

REALIDADE ESTENDIDA (XR) E IMMERSIVE LEARNING

INTRODUÇÃO

As tecnologias da realidade têm sido cada vez mais utilizadas e estudadas em uma infinidade de campos, que vão desde o turismo, ensino, varejo, jogos, saúde e até na manufatura. Nesse sentido, a realidade virtual (RV) possibilita a criação de vivências alternativas por meio de tecnologia computacional, permitindo a simulação de ambientes e sistemas reais, assim como a criação de experiências que só são possíveis no mundo digital.

Essa tecnologia começou a ser desenvolvida na década de 1960 e, até a primeira década do século XXI, era restrita a laboratórios de pesquisa e grandes empresas, devido ao altíssimo custo dos equipamentos e dispositivos. Hoje em dia, os dispositivos são encontrados a preços acessíveis, sendo possível executar ambientes de RV até mesmo em celulares e tablets de uso pessoal. A fim de compreender melhor esse universo, essa caminhada está estruturada em etapas, abordando os seguintes tópicos:

- Definições de *Extended Reality* (XR – Realidade Estendida);
- A Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA);
- Realidade Mista (RM) e Realidade Mediada (XYR);
- Dispositivos específicos (HMD) e requisitos básicos;
- O funcionamento da RA e dos dispositivos associados;
- Conceitos de *Immersive Learning* e a Realidade Virtual Imersiva.

Nesse contexto, esta etapa tem como objetivos:

- a) Apresentar um breve histórico das tecnologias de realidade, bem como os conceitos indispensáveis sobre o tema;
- b) Abordar as definições que caracterizam a Realidade Estendida (XR);
- c) Destacar as vantagens e limitações das tecnologias de realidade.

E seguirá a seguinte estrutura:

- a) Breve histórico das tecnologias de realidade;
- b) Conceitos fundamentais;
- c) Definições de Realidade Estendida (XR);
- d) Vantagens e limitações das tecnologias da realidade;
- e) Conclusão e próximos passos.

Aproveite e bons estudos!

TEMA 1 – BREVE HISTÓRICO DAS TECNOLOGIAS DE REALIDADE

A história das tecnologias da realidade pode ser resumida em uma linha do tempo, como veremos no Quadro 1.

Quadro 1 – Breve histórico das tecnologias de realidade

1896	George Stratton desenvolve os óculos de cabeça para baixo (<i>upside-down eyeglasses</i>) com a finalidade de estudar os efeitos da visão opticamente mediada no cérebro
1916	Uma patente é concedida para um visor de periscópio sustentado na cabeça para Albert B. Pratt
1929	Advento do primeiro simulador de voo mecânico por Edward Link. Em vez de voar em aviões de asas curtas também conhecidos como <i>aviões de treinamento Pinguim</i> , os pilotos se sentavam em uma réplica com cada painel de instrumentos replicado
1956	Morton Heilig criou um simulador multisensorial usando um filme pré-gravado em cores e estéreo. Ele aumentou o som binaural, introduziu odores, vento e experiências vibratórias. Foi uma experiência completa, exceto que não era um sistema interativo
1960	Uma patente foi concedida a Morton Heilig por um dispositivo de televisão estereoscópica montado sobre a cabeça para uso individual, que se assemelhava muito ao conceito de óculos 3D
1961	Os engenheiros da <i>Philco</i> , Comeau e Bryan, criam um HMD (<i>head mounted display</i> – tela montada na cabeça) que rastreia o movimento da cabeça seguindo um sistema de visualização por vídeo câmera remota
1961	Charles Wyckoff registrou uma patente por seu filme “XR”, que permitiu às pessoas ver explosões nucleares e outros fenômenos além do alcance da visão humana normal
1963	Ivan Sutherland cria o <i>Sketchpad</i> , o primeiro aplicativo de computador gráfico interativo que pode selecionar e desenhar usando uma caneta de luz adicionalmente à entrada do teclado
1965	Ivan Sutherland explica o conceito de seu display definitivo em que o usuário pode interagir com objetos em um mundo hipotético que não está em conformidade com a nossa realidade física
1968	Ivan Sutherland publica “Um visor tridimensional montado na cabeça”, onde descreve um dispositivo considerado como o primeiro HMD, com rastreamento apropriado dos movimentos da cabeça do usuário
1971	Inspirado no conceito de display definitivo de Sutherland, Fred Brooks iniciou o GROPE e o lançou em 1971. GROPE era um sistema do tipo <i>force-feedback</i> , criado para ajudar bioquímicos a visualizarem moléculas e suas interações atômicas
1972	Pong, desenvolvido pela Atari, traz gráficos interativos multijogador em tempo real para o público
1973	<i>Novoview</i> , o primeiro sistema digital de geração de imagens de computador para simulação de voo foi entregue pela <i>Evan and Sutherland Computer Corp</i> , porém só era capaz de simular cenas noturnas com exibição limitada a um único horizonte sombreado
1976	Myron Krueger criou uma realidade artificial chamada <i>Videoplace</i> , cujo sistema capturava as silhuetas dos usuários em câmeras e as projetava em uma tela grande
1977	Uma luva chamada de <i>Sayre Glove</i> foi desenvolvida por Daniel J. Sandin e Thomas Defanti, utilizadas para estimar a configuração da mão do usuário
1978	<i>Aspen Movie Map</i> , um sistema hipermídia interativo desenvolvido pelo MIT, permite ao usuário realizar um tour virtual pela cidade de Aspen
1979	Eric Howlett desenvolve o sistema LEEP (<i>Large Expanse Enhanced Perspective</i>) para fornecer um amplo campo de visão a partir de uma pequena tela

