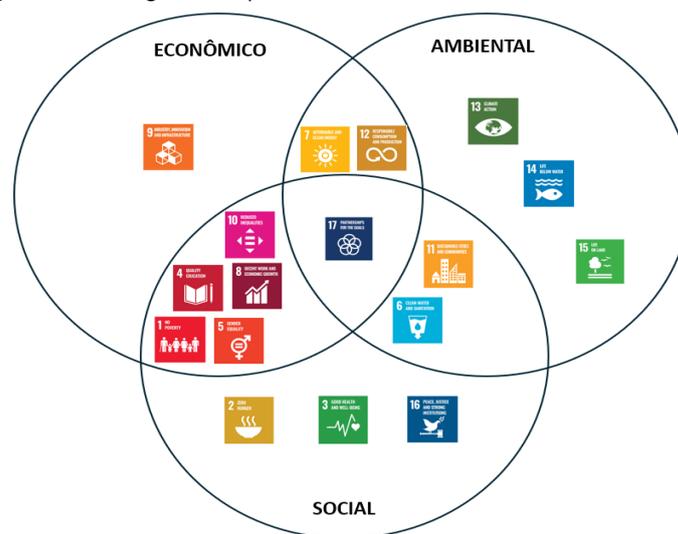
Complementarmente às inovações tecnológicas na educação, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável desempenha um papel vital ao preparar indivíduos e instituições para enfrentar os desafios globais contemporâneos.

## 2.2 Educação para o Desenvolvimento Sustentável

As discussões sobre desenvolvimento sustentável começaram nos anos 1970, com o relatório *Limits to Growth*, que alertou para os riscos do crescimento econômico sem limites, diante de um cenário de recursos naturais finitos (MEADOWS et al., 1972). Em 1987, o Relatório Brundtland consolidou o conceito, definindo o desenvolvimento sustentável como aquele que equilibra a satisfação das necessidades presentes com a preservação dos recursos para as gerações futuras (BRUNDTLAND, 1987). Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (RIO92), a Agenda 21 foi criada como uma diretriz para políticas sustentáveis, reforçando o compromisso global (UNITED NATIONS, 1992).

Nos anos 2000, a Cúpula do Milênio levou à elaboração dos oito Objetivos de desenvolvimento do Milênio (ODM), que visavam a erradicação da pobreza extrema até 2015. E em janeiro de 2015, foi criada a Agenda 2030, trazendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que abrangem as dimensões econômica, social e ambiental do desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2015). A Figura 1 apresenta os 17 ODS organizados de acordo com as dimensões do desenvolvimento sustentável.

**Figura 1 – ODS organizados pelas dimensões do Desenvolvimento Sustentável**



Fonte: elaborado pelo autor, baseado em United Nations (2015)

Nesse contexto, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) emerge como uma peça-chave na promoção de conhecimento e habilidades necessárias para alcançar os ODS, especialmente o ODS 4 – Educação de Qualidade (UNESCO, 2020). A EDS é uma abordagem holística que visa capacitar estudantes a tomarem decisões informadas e responsáveis,

promovendo integridade ambiental, viabilidade econômica e justiça social para as gerações presentes e futuras (VEIDEMANE, 2022).

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável baseia-se em princípios que orientam a construção de uma sociedade mais justa e sustentável. O primeiro deles é a Abordagem Holística, que reconhece a interconexão entre os aspectos ambientais, sociais e econômicos, promovendo uma visão integrada dos desafios globais. Além disso, a Equidade e Diversidade assegura a justiça social e econômica, respeitando as diferenças culturais e contextuais de cada comunidade. A EDS também prioriza a Ação e o Empoderamento, capacitando os estudantes a se tornarem protagonistas de transformações, promovendo ações individuais e coletivas em prol da sustentabilidade. A Visão de Longo Prazo orienta as decisões, considerando os impactos das ações presentes sobre as gerações futuras. Por fim, o Envolvimento das Partes Interessadas reforça a colaboração ativa entre governos, empresas, ONGs e comunidades, em um esforço conjunto para o desenvolvimento sustentável (IVASCU et al., 2017; O'FLAHERTY; LIDDY, 2018).

Esses princípios criam uma base sólida para que a EDS forme cidadãos capazes de lidar com os desafios globais, com conhecimento técnico, capacidade crítica e engajamento para promover mudanças significativas. Assim, a EDS não é apenas uma forma de educação, mas um catalisador para uma sociedade mais consciente, inclusiva e comprometida com a construção de um futuro sustentável (GROSSECK; TÎRU; BRAN, 2019).

Com base nos conceitos apresentados, esta pesquisa adota uma abordagem exploratória-propositiva para investigar como a integração entre tecnologia e sustentabilidade pode ser estruturada em modelos aplicáveis ao contexto educacional.

