



# **REALIDADE ESTENDIDA (XR) E IMMERSIVE LEARNING**

## INTRODUÇÃO

Aparentemente, o termo *realidade virtual* (RV) é contraditório. Como algo que é virtual poderia ser ao mesmo tempo real? De fato, os ambientes virtuais são, ao mesmo tempo, reais. São realidades diferentes, alternativas e criadas artificialmente, mas são percebidas pelos nossos sistemas sensórios da mesma forma que o mundo físico à nossa volta, ou seja, podem emocionar, dar prazer, ensinar, divertir e responder às nossas ações, sem que precisem existir de forma tangível (tocável). Até a tangibilidade já começa a fazer parte dos ambientes virtuais, tornando-os cada vez menos distinguíveis do mundo “real”.

Em conteúdos anteriores, foi possível compreender a trajetória das tecnologias da realidade ao longo do tempo, assim como suas vantagens e limitações atuais. Além disso, abordamos alguns conceitos-chave que vão nortear e embasar as reflexões das etapas seguintes. Sob essa perspectiva, este conteúdo tem como objetivo:

- a. Caracterizar detalhadamente os conceitos de realidade virtual (RV) e realidade aumentada (RA);
- b. Apresentar uma abordagem comparativa entre RV e RA;
- c. Destacar as aplicações da RV e RA na sociedade atual.

E seguirá a seguinte estrutura:

- a. Realidade Virtual (RV);
- b. Realidade Aumentada (RA);
- c. Realidade Virtual (RV) X Realidade Aumentada (RA);
- d. Aplicações;
- e. Conclusão e próximos passos.

## TEMA 1 – REALIDADE VIRTUAL (RV)

Há muitas definições de RV, algumas mais focadas em tecnologia, outras na percepção do usuário. Tori e Kirner (2006, p. 6) a definiram da seguinte forma:

A Realidade Virtual (RV) é, antes de tudo, uma ‘interface avançada do usuário’ para acessar aplicações executadas no computador, tendo como características a visualização de, e movimentação em ambientes tridimensionais em tempo real e a interação com elementos desse ambiente. Além da visualização em si, a experiência do usuário de RV pode ser enriquecida pela estimulação dos demais sentidos como tato e audição.

Segundo Shahrbanian et al. (2012), RV é uma tecnologia de simulação não invasiva que permite ao usuário interagir com um ambiente gerado por computador, nas três dimensões (3D) de largura, altura e profundidade. Na RV, a animação e a simulação são controladas interativamente em resposta à manipulação direta do usuário (Garcia et al., 2021).

A RV difere de outras tecnologias digitais quanto a sua capacidade de integração. Desse modo, ela pode ser integrada ao uso de simuladores, jogos, teleconferências sem alterar as características básicas por trás do uso dessas tecnologias, potencializando-as. A RV tem a capacidade de envolver completamente o usuário, conduzindo-o na realização de atividades em um ambiente virtual. Essa capacidade advém de seus três principais recursos: interatividade, presença e imersão (Mütterlein, 2018).

O termo *interatividade* pode ser descrito como “o grau para o qual um usuário pode modificar o ambiente de RV em tempo real” (Radianti et al., 2020, p. 3). Já a presença é “a experiência subjetiva de estar em um local ou ambiente, mesmo quando o usuário encontra-se fisicamente situado em outro” (Radianti et al., 2020, p. 3). Por fim, Mütterlein (2018, p. 1407) afirma que a imersão é

como o sentimento de estar envolvido e absorvido pelo mundo virtual. Outros pesquisadores veem a imersão como uma capacidade tecnológica de um sistema de RV. Isso significa que existem tecnologias de RV que são mais ou menos imersivas, por exemplo, usando mais ou menos sensores ou com um campo de visão maior ou menor.