1981	<i>Silicon Graphics, Inc.</i> é fundada por Jim Clark e seu aluno em <i>Stanford</i> para produzir estações de trabalho gráficas e econômicas de alta velocidade para serem usadas em instalações de realidade virtual. No mesmo ano, no MIT, a equipe de projeto do espaço de trabalho estereoscópico começa a trabalhar em uma tela de realidade aumentada que permite aos usuários explorar desenhos 3D, plantas arquitônicas e layout 3D de chips de computador
1982	Thomas Furness desenvolve o <i>Visually Coupled Airborne Systems Simulator</i> (VCASS), um simulador de voo avançado
1983	Mark Callahan do MIT desenvolve um dos primeiros sistemas de realidade virtual no estilo HMD fora do laboratório de Sutherland
1984	A VPL (<i>Virtual Programming Languages</i>) Research, Inc. é fundada e contratada pela NASA para trabalhar no <i>DataGlove and EyePhone</i> . O VIVED (<i>Virtual Visual Environment Display</i>), um HMD estereoscópico monocromático, é construído com a finalidade de entregar experiências vívidas no espaço 3D
1985	A VPL Research, Inc. manufatura <i>DataGlove</i> . Essa luva de dados era interativa e ligada ao computador através de fios, cujos sensores rastreavam os movimentos e a orientação da mão
1989	Jaron Lanier, CEO da VPL, cunhou o termo <i>virtual reality</i> para trazer uma grande variedade de projetos virtuais em uma única rubrica. A VPL Research, Inc. anuncia o RB2 (<i>Reality Built for Two</i>), um sistema de realidade virtual completo que permitia que mais de um usuário compartilhasse o mesmo espaço virtual
1990	Inicia a comercialização do BOOM pelo <i>Fake Space Labs</i> . BOOM é uma pequena caixa na qual o usuário fixa seus olhos através dos orifícios e a movimenta, deslocando-se pelo mundo virtual. No mesmo ano, a <i>NASA-Ames Research Labs</i> desenvolveu um aplicativo de realidade virtual, o <i>Virtual Wind tunnel</i> , para melhorar projetos aerodinâmicos
1991	Mann e Wyckoff lançam um dispositivo de visão denominado <i>XR vision</i> para aumento e extensão sensorial humana por meio de <i>High Dynamic Range</i> (HDR) combinada com realidade virtual/aumentada. A <i>Virtual Research System, Inc.</i> lança o capacete de voo VR-2
1992	Um projetor de realidade virtual é apresentado na SIGGRAPH'92 como uma alternativa aos HMD's. A principal atração era o sistema CAVE cujos princípios de visualização científica e realidade virtual utilizava imagens estereoscópicas projetadas em várias paredes
1993	O <i>SensAble devices</i> lançam o primeiro dispositivo <i>PHANTOM</i> , um dispositivo de <i>display de força (force-feedback)</i> de baixo custo desenvolvido no MIT
1994	Paul Milgram e Fumio Kishino descrevem um <i>continuum</i> que vai do ambiente real ao ambiente virtual, entre os quais estão a realidade e a virtualidade aumentada
1995	Jun Rekimoto e Katashi Nagao criam a <i>NaviCam</i> que realiza rastreamento óptico e exibe informações sensíveis ao contexto em uma tela diretamente no topo de um vídeo alimentado por uma câmera
1997	Ronald Azuma define três características-chave para a realidade aumentada: a) combina o real com o virtual; b) é interativa em tempo real; c) é registrada em 3D. No mesmo ano Steve Feiner e seu grupo apresentam a Touring Machine, o primeiro sistema móvel de realidade aumentada (MARS). Ainda em 1997, a Sony lança o <i>Glasstron</i> , uma série de HMD's voltados ao público em geral. Por fim, ainda no mesmo ano, Philippe Kahn inventa o telefone celular com câmera
1999	Hirokazu Kato e Mark Billinghurst apresentam o <i>ARToolKit</i> , uma biblioteca de rastreamento de código aberto gratuito, voltada principalmente para aplicativos de realidade aumentada. Ainda nesse ano, Tobias Hollerer e colaboradores desenvolvem um sistema de realidade aumentada móvel que permite ao usuário explorar notícias de hipermídia localizadas em lugares específicos, e realizar um passeio guiado pelo campus que sobrepõe modelos de edifícios anteriores
2000	Fritsch e colaboradores apresentam uma arquitetura geral para sistemas de realidade aumentada em larga escala como parte do projeto <i>NEXUS</i> . O modelo <i>NEXUS</i>