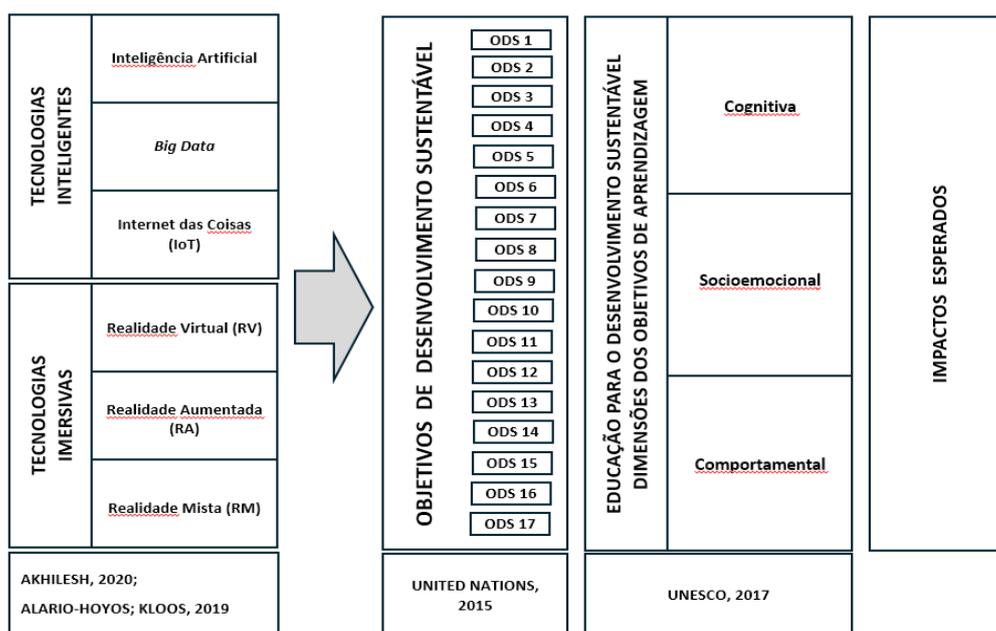
### 3. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo adota uma abordagem exploratória-propositiva, com o objetivo de investigar as possibilidades de uso das tecnologias inteligentes e imersivas na Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS). A pesquisa exploratória é adequada para temas emergentes e pouco investigados (CRESWELL, 2014), não se limitando a descrever práticas existentes, mas propondo a adoção dessas no processo de ensino e aprendizagem.

Neste sentido, o estudo propõe um modelo conceitual para estruturar e analisar as aplicações da Educação Inteligente e Imersiva em prol da EDS, tendo como ponto de partida os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS (UNITED NATIONS, 2015). O modelo examina a Educação Inteligente a partir de três tecnologias: Inteligência Artificial, Big Data e Internet das Coisas (AKHILESH, 2020). Paralelamente, aborda a Educação Imersiva considerando as tecnologias de realidade virtual, realidade aumentada e realidade mista (AL-ANSI et al., 2023; ALARIO-HOYOS; KLOOS, 2019).

As ações educacionais são organizadas com base nos ODS, e os objetivos de aprendizagem são categorizados em dimensões cognitivas, socioemocionais e comportamentais, conforme sugerido pela UNESCO (2017). Além disso, a pesquisa discute os impactos esperados dessas iniciativas, sugerindo novos caminhos para a aplicação prática e apontando oportunidades para futuras investigações empíricas. A Figura 2 apresenta o modelo conceitual desenvolvido para a pesquisa

**Figura 2** - Modelo Conceitual para análise das possibilidades de integração entre Educação Inteligente e Imersiva e Educação para o Desenvolvimento Sustentável



Fonte: elaborado pelo autor (2024)

#### 4. RESULTADOS

A partir do modelo conceitual proposto, foram investigadas e propostas ações de Educação para o Desenvolvimento Sustentável, orientadas para cada um dos ODS. Tais propostas são apresentadas a seguir, considerando as dimensões do desenvolvimento sustentável que os ODS se relacionam, conforme Figura 1.

##### 4.1 ODS que impactam a Dimensão Social do Desenvolvimento Sustentável (ODS 2, ODS 3 e ODS 16).

A integração de tecnologias como IAGen, Big Data e Internet das Coisas (IoT) no contexto do **ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável)** permite a otimização de práticas agrícolas, adaptando o ensino às condições climáticas e ambientais locais. Projetos de formação profissional podem ser personalizados de acordo com o perfil dos estudantes e as características regionais. Competências técnicas de arranjos produtivos locais (APL) agrícolas sustentáveis podem ser disseminadas para outros APLs, por meio da Educação a Distância (FOGUEL; NORMANHA FILHO, 2007). Ferramentas inteligentes de análise de aprendizagem permitirão o acompanhamento sistêmico de projeto envolvendo múltiplos APLs, personalizando o processo de ensino e aprendizagem para cada um deles. Além disso, a realidade virtual (RV) permitirá que estudantes de diferentes regiões acompanhem o ciclo de cultivo de APLs mais distantes e desenvolvidos, proporcionando-lhes a oportunidade de experimentar diferentes técnicas agrícolas em um ambiente seguro, promovendo tanto a eficiência no uso de recursos quanto a preservação ambiental.