Assim, podemos afirmar que a imersão, do ponto de vista psicológico, pode ser definida como um estado mental onde a atenção do usuário esteja totalmente voltada a uma tarefa, de modo que deixe de perceber o ambiente ao seu redor (Garcia et al., 2021). A imersão, do ponto de vista tecnológico, também pode ser definida como:

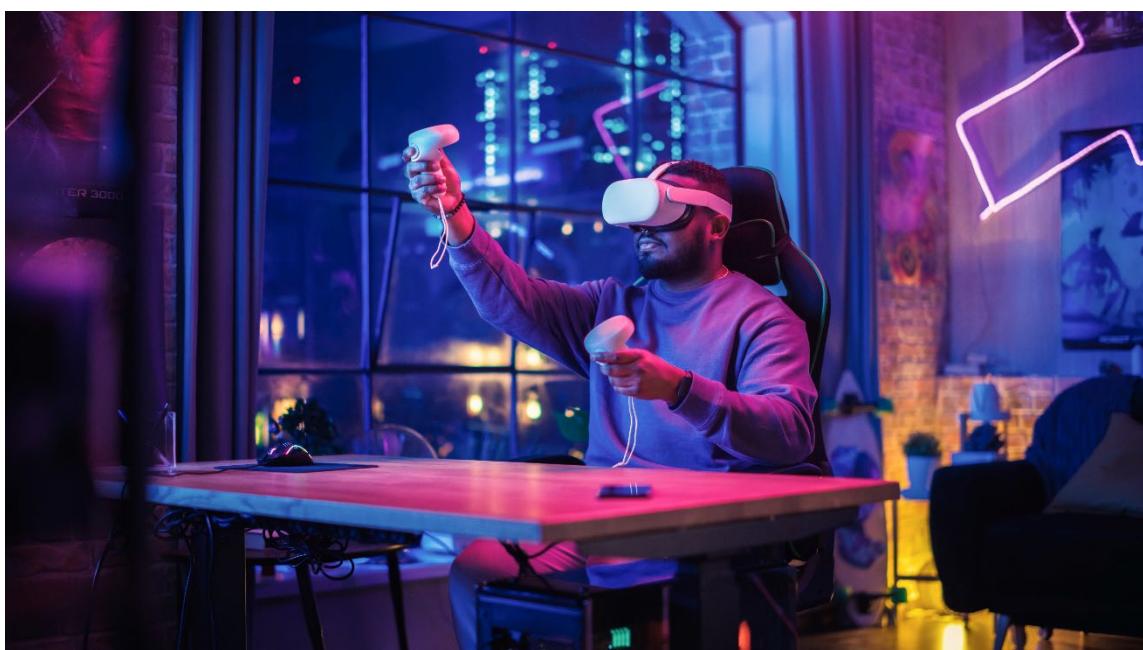
a medida em que os computadores são capazes de entregar uma ilusão inclusiva, extensa, envolvente e vívida da realidade. Mais precisamente, isso inclui o grau em que a realidade física é excluída, a gama de modalidades sensoriais envolvidas, a extensão do ambiente circundante assim como a resolução e precisão do conteúdo exibido. (Radianti et al., 2020, p. 3)

A definição de imersão, do ponto de vista tecnológico, divide a RV em imersiva e não imersiva. Para alcançar o objetivo de imersão como capacidade tecnológica, a RV imersiva abrange tecnologias complexas e revolucionárias que possibilitam a navegação em espaços tridimensionais, interação em tempo real, percepção multissensorial, dentre outros (Garcia et al., 2021).

## 1.1 Realidade virtual imersiva

Na RV imersiva, imagens geradas por computador envolvem completamente o usuário e substituem o ambiente real. Para uma experiência mais imersiva, os ambientes de RV usam diversos dispositivos convencionais e não convencionais de entrada/saída (HMD's, óculos 3D, *powergloves*, *spaceball*, *joysticks*, etc.) para tornar a interação o mais real e natural possível (Figura 1) (Garcia et al., 2021).

Figura 1 – Exemplo de usuário em uma experiência de RV imersiva



Crédito: Gorodenkoff/Shutterstock.

Atualmente, as experiências de imersão valem-se do uso de um *Head-Mounted Display* (HMD ou, em português, tela montada sobre a cabeça, popularmente referida como *headset* de RV) (Figura 2) para obter os recursos de visão em 3D, de um mundo artificial, que “engana” o cérebro, fazendo acreditar que o usuário está, por exemplo, andando na lua, nadando no fundo do oceano ou entrando em qualquer novo mundo criado pelos desenvolvedores de RV. O HMD é a base da RV imersiva moderna e estabeleceu o modelo agora seguido pela realidade mista (RM). A tecnologia percorreu um longo caminho nos últimos 50 a 60 anos, e os pesados, desconfortáveis, e descontroladamente caros *headsets* de RV do início dos anos 70, evoluíram para algo de tamanho semelhante aos óculos de esqui ou *snowboard* (Garcia et al., 2021).