	apresenta a noção de mundo aumentado usando gerenciamento distribuído de dados e uma variedade de sistemas de sensores
2001	Kooper e MacIntyre criam o <i>RWWWBrowser</i> , um aplicativo móvel de realidade virtual que atua como uma interface para a <i>World Wide Web</i> , sendo o primeiro navegador de realidade virtual
2003	É lançado o <i>Siemens SX1</i> com o primeiro jogo de realidade aumentada compatível com uma câmera de celular comercial chamado <i>Mozzies</i> . No mesmo ano, Sinem Guven apresenta um sistema de autoria em realidade aumentada móvel para a criação e edição de narrativas hipermídia 3D
2004	Mathias M Ohring e colaboradores apresentam um sistema para rastreamento de marcadores 3D em um telefone móvel
2007	O Google introduziu o <i>Street View</i> , com vistas panorâmicas de 360 graus baseadas na web de imagens em nível da rua. No mesmo ano, Klein e Murray apresentam um sistema capaz de um robusto rastreamento e mapeamento em tempo real em paralelo com uma câmera monocular em pequenos espaços de trabalho
2008	Wagner e colaboradores apresentam a primeira implementação 6DOF de rastreamento em tempo real em telefones celulares alcançando taxas de quadros interativos de até 20 Hz. Ainda em 2008, Mobilizy lança o <i>Wikitude</i> , um aplicativo que combina dados de GPS e bússola com entradas da Wikipedia
2009	<i>SPRX mobile</i> lança <i>Layar</i> , uma variante avançada do Wikitude que combina uma quantidade gigantesca de informações organizadas e serviços aos ambientes. Georg Klein apresenta um vídeo mostrando seu sistema SLAM (<i>simultaneous localization and mapping</i>) rodando em tempo real em um iPhone
2010	A Microsoft inicia a comercialização do <i>Kinect</i> que apresenta tecnologia de detecção de movimento, microfone, câmera colorida e era integrado ao console <i>Xbox 360</i> , permitindo a execução de jogos interativos em realidade virtual
2012	O projeto <i>Fov2Go</i> é apresentado pelo laboratório MxR como sendo um kit de <i>software</i> e <i>hardware</i> que suporta a criação de experiências em realidade virtual imersiva usando <i>smartphones</i>
2013	A <i>Valve</i> desenvolveu e compartilhou livremente sua descoberta de telas de baixa persistência que tornaram possível a exibição de conteúdo de realidade virtual sem atrasos e sem manchas

Fonte: elaborado com base em Garcia et al. (2021).