No contexto do **ODS 3 (Saúde e Bem-estar)**, as tecnologias inteligentes desempenham um papel crucial no monitoramento de indicadores de saúde pública e na oferta de programas de Educação em Saúde. Por meio de cursos com conteúdo preventivo para a população,

teleconsultoria com especialistas, via Saúde Digital, e capacitações para profissionais da saúde, as tecnologias inteligentes promovem uma abordagem integrada para a promoção da saúde e do bem-estar da população. As tecnologias imersivas simulam cenários de saúde, incluindo procedimentos médicos e campanhas de prevenção, permitindo que estudantes e profissionais pratiquem em ambientes simulados, sem os riscos associadas a situações reais. Isso facilita o aprendizado prático em cuidados de saúde, aprimorando a compreensão e execução de procedimentos.

Para o **ODS 16 (Paz, Justiça e Instituições Eficazes)**, a educação inteligente permite oferecer cursos personalizados sobre direitos humanos e justiça social, adaptando conteúdos de acordo com o perfil do estudante e os desafios específicos de cada localidade. A realidade virtual permite simular cenários de conflitos para proporcionar práticas de mediação e solução de conflitos. Estudantes podem ser inseridos em simulações de cenários extremos para que se conscientizem das consequências de longo prazo trazidas pela fragilização dos direitos humanos e da justiça social, conscientizando-os da importância do bom funcionamento de um Estado democrático, inclusivo e justo.

Os objetivos educacionais envolvem, no aspecto cognitivo, a compreensão de práticas sustentáveis, prevenção de doenças, saúde pública, e fundamentos de justiça social e governança democrática. No aspecto socioemocional, o foco é no desenvolvimento de empatia, responsabilidade coletiva e respeito pelos direitos humanos e pelo meio ambiente. No aspecto comportamental, busca-se a aplicação prática desses conhecimentos em contextos reais, promovendo hábitos saudáveis, práticas agrícolas sustentáveis e justiça social nas comunidades.

Os impactos esperados incluem a adoção de práticas inovadoras e sustentáveis, maior conscientização e adesão a práticas preventivas em saúde, empoderamento de agricultores no uso consciente dos recursos naturais, além de um maior engajamento cívico na promoção de justiça social e instituições eficazes.

#### **4.2 ODS que impactam as Dimensões Social e Econômica do Desenvolvimento Sustentável (ODS 1, ODS 4, ODS 5, ODS 8 e ODS 10).**

O **ODS 1 (Erradicação da Pobreza)** estabelece um conjunto de metas para a erradicação da pobreza e, no contexto educacional, destacam-se duas abordagens: a Educação Empreendedora e a Educação Financeira (UNESCO, 2017). A Educação Empreendedora fomenta a criação de negócios, gerando oportunidades de renda e emprego, especialmente quando alinhada ao desenvolvimento sustentável, incorporando os ODS no processo educacional e incentivando empreendimentos sociais e ambientalmente sustentáveis (REPAR; BOGUE, 2024). Por outro lado, a Educação Financeira capacita os indivíduos a tomarem decisões informadas e responsáveis em relação aos seus recursos, promovendo o uso consciente, estabilidade econômica e um futuro mais sustentável (NAZ; FAROOQUI; BHATTI, 2023).

Tecnologias inteligentes, como Inteligência Artificial Generativa e *Big Data*, permitem a personalização de projetos de educação financeira, ajustando os conteúdos ao perfil socioeconômico dos estudantes, usando análise preditiva para subsidiar a criação de conteúdos e ações educativas específicas. Na Educação Empreendedora, plataformas de aprendizado adaptativo podem ajustar conteúdos e práticas educacionais, desenvolvendo competências

empreendedoras, conforme o perfil dos alunos e as vocações do território. Tecnologias imersivas, como a realidade virtual, permitem simular situações de gestão financeira em situações da vida cotidiana dos estudantes, permitindo que esses experimentem cenários econômicos reais, enfrentando desafios semelhantes aos que encontrarão na vida real.

As tecnologias inteligentes e imersivas estão transformando a Educação. No âmbito do **ODS 4 (Educação de Qualidade)**, as tecnologias inteligentes personalizam o processo educacional, adaptando os conteúdos ao perfil de cada estudante. Além disso, acompanham os resultados dos estudantes em tempo real, identificam dificuldades de aprendizado e oferecem *feedback* individualizado em tempo real, promovendo uma educação inclusiva e personalizada. Na Educação Imersiva, o uso de realidade virtual, aumentada ou mista permite que os estudantes explorem ambientes interativos, como simulações de laboratórios, contextos históricos ou até mesmo explorações virtuais de lugares geográficos. Essas experiências imersivas ampliam o engajamento dos estudantes e facilitam a compreensão de conteúdos complexos.

Para o **ODS 5 (Igualdade de Gênero)**, as tecnologias inteligentes permitem personalizar os conteúdos educacionais para incentivar a participação feminina em áreas sub-representadas, como as ciências e a tecnologia. No campo da Educação Imersiva, a realidade virtual (RV) pode simular cenários que abordam discriminação de gênero e violência, oferecendo uma experiência imersiva que amplia a compreensão sobre a importância da igualdade. A RV também pode ajudar mulheres a desenvolverem habilidades de liderança, permitindo simulações de situações desafiadoras em ambientes tradicionalmente dominados por homens.