---

Figura 2 – Modelo de *Head-Mounted Display* (HMD)



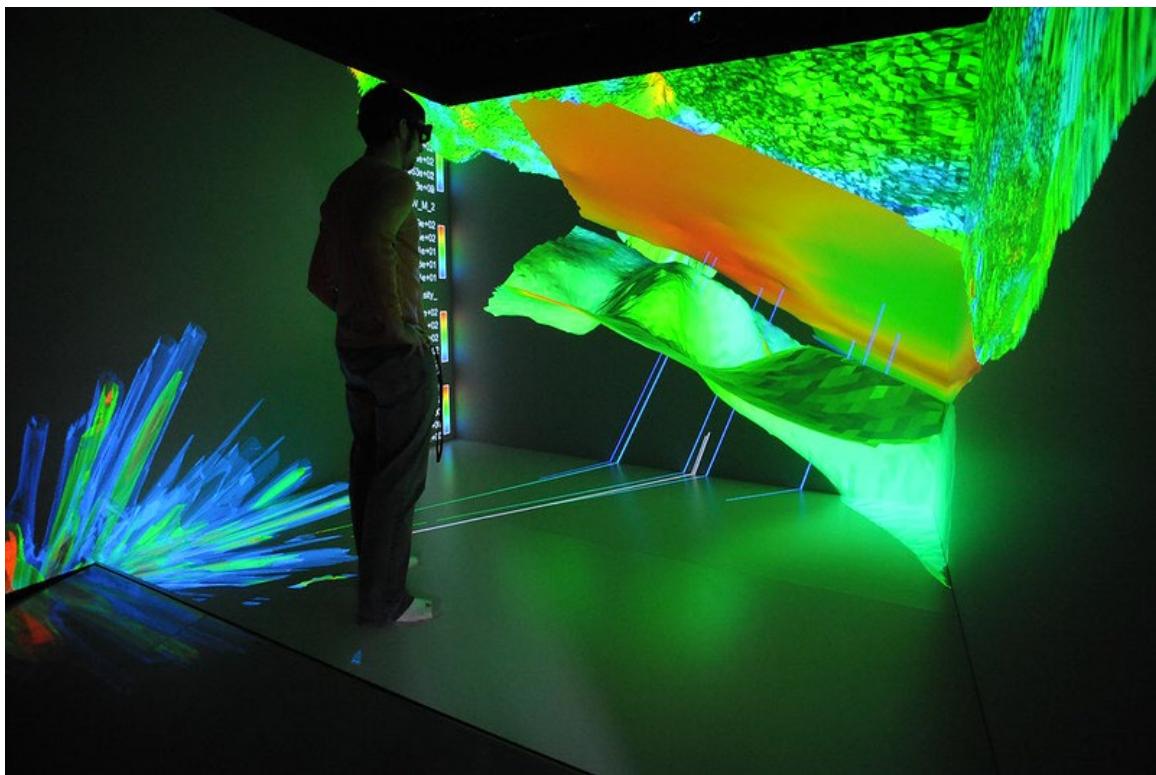
Crédito: Lightly Stranded/Shutterstock.

Uma abordagem diferente para alcançar imersão se faz com o uso de CAVE's (*Cave Automatic Virtual Environments*) ou cavernas virtuais (Figura 3). As CAVE's são salas onde todas as paredes, incluindo o piso, são telas de projeção ou monitores planos. O usuário, que pode estar usando óculos 3D (óculos de RV), é capaz de movimentar-se nesse mundo projetado. No entanto, essa tecnologia não está disponível para a maioria das instituições de ensino devido ao seu custo e dificuldade de deslocamento (Garcia et al., 2021).

Considerando o fato de que a RV imersiva pode ser alcançada de diversas formas, ao desenvolver sistemas que fazem uso desse conceito, quatro elementos precisam ser considerados:

- a. O ambiente virtual, que está relacionado às características do ambiente e do modelo 3D;
- b. O ambiente computacional, envolvendo as características do computador e do sistema operacional;
- c. A tecnologia de RV, que abrange o cuidado no *hardware* utilizado, o rastreamento da cabeça e da mão e o mecanismo de reação;
- d. As formas de interação, que englobam o processo de reconhecimento gestual e sonoro, além da interface e participação de múltiplos usuários (Garcia et al., 2021).

Figura 3 – Exemplo de uma caverna virtual (CAVE)



Crédito: Idaho National Laboratory/Flickr/CC-2.0.