Portanto, nota-se que, com o passar dos anos, as evoluções tecnológicas proporcionaram um contato cada vez mais imersivo em sistemas de realidade virtual (SRV), aprofundando a teoria e a prática, tanto no contexto científico e acadêmico como também no que diz respeito ao lançamento de dispositivos de uso pessoal e profissional.

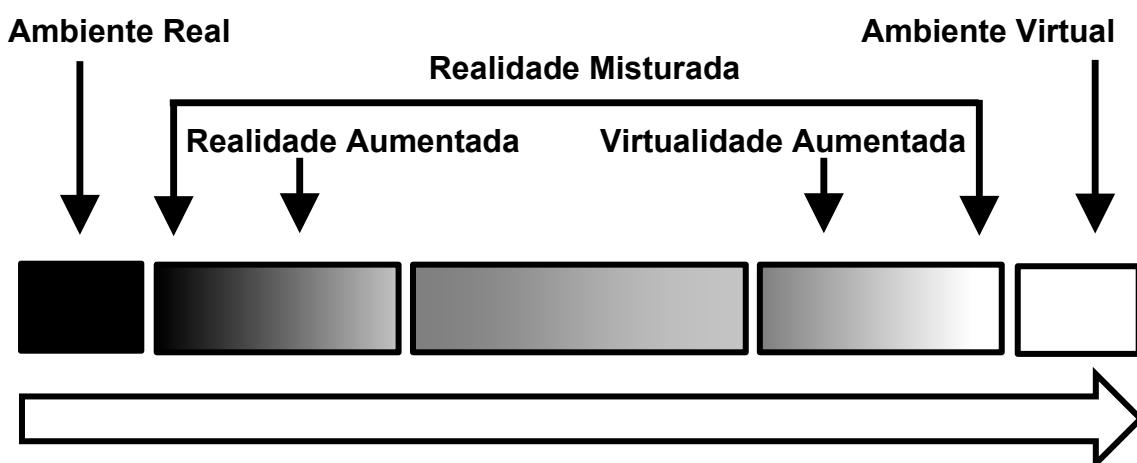
TEMA 2 – CONCEITOS FUNDAMENTAIS

É comum a contraposição entre real e virtual, como se o virtual fosse algo que de fato não existisse. Em alguns contextos, o termo *virtual* tem mesmo esse significado, como nas ilusões de óptica geradas por lentes e espelhos que produzem imagens que existem apenas em nossas mentes. Mas o que chamamos de *realidade* é formada por tudo aquilo que é captado por nossos sentidos. Logo, com exceção de coisas imaginadas na própria cabeça, seja

durante o sonho ou provocadas por drogas ou doenças, todos os estímulos que vêm do meio externo e são percebidos pelos nossos sentidos, incluindo imagens atrás de espelhos ou projetadas tecnologicamente, compõem a nossa realidade (Tori; Hounsell; Kirner, 2021).

Nesse sentido, vale destacar os conceitos de *real* e *virtual*. Segundo Tori, Hounsell e Kirner (2021, p. 12), “virtual se refere a ambientes ou elementos que são sintetizados por meio de dispositivos digitais e que podem ser replicados de forma imaterial” e “real se refere a ambientes ou elementos que o usuário considere como sendo pertencentes à sua realidade”. Por muito tempo, acreditou-se que os conceitos de *real* e *virtual* eram contraditórios ou mutuamente excludentes; contudo, a partir da década de 90, firmou-se a definição de *realidade aumentada* (RA), que trouxe consigo a possibilidade de combinação entre os mundos real e virtual (Tori; Hounsell; Kirner, 2021). Em 1994, Milgram et al. Publicaram o “Contínuo de Milgram” (Figura 1).

Figura 1 – O Contínuo de Milgram



Fonte: elaborado com base em Milgram et al. (1994, p. 283).