Quanto ao **ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico)** a integração de tecnologias inteligentes e imersivas em projetos educacionais oferece um grande potencial de impacto. As tecnologias inteligentes permitem criar trilhas de aprendizado personalizadas para o desenvolvimento de habilidades de trabalho, formação de carreira e alfabetização financeira. Essas plataformas virtuais podem adaptar o conteúdo com base no perfil individual de cada estudante e nas características de cada localidade, proporcionando acesso a treinamentos específicos que atendam às necessidades e vocações locais. As tecnologias imersivas permitem simular ambientes de trabalho reais, possibilitando que os estudantes desenvolvam habilidades práticas em um ambiente controlado e seguro. Essas simulações são especialmente úteis para o treinamento vocacional, permitindo que os aprendizes desenvolvam competências em áreas como saúde, construção civil e tecnologia, essenciais para o crescimento econômico.

No **ODS 10 (Redução das Desigualdades)**, a educação inteligente permite a personalização do ensino para atender às diferentes necessidades socioeconômicas e culturais dos estudantes, promovendo inclusão e acessibilidade. As tecnologias inteligentes adaptam os conteúdos para promover o aprendizado de grupos vulneráveis, ajustando as abordagens pedagógicas às barreiras específicas que enfrentam. A realidade virtual pode ser usada para simular cenários que demonstrem os impactos das desigualdades sociais, promovendo uma compreensão prática das barreiras sociais e econômicas.

Os objetivos educacionais sintetizados abrangem, no aspecto cognitivo, o desenvolvimento de competências em gestão responsável de recursos, empreendedorismo sustentável, tecnologia digital, vocacionais, igualdade de gênero e a compreensão das causas das desigualdades sociais. No aspecto socioemocional, visam promover empatia,

responsabilidade social, colaboração e respeito à diversidade. No aspecto comportamental, incentivam a aplicação de habilidades em geração de renda, uso responsável de tecnologias, práticas inclusivas e equitativas, além de atitudes empreendedoras e colaborativas em ambientes de trabalho e comunidades.

Os impactos esperados incluem maior conscientização sobre práticas sustentáveis, redução da vulnerabilidade financeira, fortalecimento das habilidades empreendedoras, maior inclusão e equidade educacional, promoção da igualdade de gênero, aumento da empregabilidade e redução do desemprego, além do fortalecimento da capacidade das comunidades para combater as desigualdades sociais e econômicas, promovendo o desenvolvimento econômico sustentável e inclusivo.

#### **4.3 ODS que impactam as Dimensões Social e Ambiental do Desenvolvimento Sustentável (ODS 6 e ODS 11).**

Para o **ODS 6 (Água Potável e Saneamento)**, as tecnologias inteligentes e imersivas podem ser usadas para promover a educação e conscientização sobre a sustentabilidade da água e a importância do saneamento. Projetos envolvendo o uso de *big data* e internet das coisas (IoT) podem monitorar o uso e a qualidade da água em tempo real, fornecendo dados personalizados para pesquisas científicas e materiais educacionais, considerando as características de diferentes comunidades. A IAGen pode ser usada na previsão de demandas e recomendação de práticas mais eficientes de uso da água. Na Educação Imersiva, a realidade virtual (RV) pode simular cenários de crises hídricas, como escassez e poluição, aprofundando a compreensão sobre o impacto do consumo irresponsável e as técnicas de conservação.

Quanto ao **ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis)**, as tecnologias inteligentes e imersivas podem promover aprendizados sobre sustentabilidade urbana, seja para a população geral, como também para os gestores de cidades. A Combinação de IAGen e RV permite que os estudantes explorem dados sobre cidades e conheçam a realidade de forma imersiva, propondo soluções cujos impactos podem ser analisados e apresentados em cenários simulados. Cenários imersivos também podem ser utilizados para que gestores públicos aprendam com experiências de cidades mais avançadas em sustentabilidade, aos quais não teriam acesso de forma tradicional, melhorando competências relacionadas a assuntos como planejamento urbano ecológico, transporte sustentável e espaços verdes.

Os objetivos educacionais sintetizados abrangem, no aspecto cognitivo, o desenvolvimento de conhecimentos sobre gestão sustentável da água e planejamento urbano sustentável; no socioemocional, o fomento à empatia por comunidades vulneráveis e conscientização sobre a importância de ações sustentáveis; e, no comportamental, a promoção do uso responsável da água, práticas de saneamento e aplicação de projetos de sustentabilidade e urbanização.

Os impactos esperados incluem maior conscientização pública, adoção de práticas de conservação e melhorias na educação sobre saneamento, além de maior engajamento em projetos de urbanização sustentável e ações voltadas para o desenvolvimento de cidades mais resilientes e inclusivas.

#### **4.4 ODS que impactam a Dimensão Ambiental do Desenvolvimento Sustentável (ODS 13, ODS 14 e ODS 15).**

No **ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima)**, as tecnologias inteligentes podem ser utilizadas em plataformas educacionais que personalizem o aprendizado sobre mitigação e adaptação às mudanças climáticas, ajustando os conteúdos ao nível de conhecimento dos estudantes. A realidade virtual (RV) pode complementar esse processo ao simular os impactos das mudanças climáticas e possíveis soluções, como reflorestamento e uso de energias renováveis, proporcionando uma compreensão mais profunda sobre os desafios ambientais.