## 1.2 Realidade virtual não-imersiva

A RV não imersiva localiza um usuário em um ambiente 3D que pode ser diretamente manipulado por meio do uso de uma tela (Figura 4), um teclado, um *mouse* ou um *joystick*. Nesse caso, a infraestrutura computacional necessária para a criação do ambiente virtual 3D pode ser um computador, console, *tablet* ou celular (Garcia et al., 2021).

Quando o usuário interage com o ambiente virtual e controla a animação 3D, ele é puxado para dentro desse mundo. Apesar de não existir imersão do ponto de vista visual e de movimentos, na RV não imersiva ocorre imersão mental e emocional. Além disso, existem várias possibilidades híbridas entre os dois tipos de RV, como o uso de luvas (*powergloves*) (Figura 5), óculos 3D sincronizados com a tela, rastreamento da cabeça que produz efeitos de paralaxe sem uso de HMD ou visão estéreo (Garcia et al., 2021).

---

Figura 4 – Exemplo de RV não imersiva com o uso de tela



Crédito: Anton27/Shutterstock.

Figura 5 – Exemplo de luva utilizada em sistemas de RV



Crédito: Monstar Studio /Shutterstock.

Os sistemas de RV não imersiva apresentam três vantagens em relação aos sistemas imersivos:

- a. São evolucionários, visto que a infraestrutura necessária para o uso de RV não imersiva normalmente já se encontra nas casas dos usuários (*mouse*, computador, teclado, celular) e seu uso é de amplo conhecimento em comparação aos HMD de elevado custo;
- b. Possuem menos limitações técnicas, ou seja, problemas como atraso no rastreamento e subsequente resposta, tremor de tela causado pelos movimentos do pescoço do usuário, e baixa *performance* da imagem 3D não são problemas nos sistemas de RV não imersiva;
- c. O uso de RV imersiva por longos períodos de tempo geralmente causa estresse físico e psicológico; além disso a RV não imersiva não impede os usuários de ver o que está ao redor e não requer vestir qualquer equipamento especial (Garcia et al., 2021).

## TEMA 2 – REALIDADE AUMENTADA (RA)

A evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), incluindo o poder de processamento dos computadores, o barateamento dos dispositivos, a velocidade da comunicação e a disponibilidade de aplicativos gratuitos vem promovendo a consolidação de várias tecnologias, dentre elas a realidade aumentada (RA). A RA enriquece o ambiente físico com objetos sintetizados computacionalmente, permitindo a coexistência de objetos reais e virtuais, podendo ser considerada uma vertente da RV, ainda que inicialmente tenham sido desenvolvidas indistintamente (Hounsell; Tori; Kirner, 2021).

Sendo assim, na RA, as informações e objetos virtuais são sobrepostos (inseridos) no mundo real. Essa experiência aprimora o mundo real com detalhes digitais, com imagens, textos e animações. Isso significa que na RA os usuários não estão isolados do mundo real, podendo interagir completamente com o ambiente que os cerca. Assim, a RA sempre ocorre no espaço físico onde o usuário se encontra, representando a combinação do humano, do digital e do mundo físico, de modo que não pode ser considerada independente do usuário, o qual tem que estar no controle da experiência (Figura 6) (Garcia et al., 2021).

Figura 6 – Exemplo de RA com vaso e carro virtuais sobre uma mesa



Fonte: Kirner; Tori, 2006.

De acordo com Hounsell, Tori e Kirner (2021), a RA já foi definida de várias maneiras, sendo elas:

- a. O enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real (How..., 2017);
- b. Uma melhoria do mundo real com textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador (Tori; Kirner, 2006);
- c. A mistura de mundos reais e virtuais em algum ponto do espectro que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais (Milgram et al., 1994);
- d. Um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando as seguintes propriedades (Azuma et al., 2001):
  - combina objetos reais e virtuais no ambiente real;
  - executa interativamente em tempo real;
  - alinha objetos reais e virtuais entre si;
  - aplica-se a todos os sentidos, incluindo audição, tato e força e cheiro.

Portanto, nota-se que a última definição, de Azuma et al. (2001), é a que apresenta o maior detalhamento, remetendo-se aos componentes do sistema bem como às suas funcionalidades.