De acordo com Milgram et al. (1994), o ambiente virtual e o real encontram-se em lados opostos, havendo um gradiente de possibilidades entre eles (realidade misturada ou realidade mista – RM). A RA ocorre quando o usuário interage com o ambiente e/ou elementos virtuais, mas continua sentindo-se pertencente ao mundo real. Por outro lado, a virtualidade aumentada (VA) permite ao indivíduo ser transportado para um mundo virtual rico em elementos do ambiente real. Vale salientar que, na prática, essas questões são mais complexas de serem delimitadas, de forma que estabelecer onde um tipo de realidade termina e a outra começa ainda é um desafio (Tori; Hounsell; Kirner, 2021).

Imersão e presença também são dois conceitos bastante relacionados com a RV e também entre si. O primeiro é objetivo, enquanto que o segundo é subjetivo. A imersão se refere a quanto preciso um determinado sistema computacional é ao prover ao usuário a ilusão de uma realidade diferente daquela na qual se encontra, ou seja, é o nível objetivo em que um SRV envia estímulos aos receptores sensoriais do usuário. É possível, portanto, definir e comparar de forma objetiva o grau de imersão propiciado por determinados sistemas. Mas nem com o mais imersivo dos ambientes é possível garantir que o usuário irá de fato se sentir presente ao utilizá-lo (Tori; Hounsell; Kirner, 2021).

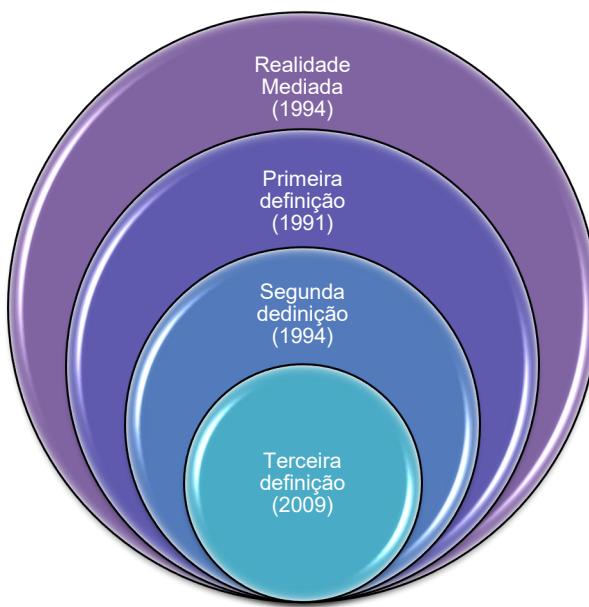
A presença, por sua vez, é um estado de consciência, ou seja, a percepção psicológica que o usuário tem de estar no ambiente virtual. Por ser uma percepção subjetiva, é muito difícil fazer uma avaliação de quanto presente um usuário está se sentindo em determinado ambiente. Por esse motivo, a técnica mais difundida para medir a percepção de presença é por meio de questionários padronizados e aceitos pela comunidade de pesquisadores da área (Laarni et al., 2015).

TEMA 3 – DEFINIÇÕES DE REALIDADE ESTENDIDA (XR)

De acordo com Mann et al. (2018), a realidade estendida (XR) possui três diferentes definições (Figura 2):

- a) A primeira definição de *XR* apresenta o conceito de *extrapolação*, ou seja, como tecnologias que estendem, aumentam, expandem as capacidades sensoriais humanas por meio de computação vestível;
- b) A segunda definição de *XR* apresenta o conceito de *interpolação*, ou seja, como tecnologias que aumentam os sentidos humanos, criando uma mistura entre os extremos de realidade e virtualidade;
- c) A terceira definição de *XR* apresenta o conceito de *cruzamento*, ou seja, como uma forma de RM em que a parte da realidade viria de redes de sensores/atuadores, e a parte da virtualidade viria do compartilhamento virtual on-line entre os mundos.