Para o **ODS 14 (Vida na Água)**, as tecnologias inteligentes podem personalizar o ensino sobre temas como pesca sustentável, poluição e preservação de espécies marinhas. Já a RV permite que estudantes explorem ecossistemas subaquáticos e vivenciem os impactos da poluição, oferecendo uma experiência prática que destaca a importância da conservação marinha e da redução de resíduos plásticos.

Da mesma forma, o **ODS 15 (Vida Terrestre)** pode ter conteúdos educacionais adaptados pelas tecnologias inteligentes, abordando temas como desmatamento, preservação de florestas e de espécies ameaçadas, contextualizado para as características de cada região. A realidade virtual (RV) e a realidade aumentada (RA) possibilitam a criação de experiências imersivas, permitindo que os estudantes explorem florestas virtuais e compreendam os efeitos do desmatamento e da degradação do solo, o que facilitará o aprendizado sobre a importância da preservação dos ecossistemas terrestres.

Os objetivos de aprendizagem para estes ODS pretendem, no aspecto cognitivo, gerar compreensão sobre os impactos das atividades humanas e as ameaças aos ecossistemas climáticos, marinhos e terrestres, além de analisar soluções para mitigação e preservação ambiental. No aspecto socioemocional, o foco é desenvolver empatia e conscientização sobre a urgência de ações sustentáveis, tanto para as comunidades vulneráveis quanto para a biodiversidade. Como objetivos comportamentais, ressalta-se a adoção de práticas sustentáveis, e prática cotidiana de ações de conservação ambiental.

Os impactos esperados incluem maior conscientização ambiental, com estudantes atentos aos efeitos das atividades humanas sobre os ecossistemas e capacitados para adotar práticas sustentáveis no cotidiano. Espera-se o desenvolvimento de empatia e compromisso com a preservação, além de habilidades para analisar e implementar soluções de mitigação. Dessa forma, busca-se formar profissionais aptos a tomar decisões informadas sobre sustentabilidade, promovendo o uso consciente dos recursos, a redução do desperdício e a conservação ambiental.

#### **4.5 ODS que impacta a Dimensão Econômica do Desenvolvimento Sustentável (ODS 9)**

Para o **ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura)**, as tecnologias inteligentes e imersivas podem personalizar treinamentos e programas educacionais focados em inovação e infraestrutura sustentável, ajustando conteúdos às necessidades locais. Além disso, podem identificar padrões de eficiência e promover melhores práticas industriais. As tecnologias imersivas proporcionam simulações que permitem aos estudantes interagirem com

infraestruturas virtuais, entendendo práticas sustentáveis de construção e inovação, sem riscos físicos, e visualizando impactos ambientais e econômicos.

Os objetivos de aprendizagem incluem, no cognitivo, o desenvolvimento de conhecimentos sobre inovação sustentável; no socioemocional, a promoção da responsabilidade social e ambiental; e no comportamental, a aplicação de práticas sustentáveis em contextos reais. Os impactos esperados são a qualificação profissional em inovação sustentável, maior adoção de práticas industriais verdes e conscientização sobre inovação responsável.

#### **4.6 ODS que impactam as Dimensões Econômica e Ambiental do Desenvolvimento Sustentável (ODS 7 e ODS 12).**

Para o **ODS 7 (Energia Limpa e Acessível)**, o ensino sobre eficiência energética e energias renováveis pode ser personalizado, monitorando o consumo de energia em tempo real e utilizando estas informações para conteúdos e recomendações sustentáveis adaptadas a cada perfil. Além disso, as tecnologias imersivas podem simular o desenvolvimento e operação de usinas solares e eólicas, proporcionando aos alunos uma experiência prática sem riscos ou custos.

Já no **ODS 12 (Consumo e Produção Sustentáveis)**, conteúdos sobre consumo sustentável podem ser adaptados com base no perfil e nas escolhas cotidianas dos estudantes, conscientizando sobre áreas como alimentos e energia. As tecnologias imersivas podem criar simulações de cadeias de produção, permitindo que os alunos explorem o ciclo de vida dos produtos, desde a extração até o descarte.

Os objetivos de aprendizagem incluem, no aspecto cognitivo, a compreensão do impacto ambiental de práticas energéticas e de consumo; no socioemocional, o desenvolvimento de empatia e responsabilidade pelo uso de recursos; e, no comportamental, o incentivo à adoção de práticas sustentáveis. Os impactos esperados são maior conscientização sobre o consumo sustentável e o uso de energia limpa, além de mudanças de comportamento que levem à redução do desperdício e adoção de soluções sustentáveis.

#### **4.7 ODS 17 – Parcerias e Meios de Implementação**

Para o **ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação)**, tecnologias inteligentes podem personalizar o ensino sobre cooperação internacional e fortalecimento de parcerias, abordando temas como desenvolvimento sustentável e parcerias público-privadas, enquanto as tecnologias imersivas podem simular negociações e conferências globais, permitindo aos alunos vivenciarem parcerias internacionais.