### **TEMA 3 – REALIDADE VIRTUAL (RV) VERSUS REALIDADE AUMENTADA (RA)**

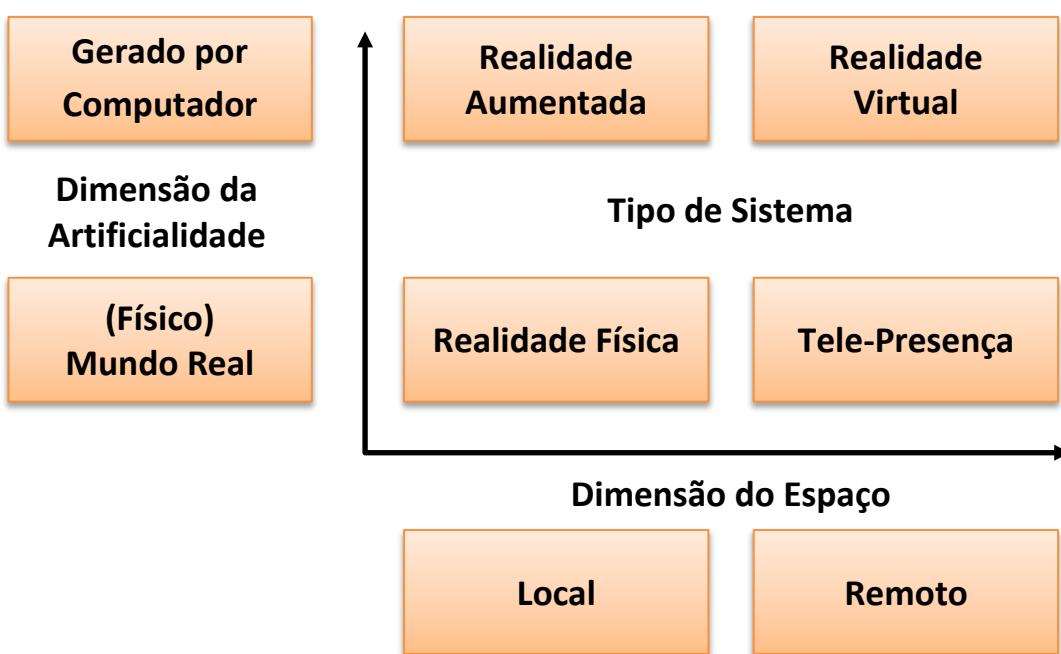
Diferentemente da RV, que transporta o usuário para o ambiente virtual fazendo-o abstrair completamente o ambiente físico e local, a RA mantém

referências do entorno real, transportando elementos virtuais para o espaço do usuário. O objetivo é que o usuário possa interagir com o mundo e os elementos virtuais, de maneira mais natural e intuitiva sem necessidade de treinamento ou adaptação. Essa interação pode ser feita de maneira direta (com a mão ou com o corpo do usuário) ou indireta (auxiliada por algum dispositivo de interação) (Hounsell; Tori; Kirner, 2021).

A RA e a RV podem ter suas diferenças estudadas quando vistas em um diagrama que considera a dimensão da artificialidade e a dimensão do espaço (Figura 7). Ambos os casos tratam de objetos gerados por computador, mas, no mundo físico, a RA está ligada com a realidade física, enquanto a RV refere-se ao sentido de telepresença. Assim, pode-se comparar RA com RV levando-se em conta três fatores principais:

- a. a RA enriquece a cena do mundo real com objetos virtuais, enquanto a RV é totalmente gerada por computador;
- b. no ambiente de RA, o usuário mantém o sentido de presença no mundo real, enquanto que, na RV, a sensação visual é controlada pelo sistema;
- c. a RA precisa de um mecanismo para combinar o real e o virtual, enquanto que a RV precisa de um mecanismo para integrar o usuário ao mundo virtual (Hounsell; Tori; Kirner, 2021).

Figura 7 – Diagrama das artificialidades e espaços



Fonte: Hounsell; Tori; Kirner, 2021, p. 42.

## TEMA 4 – APLICAÇÕES DA RV E RA

A RV e a RA estão cada vez mais inseridas no cotidiano das pessoas, de maneira que as aplicações possíveis têm atingido diversos setores, dentre eles: industrial; saúde; arquitetura; científico; artístico; educacional; controle de informações; entretenimento; entre outros (Tori; Housell; Kirner, 2021). O Quadro 1 resume as possibilidades práticas dessas tecnologias nos dias atuais.