Figura 2 – Definições de *XR*



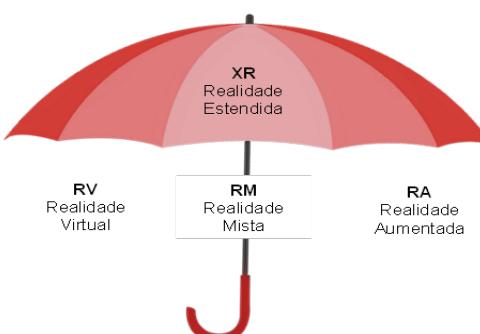
Fonte: elaborado com base em Mann et al. (2018).

Aqui, adotaremos a segunda definição de *XR*, originalmente publicada por Milgram e Kishino (1994), em que o “X” é uma variável que pode representar quaisquer ambientes e interações virtuais e reais (combinados) geradas por computação gráfica, em qualquer dispositivo com capacidade para isso, utilizando alguma das técnicas e métodos existentes (e também os que ainda serão criados) de realidade alterada por computador.

O termo *XR* é citado por vários autores como um guarda-chuva (Figura 3) que cobre todo um conjunto de siglas e termos. Dentre eles, destacam-se:

- a) RV – Realidade Virtual;
- b) RA – Realidade Aumentada;
- c) RM – Realidade Mista (Garcia et al., 2021).

Figura 3 – Conjunto de termos que compõem a *XR*



Fonte: elaborado com base em Garcia et al. (2021, p. 237).

TEMA 4 – VANTAGENS E LIMITAÇÕES DAS TECNOLOGIAS DA REALIDADE

As tecnologias da realidade apresentam inúmeros benefícios e aplicações já presentes no cotidiano da sociedade, no entanto, apesar das vantagens e evolução tecnológica associada ao mundo virtual, alguns pesquisadores da área indicam fortes limitações que podem influenciar significativamente no desenvolvimento dos SRV.

4.1 Vantagens

De acordo com Ning et al. (2021), a RV pode ser aplicada em áreas como:

- a) Educação: os alunos poderão usufruir de uma imersão no ambiente virtual, contemplando modelos de estudo personalizados, como observação e aprendizado sobre galáxias, estrelas, arquitetura histórica, entre outros;
- b) Indústria: modelos 3D poderão aprimorar projetos em sua fase de fabricação e testes, além da utilização em testes de mercado e testes de campo;
- c) Arte: exposições de arte totalmente virtuais poderão ser realizadas, removendo as limitações físicas desse tipo de evento, proporcionando interações e experiências ao usuário em contato com as obras;
- d) Medicina: o treinamento médico pode ser virtualizado, bem como a realização de atendimentos médicos e monitoramento, além da informatização do setor médico;
- e) Meio social: as pessoas não precisarão se limitar às restrições do mundo real, tendo maior facilidade em expandir seus círculos sociais.

As tecnologias de realidade têm o potencial de economizar até 70% do tempo do professor durante o processo de ensino em anatomia, biomecânica, mecanismo biomolecular, fisiologia, fisiopatologia e habilidades/procedimentos. Elas são capazes, por exemplo, de concentrar grandes quantidades de informações científicas (entre 30 e 100 páginas de textos científicos descritivos) em uma sequência de vídeo de um a três minutos, transmitindo as informações de forma organizada e fluída, segundo um roteiro pedagógico predefinido (Garcia et al., 2021).

De acordo com Fernandes et al. (2013), as principais vantagens da utilização de técnicas de RV e RA para fins educacionais são as seguintes:

- a) Motivação de estudantes e usuários de forma geral;

-
- b) Grande poder de ilustrar características e processos;
 - c) Permite a visualização de detalhes de objetos;
 - d) Permite experimentos virtuais, na falta de recursos, ou para fins de educação virtual interativa;
 - e) Permite ao aprendiz refazer experimentos de forma atemporal, fora do âmbito de uma aula clássica;
 - f) Possibilita interação, exigindo que cada participante se torne ativo dentro de um processo de visualização;
 - g) Encoraja a criatividade, catalisando a experimentação;
 - h) Provê igual oportunidade de comunicação para estudantes de culturas diferentes, a partir de representações.