Os objetivos de aprendizagem incluem, no aspecto cognitivo, a compreensão da colaboração global; no socioemocional, o desenvolvimento de habilidades de cooperação e empatia cultural; e, no comportamental, o incentivo à promoção de parcerias locais e globais. Os impactos esperados são alunos capacitados para liderar iniciativas colaborativas e facilitar parcerias eficazes em seus projetos.

### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo explorou as possibilidades de integração entre a Educação Inteligente e Imersiva e a Educação para a Sustentabilidade, utilizando como base os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A principal contribuição foi a proposição de um modelo conceitual que estrutura essas tecnologias como ferramentas eficazes para promover o aprendizado em sustentabilidade, proporcionando uma abordagem educativa adaptativa e envolvente. As tecnologias inteligentes e imersiva mostraram-se promissoras para personalizar conteúdos educacionais, monitorar dados em tempo real e simular cenários práticos, permitindo maior imersão e entendimento dos desafios globais relacionados ao desenvolvimento sustentável.

No entanto, a falta de infraestrutura tecnológica adequada em algumas regiões e o custo ainda elevado dessas tecnologias podem limitar sua implementação em larga escala. Além disso, é necessário avaliar o impacto empírico dessas ferramentas no desenvolvimento de competências socioemocionais e comportamentais, bem como em diferentes contextos educacionais.

Sugere-se que estudos futuros investiguem empiricamente os efeitos da aplicação dessas tecnologias em diversos cenários e regiões, além de explorar formas de tornar essas soluções mais acessíveis. Outro campo promissor para futuras pesquisas envolve o uso dessas tecnologias para capacitação de gestores e agentes públicos, permitindo que também adotem práticas sustentáveis de forma mais eficiente em políticas e ações locais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASS, Kashif; QASIM, Muhammad Zeeshan; SONG, Huaming; MURSHED, Muntasir; MAHMOOD, Haider; YOUNIS, Ijaz. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 28, p. 42539–42559, 2022. DOI: 10.1007/s11356-022-19718-6.

AKHILESH, K. B. Smart Technologies Scope and Applications. In: AKHILESH, K. B.; MÖLLER, D. P. F. (org.). **Smart Technologies Scope and Applications**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2020. p. 1–16.

AL-ANSI, Abdullah M.; JABOUB, Mohammed; GARAD, Askar; AL-ANSI, Ahmed. Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. **Social Sciences and Humanities Open**, 8, n. 1, 2023. DOI: 10.1016/j.ssaho.2023.100532.

ALARIO-HOYOS, Carlos; KLOOS, Carlos Delgado. Smart Education : A Review and Future Research. In: 13TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON UBIQUITOUS COMPUTING AND AMBIENT INTELLIGENCE UCAMI 2019, Toledo - Spain. **Anais [...]**. Toledo - Spain p. 1–10. DOI: 10.3390/proceedings2019031057.

AVIDOV-UNGAR, Orit; ZAMIR, Sara. Personalization in Education. In: TEZER, M. (org.). **Metacognition in Learning – New Perspectives offering**. London: Intechopen, 2024. p. 13. DOI: 10.5772/intechopen.113380 intelligent.

BETTS, Kristen; DELANEY, Brian; GALOYAN, Tamara; LYNCH, William. Historical Review of Distance and Online Education from 1700s to 2021 in the United States: Instructional Design and Pivotal Pedagogy in Higher Education. **Journal of Online Learning Research and Practice**, v. 8, n. 1, 2021. DOI: 10.18278/jolrap.8.1.2.

BRUNDTLAND, G. **Our Common Future**. New York - NY: United Nations, 1987.

CHANG, Hsin-yi; BINALI, Theerapong; LIANG, Jyh-chong; CHIOU, Guo-li; CHENG, Kun-hung; LEE, Silvia

Wen-yu; TSAI, Chin-chung. Ten years of augmented reality in education : A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact. **Computers & Education**, v. 191, n. May, p. 104641, 2022. DOI: 10.1016/j.compedu.2022.104641.

CIMOLI, Mario; DOSI, Giovanni. Technological paradigms, patterns of learning and development: An introductory roadmap. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 5, n. 3, p. 243–268, 1995.

CRESWELL, J. W. **Investigação Qualitativa e projeto de pesquisa – escolhendo entre cinco abordagens**. 2ª ed. Porto Alegre - RS: Penso, 2014.

DEMIR, Kadir Alpaslan. Smart education framework. **Smart Learning Environments**, [S. l.], v. 9, n. 29, p. 1–36, 2021. DOI: 10.1186/s40561-021-00170-x.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147–162, 1982. DOI: 10.1016/0048-7333(82)90016-6.

ELDOKHNY, Amany Ahmed. Effectiveness of Augmented Reality in Online Distance Learning at the Time of the COVID-19 Pandemic. **International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)**, v. 16, n. 9, 2021. DOI: 10.3991/ijet.v16i09.17895.

ESCAP; ADB; UNDP. **People and Planet: Challenges of Climate Change**. Bangkok, Thailand.

FOGUEL, Flávio H. S. **EFEITOS DAS MODALIDADES EDUCACIONAIS NAS VARIÁVEIS DE RESULTADO DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS : UM ESTUDO QUASE-EXPERIMENTAL**. Tese (Doutorado em Administração) ESCOLA SUPERIOR DE PROPAGANDA E MARKETING, 2024.