O principal dispositivo utilizado em sala de aula para a entrega de RA é o *smartphone*, seguido pelos computadores do tipo *desktop*, *Kinect*, HMD e óculos de visão 3D. Por fim, o uso de RA em ensino pode esbarrar em alguns problemas como a usabilidade em interfaces que não foram bem desenhadas, e a sobrecarga cognitiva advinda de grande quantidade de conteúdo trabalhado e da proposição de tarefas complexas (Garcia et al., 2021).

Quadro 1 – Aplicações do metaverso e da realidade virtual por setor

Setor	Aplicações possíveis
Industrial	Visualização e interação 3D com objetos; visualização de protótipos; capacitação de profissionais e treinamento; avaliação ergonómica; simulação de montagens e da dinâmica de cenários problemáticos; estudos de técnicas específicas de engenharia; simulação de produções; verificação de falhas de segurança etc.
Saúde	Treinamento médico cirúrgico em cadáveres virtuais; ensino de anatomia; planejamento e simulação cirúrgica; terapia virtual; tratamento de pessoas com necessidades especiais; fisioterapia etc.
Arquitetura	Projeto de artefatos; planejamento de obras; inspeção 3D em tempo real; decoração de ambientes; avaliação acústica; etc.
Científico	Visualização de superfície planetárias; síntese molecular; visualização de elementos matemáticos; análise de comportamento de estruturas atômicas e moleculares; análise de fenômenos físico-químicos etc.
Artístico	Pinturas em relevo; esculturas; museus virtuais com detalhes nas paredes e teto; obras de arte; música com instrumentos virtuais etc.
Educacional	Laboratórios virtuais; encontros remotos de alunos e professores para terem uma aula ou alguma atividade coletiva; participação em eventos virtuais; consulta a bibliotecas virtuais; educação de excepcionais etc.
Controle de Informações	Visualização financeira; visualização de informações em geral; informação virtual; visualização de simulação de sistemas complexos etc.
Entretenimento	Videojogos tridimensionais; turismo virtual; passeio ciclístico virtual; esportes virtuais; cinema virtual etc.

Fonte: elaborado com base em Tori; Hounsell; Kirner, 2021, p. 26.

---

## TEMA 5 – CONCLUSÃO E PRÓXIMOS PASSOS

Com a evolução da tecnologia relacionada à visualização e dispositivos especiais, a RV vem obtendo um avanço crescente. Cada vez mais, os sistemas de RV estão fazendo parte do cotidiano das pessoas, nas mais diferentes áreas de aplicação. Consequentemente, o domínio de um processo sistemático de desenvolvimento, adaptado às peculiaridades desses sistemas, tornou-se um fator altamente relevante para as empresas de *software*.

Acompanhando a tendência do desenvolvimento de jogos para dispositivos móveis, em especial para celulares, aliado ao aumento da capacidade de processamento desses dispositivos (*smartphones*), a RA tende a acompanhar tal evolução, ficando cada vez mais popular. Mas tudo indica que esse recurso tecnológico não será somente destinado ao entretenimento, sendo destinado a aplicações mais sérias, como nas áreas da saúde, educação e comercial por exemplo.

A próxima etapa abordará mais profundamente os conceitos de realidade mista (RM) e realidade mediada (XYR), 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

- AZUMA, R. et al. Recent advances in augmented reality. **IEEE computer graphics and applications**, v. 21, n. 6, p. 34-47, 2001.
- 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.
- HOUNSELL, M. S.; TORI, R.; KIRNER, C. Realidade aumentada. In: TORI, R.; HOUNSELL, M. S. **Introdução a realidade e aumentada**. 3. ed. Porto Alegre: SBC, 2021. p. 11-29.
- HOW augmented reality works. **Augment**, 2017. Disponível em: <<https://www.augment.com/how-augmented-reality-works/>>. Acesso em: 15 set. 2023.
- 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.
- MÜTTERLEIN, J. The Three Pillars of Virtual Reality? Investigating the Roles of Immersion, Presence, and Interactivity. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 51., 2018, Hawaii. **Anais...** Hawai: HICSS, 2018. p. 1407-1415.
- RADIANTI, J. et al. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. **Computers & Education**, v. 147, 2020.
- SHAHRBANIAN, S. et al. Use of virtual reality (immersive vs. non immersive) for pain management in children and adults: A systematic review of evidence from randomized controlled trials. **European Journal of Experimental Biology**, v. 2, n. 5, p. 1408-1422, 2012.
- 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.

---

TORI, R.; KIRNER, C. Fundamentos de realidade virtual. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. (eds.). **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2006. p. 2-21.