Essas são apenas algumas das possibilidades de aplicação do metaverso, e os benefícios para a sociedade são diversos, incluindo uma maior acessibilidade, interação e imersão em diferentes áreas do conhecimento, economia de tempo e recursos, além de uma maior democratização de eventos e experiências (Silva, 2023).

4.2 Limitações

As tecnologias de realidade permitem a intersecção entre a realidade física e a virtual, criando um pequeno universo fora do tangível. Essa integração possibilita que os sentidos humanos, como visão, audição e tato, sejam completamente integrados. Nesse sentido, para que ocorra a imersão nesse ambiente, é necessário que o usuário utilize equipamentos especiais, como capacetes, óculos, headsets, entre outros dispositivos utilizados para aprimorar a experiência (Silva, 2023).

Apesar de todos os benefícios e evolução tecnológica, os autores Dionisio, Burns III e Gilbert (2013) indicam algumas limitações que podem influenciar significativamente no desenvolvimento dos SRV, sendo elas:

- a) A necessidade de imersão do usuário no mundo virtual com a utilização de equipamentos para melhorar a experiência pode ser limitante para o uso generalizado;
- b) Limitações na reprodução de outros sentidos, como olfato, paladar, equilíbrio e temperatura, que não são tão fáceis de reproduzir na RV como os sentidos de visão, toque e som;

- c) Dificuldade na reprodução fiel de gestos e expressões humanas pelos avatares para que pareçam mais “vivos”;
- d) Necessidade de que as roupas e acessórios pareçam mais naturais, acompanhando o realismo de movimento e expressão;
- e) Capacidade de acesso a partir de vários dispositivos e locais, permitindo que o ambiente virtual seja acessado de qualquer lugar e garantindo o armazenamento de experiência e identidade do usuário;
- f) Escalabilidade do mundo virtual, para que ele possa suportar grandes variações de usuários no metaverso sem problemas de conexão;
- g) Interoperabilidade, possibilitando a transição entre sessões virtuais sem interrupções.

O Quadro 2 indica algumas limitações encontradas por outros pesquisadores das tecnologias de realidade na área da educação.

Quadro 2 – Limitações encontradas por estudiosos da área

Autores	Principal limitação
Wen (2016)	A principal limitação encontrada foi o fato de que uma sequência temática poderia levar de dois a oito meses para ser integralmente produzida, dependendo do nível de detalhamento das estruturas.
Schlemmer (2014)	A principal limitação foi o pouco tempo dedicado pelos discentes para a interação, além da pouca familiaridade dos docentes com as Tecnologias Digitais (TD), principalmente com os metaversos.
Fairén et al. (2017)	A criação de estruturas anatômicas 3D e a adaptação da CAVE representam um custo inalcançável para diversas instituições de ensino. Além disso, para tornar a atividade viável, o número de alunos para cada sessão deve ser limitado a 20, isso significa que a sessão deve ser repetida várias vezes para cobrir todos os alunos matriculados no curso, requerendo, portanto, mais tempo e maior custo econômico.
Tori (2009)	O estudo encontrou limitações do sistema VIDA (atlas anatômico 3D interativo para treinamento a distância), pois nem todas as pessoas conseguem sentir o efeito estereoscópico prometido. Outro problema foi que os portadores de daltonismo poderão ter dificuldades de visualização de alguns recursos.

Fonte: elaborado com base em Garcia et al. (2021).

Outro ponto importante é que a segurança dos SRV precisa ser fortalecida, uma vez que as tecnologias de realidade coletam e processam dados muito detalhados sobre o que fazemos, vemos e até sobre nossas emoções. Além disso, existem problemas técnicos e de hardware significativos a serem resolvidos, que incluem: exibição; iluminação natural; rastreamento de movimentos; conectividade; energia e térmica (Garcia et al., 2021).

Portanto, percebe-se que os SRV estão prestes a transformar radicalmente a sociedade e a maneira como vivemos, possibilitando que os usuários expressem sua criatividade sem limites. Contudo, esse novo mundo virtual pode enfrentar desafios significativos decorrentes da presença de usuários mal-intencionados. Nesse sentido, é necessário desenvolver sistemas e regras que desencorajem comportamentos antiéticos dentro dos ambientes virtuais. No entanto, a implementação dessas medidas pode criar um impasse, uma vez que diferentes regiões do mundo possuem regras e normas distintas (Silva, 2023).