FOGUEL, Flávio H. S; NORMANHA FILHO, Miguel A. Um fator de desenvolvimento de clusters no Brasil: a educação profissional. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 5, p. 1–16, 2007.

GARISTO, Dan. How cutting-edge computer chips are speeding up the AI revolution. **Nature**, v. 630, n. 8017, p. 544–546, 2024.

GOODFELLOW, Ian; POUGET-ABADIE, Jean; MIRZA, Mehdi; XU, Bing; WARDE-FARLEY, David; OZAIR, Sherjil; COURVILLE, Aaron; BENGIO, Yoshua. Generative Adversarial Nets. In: (Z. Ghahramani, M. Welling, C. Cortes, N. Lawrence, K. Q. Weinberger, Org.)ADVANCES IN NEURAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS 2014, **Anais [...]**. : Curran Associates, Inc., 2014.

GROSSECK, Gabriela; TÎRU, Laurentiu Gabriel; BRAN, Ramona Alice. Education for sustainable development: Evolution and perspectives: A bibliometric review of research, 1992-2018. **Sustainability**, v. 11, n. 21, p. 1992–2018, 2019. DOI: 10.3390/su11216136.

GULNORA, Jamalova; FARIDA, Aymatova; SAYIDOLIM, Ikromov. The state-of-the-art applications of artificial intelligence in distance education: a systematic mapping study. In: THE 6TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUTURE NETWORKS & DISTRIBUTED SYSTEMS 2022, Tashkent, Uzbekistan. **Anais [...]**. Tashkent, Uzbekistan p. 600–606. DOI: 10.1145/3584202.3584292.

HALABI, Osama. Immersive virtual reality to enforce teaching in engineering education. **Multimedia Tools and Applications (2020)**, v. 79, p. 2987–3004, 2020.

HO, Kin Tung Michael; CHEN, Kuan-Cheng; LEE, Lily; BURT, Felix; YU, Shang; PO-HENG; LEE. Quantum Computing for Climate Resilience and Sustainability Challenges. **Arxiv**, 2024.

HOU, Xueshi; LU, Yao; DEY, Sujit. Wireless VR/AR with edge/cloud computing. **2017 26th International Conference on Computer Communications and Networks, ICCCN 2017**, 2017. DOI: 10.1109/ICCCN.2017.8038375.

IVASCU, Larisa; TĂMĂȘILĂ, Matei; TĂUCEAN, Ilie; CIOCA, Lucian-Ionel; IZVERCIAN, Monica. EDUCATION FOR SUSTAINABILITY: CURRENT STATUS, PROSPECTS, AND DIRECTIONS. In: 5TH ICCSBS 2017 THE ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON COGNITIVE-SOCIAL, AND BEHAVIOURAL SCIENCES 2017,

Anais [...]. : Future Academy, 2017.

LANIER, J. **Dawn of the New Everything: Encounters with Reality and Virtual Reality**. New York - NY: Henry Holt & Company, 2017.

LIM, Chen Kim; HAUFIKU, Martin Shafihuna; TAN, Kian Lam; FARID AHMED, Minhaz; NG, Theam Foo. Systematic Review of Education Sustainable Development in Higher Education Institutions. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 20, p. 1–22, 2022. DOI: 10.3390/su142013241.

MCCARTHY, John; MINSKY, Marvin L.; ROCHESTER, Nathaniel; SHANNON, Claude E. A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. **AI Magazine**, v. 27, n. 4, p. 12–14, 2006.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L.; RANDERS, Jorgen; BEHRENS III, Willian W. **The limits to growth**. New York - NY: Universe Books, 1972.

MOHSEN, Mohammed Ali; ALANGARI, Tahani Salman. Analyzing two decades of immersive technology research in education: Trends, clusters, and future directions. **Education and Information Technologies**, v. 29, n. 3, p. 3571–3587, 2024. DOI: 10.1007/s10639-023-11968-2.

MOORE, Michael Grahame. From Correspondence Education to Online Distance Education. In: ZAWACKI-RITCHER, O.; JUNG, I. (org.). **Handbook of Open, Distance and Digital Education**. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 27–42. DOI: 10.1007/978-981-19-0351-9\_2-1.

NAMMOUCHI, Amal; KASSLER, Andreas; THEOCHARIS, Andreas. Quantum Machine Learning in Climate Change and Sustainability: A Short Review. In: PROCEEDINGS OF THE AAAI SYMPOSIUM SERIES 2024, **Anais [...]**. [s.l.: s.n.] p. 107–114. DOI: 10.1609/aaiss.v2i1.27657.

NAZ, Farah; FAROOQUI, Muhamad Ahmed; BHATTI, Ishaq. Sustainable Solution to Finance Education in Developing World : Education Development Bank. **JISR management and social sciences & economics**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 22–40, 2023.

O’FLAHERTY, J.; LIDDY, M. The impact of development education and education for sustainable development interventions: a synthesis of the research. **Environmental Education Research**, v. 24, n. 7, p. 1031–1049, 2018. DOI: 10.1080/13504622.2017.1392484.

OUYANG, Fan; ZHENG, Luyi; JIAO, Pengcheng. **Artificial intelligence in online higher education: A systematic review of empirical research from 2011 to 2020**. Springer US, 2022. v. 27 DOI: 10.1007/s10639-022-10925-9.

PALANIVEL, K. Emerging Technologies to Smart Education. **International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)**, v. 68, n. 2, p. 5–16, 2020.

PARTARAKIS, Nikolaos. A Review of Immersive Technologies , Knowledge Representation , and AI for Human-Centered Digital Experiences. **Electronics**, v. 13, n. 269, 2024.

PIKHART, Marcel; KLÍMOVÁ, Blanka. Elearning 4.0 as a sustainability strategy for generation z language learners: Applied linguistics of second language acquisition in younger adults. **Societies**, v. 10, n. 2, 2020. DOI: 10.3390/soc10020038.

POUPARD, Matisse; LARRUE, Florian; SAUZÉON, Hélène; TRICOT, André. A systematic review of immersive technologies for education: Learning performance, cognitive load and intrinsic motivation. **British Journal of Educational Technology**, 2024. DOI: 10.1111/bjet.13503.

PREGOWSKA, Agnieszka; MASZTALERZ, Karol; GARLIŃSKA, Magdalena; OSIAL, Magdalena. A worldwide journey through distance education—from the post office to virtual, augmented and mixed realities, and education during the covid-19 pandemic. **Education Sciences**, v. 11, n. 3, 2021. DOI: 10.3390/educsci11030118.

RECKIEN, Diana; CREUTZIG, Felix; FERNANDEZ, Blanca; LWASA, Shuaib; TOVAR-RESTREPO, Marcela; MCEVOY, Darryn; SATTERTHWAITTE, David. Climate change, equity and the Sustainable Development

Goals: an urban perspective. **Environment and Urbanization**, v. 29, n. 1, p. 159–182, 2017. DOI: 10.1177/0956247816677778.

REPAR, Lana; BOGUE, Joe. A New Stage for Entrepreneurship Education. *In*: CRAMMOND, Robert James; ICON, Denis Hyams-Ssekasi (org.). **Entrepreneurship Education and Internationalisation**. 1. ed. New York - NY: Routledge, 2024. p. 30.

SHI, Weisong; CAO, Jie; ZHANG, Quan; LI, Youhuizi; XU, Lanyu. Edge Computing: Vision and Challenges. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 3, n. 5, p. 637–646, 2016. DOI: 10.1109/JIOT.2016.2579198.

SINGH, Harpreet; MIAH, Shah J. Smart education literature : A theoretical analysis. **Education and Information Technologies**, v. 25, n. December 2019, p. 3299–3328, 2020.

TORI, Romero. **Educação sem Distância. Mídias e Tecnologias na EaD, no Ensino Híbrido e na sala de aula**. 3. ed. São Paulo SP: Artesanato Educacional, 2022.

TOTLANI, Ketan. The Evolution of Generative AI : Implications for the Media and Film Industry. **IJRASET**, v. 11, p. 973–980, 2023.

UNESCO. **Education for Sustainable Development Goals: learning objectives**. Paris.

UNESCO. **Education for Sustainable Development—A Roadmap. ESD for 2030**. Paris. DOI: 10.1111/j.2048-416x.2009.tb00140.x.

UNESCO; MECCE. **Education and climate change: learning to act for people and planet**. Paris. DOI: 10.54676/gvxa4765.

UNITED NATIONS. **Agenda 21 - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro - RJ: United Nations, 1992.

UNITED NATIONS. **Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development para o Desenvolvimento Sustentável**. New York - NY.

VASWANI, Ashish; SHAZEER, Noam; PARMAR, Niki; USZKOREIT, Jakob; JONES, Llion; GOMEZ, Aidan N.; KAISER, Łukasz; POLOSUKHIN, Illia. Attention is all you need. **Advances in Neural Information Processing Systems**, [S. l.], v. 2017-December, n. Nips, p. 5999–6009, 2017.

VEIDEMANE, Anete. Education for Sustainable Development in Higher Education Rankings: Challenges and Opportunities for Developing Internationally Comparable Indicators. **Sustainability**, v. 14, n. 9, 2022. DOI: 10.3390/su14095102.

VEIGA ÁVILA, Lucas; ROSSATO FACCO, Ana Luiza; BENTO, Marcia Helena dos Santos; ARIGONY, Marcelo Mendes; OBREGON, Sandra Leonara; TREVISAN, Marcelo. Sustainability and education for sustainability: An analysis of publications from the last decade. **Environmental Quality Management**, v. 27, n. 3, p. 107–118, 2018. DOI: 10.1002/tqem.21537.

WMO. **State of the Global Climate 2023**State of the Global Climate 2023. Geneva - SWI. DOI: 10.18356/9789263113474.

WU, C. H.; TANG, Y. M.; TSANG, Y. P.; CHAU, K. Y. Immersive Learning Design for Technology Education : A Soft Systems Methodology. **Frontiers in Psychology**, v. 12, p. 1–15, 2021. DOI: 10.3389/fpsyg.2021.745295.