TEMA 5 – CONCLUSÃO E PRÓXIMOS PASSOS

As tecnologias de realidade permitem atualmente o acesso a ambientes virtuais sintéticos, imersivos e de alta definição. Basta um smartphone para termos acesso a experiências imersivas que, há alguns anos, eram acessíveis apenas a poucos privilegiados com recursos financeiros suficientes para adquirir equipamentos caríssimos. Atualmente, os dispositivos eletrônicos são tão populares quanto as próprias vestimentas, pois tornaram-se itens de uso pessoal e profissional quase que obrigatórios para estabelecer-se socialmente.

No entanto, por mais avançados que estejam os dispositivos e recursos tecnológicos nos dias de hoje, ainda assim esse universo possui limitações e desafios a serem superados pelas grandes empresas da área, principalmente àqueles relacionados à segurança e privacidade dos dados, devido à utilização indevida e até criminosa das informações dos usuários em softwares e aplicativos de grande alcance.

Futuramente, iremos abordar mais profundamente os conceitos de *realidade virtual* (RV) e *realidade aumentada* (RA), a fim de proporcionar uma compreensão mais detalhada desses recursos tecnológicos que estão sendo cada vez mais utilizados pela sociedade, seja no estabelecimento das relações sociais como também nas práticas profissionais de diversos setores.

REFERÊNCIAS

- DIONISIO, J. D. N.; BURNS III, W. G.; GILBERT, R. 3d virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities. **ACM Computing Surveys**, v. 45, n. 3, p. 1-38, 2013.
- FAIRÉN, M. et al. Virtual Reality to teach anatomy. **Eurographics Proceedings**, p. 51-58, 2017.
- FERNANDES, F. G. et al. Ensino da anatomia do corpo humano usando a realidade aumentada móvel. In: CONFERÊNCIA DE ESTUDOS EM ENGENHARIA ELÉTRICA, 11., 2013, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2013. p. 1-6.
- GARCIA, L. G. et al. As tecnologias de realidade e suas aplicações no ensino. In: GARCIA, L. G.; MARTINS, T. C. (Orgs.). **Possibilidades de aprendizagem e mediações do ensino com o uso das tecnologias digitais: desafios contemporâneos**. Palmas: EDUFT, 2021. p. 221-249.
- LAARNI, J. et al. Ways to measure spatial presence: Review and future directions. In: Immersed in Media. **Springer International Publishing**, p. 139-185, 2015.
- MANN, S. et al. **All Reality**: Virtual, Augmented, Mixed (X), Mediated (X, Y), and Multimediated Reality. arXiv:1804.08386, 2018.
- MILGRAM, P. et al. Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. **Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering**, v. 2351, p. 282-292, 1994.
- MILGRAM, P.; KISHINO, F. Taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE Transactions on Information and Systems**, v. 77, n. 12, p. 1321-1329, 1994.
- NING, H. et al. **A survey on metaverse**: the state-of-the-art, technologies, applications, and challenges. arXiv preprint arXiv:2111.09673, 2021.
- SCHLEMMER, E. Laboratórios Digitais Virtuais em 3D: Anatomia Humana em Metaverso, uma Proposta em Immersive Learning. **Revista e-Curriculum**, v. 12, n. 3, p. 2119-2157, 2014.
- SILVA, C. M. A. **Um panorama recente do metaverso**: revisão da literatura científica. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Ceres, 2023.

TORI, R. et al. VIDA: atlas anatômico 3D interativo para treinamento a distância. 2009, **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2009.

TORI, R.; HOUNSELL, M. S.; KIRNER, C. Realidade virtual. In: TORI, R.; HOUNSELL, M. S. **Introdução a realidade e aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: SBC, 2021. p. 11-29.

WEN, C. Homem Virtual (Ser Humano Virtual 3D): A Integração da Computação Gráfica, Impressão 3D e Realidade Virtual para Aprendizado de Anatomia, Fisiologia e Fisiopatologia. **Revista de Graduação USP**, v. 1, n. 1, p. 7-15, 2016.