



REALIDADE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO

Fundamentos, Dispositivos, Aplicações e Inovação no Ensino

VIRTUAL REALITY IN EDUCATION

Fundamentals, Devices, Applications and Innovation in Teaching

Rafael Carvalho Ramos¹
Wlamir Lobato Borges Júnior²

Resumo

A Realidade Virtual (VR) tem se destacado como uma ferramenta inovadora na educação, transformando a forma como os alunos aprendem e os professores ensinam. A integração de dispositivos de VR, como óculos e simuladores, permite a criação de ambientes imersivos, nos quais os estudantes podem explorar conceitos complexos de maneira prática e envolvente. Além disso, a RV oferece oportunidades para novos paradigmas de ensino, como visitas virtuais a museus, simulações de experimentos científicos e viagens a lugares históricos. Essa abordagem estimula a curiosidade, a criatividade e o engajamento dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e significativo. Dados recentes indicam que escolas e instituições de ensino estão adotando cada vez mais a VR como parte de suas estratégias pedagógicas, reconhecendo seu potencial para inovação educacional. Este trabalho se propõe a demonstrar como a Realidade Virtual na Educação está fundamentado em uma área promissora, capaz de revolucionar a forma como educadores e alunos interagem com o conhecimento.

Palavras-chave: Realidade Virtual. Inovação na Educação. Inovação no Ensino. Experiência de Usuário.

Abstract

Virtual Reality (VR) has stood out as an innovative tool in education, transforming the way students learn and teachers teach. The integration of VR devices, such as glasses and simulators, allows the creation of immersive environments, in which students can explore complex concepts in a practical and engaging way. Furthermore, VR offers opportunities for new teaching paradigms, such as virtual visits to museums, simulations of scientific experiments, and trips to historic places. This approach stimulates students' curiosity, creativity and engagement, making the learning process more dynamic and meaningful. Recent data indicates that schools and educational institutions are increasingly adopting VR as part of their pedagogical strategies, recognizing its potential for educational innovation. This work aims to demonstrate how Virtual Reality in Education is based on a promising area, capable of revolutionizing the way educators and students interact with knowledge.

Keywords: Virtual reality. Innovation in Education. Innovation in Teaching. User Experience.

1 Universidade Federal do Rio de Janeiro. <rafaelramos@macae.ufri.br>. <https://orcid.org/0009-0002-7498-9651>.

2 Universidade Federal do Rio de Janeiro. <wlamirborges@macae.ufri.br>. <https://orcid.org/0009-0005-2171-5835>.

1. Introdução

1.1. Definição e História da Realidade Virtual

A Realidade Virtual (RV ou VR, do inglês “Virtual Reality”) é uma tecnologia que permite a criação de ambientes tridimensionais gerados por computador, onde os usuários podem interagir de maneira realista, como se estivessem fisicamente presentes nesses ambientes. Segundo Burdea e Coiffet (2003), a VR é definida como “a utilização de interfaces avançadas e sistemas computacionais que possibilitam a criação de ambientes tridimensionais interativos que simulam a presença física do usuário”. A VR envolve o uso de dispositivos como óculos de realidade virtual, luvas sensoriais e outros acessórios que permitem a imersão total e a interação com o ambiente virtual.

Nas décadas de 1980 e 1990, a VR começou a ganhar mais atenção e investimentos, impulsionada pelos avanços em computação gráfica e hardware. Empresas como a VPL Research, fundada por Jaron Lanier, começaram a desenvolver e comercializar equipamentos de VR, como o DataGlove e o EyePhone. Lanier é frequentemente creditado por popularizar o termo “Realidade Virtual”. Durante esse período, a NASA também começou a explorar o uso de VR para simulações de voo e treinamentos espaciais. A Realidade Virtual emergiu como uma tecnologia promissora com aplicações em diversos campos, incluindo treinamento militar, simulação médica e entretenimento (RHEINGOLD, 1991).

Com o avanço da tecnologia no início do século XXI, a VR tornou-se mais acessível e eficaz. O desenvolvimento de dispositivos como o Oculus Rift, lançado em 2012 após uma campanha bem-sucedida no Kickstarter, marcou um ponto de virada significativo na história da VR. Desde então, empresas como Facebook (que adquiriu a Oculus VR), HTC, Sony e Valve têm investido pesadamente no desenvolvimento de tecnologias de VR, ampliando suas aplicações em áreas como jogos, educação, saúde e treinamento profissional. Desde as primeiras tentativas de Ivan Sutherland até os modernos dispositivos como o Meta Quest 2, a história da VR é marcada por inovação contínua e crescente reconhecimento de seu potencial para transformar a maneira como interagimos com o mundo digital.

1.2. Tecnologias e Dispositivos de Realidade Virtual

A Realidade Virtual (VR) é impulsionada por uma variedade de tecnologias e dispositivos que trabalham juntos para criar experiências imersivas e interativas. Entre os principais componentes estão os head-mounted displays (HMDs), como o Oculus Rift e o HTC Vive, que exibem imagens tridimensionais diretamente na frente dos olhos do usuário.

Esses dispositivos possuem sensores de movimento que rastreiam os movimentos da cabeça, permitindo que a perspectiva visual mude conforme o usuário se move, criando uma sensação de presença no ambiente virtual. Além dos HMDs, os controladores de movimento, como o Oculus Touch e os controladores do HTC Vive, permitem aos usuários interagir com o ambiente virtual de maneira intuitiva, rastreando a posição e o movimento das mãos para uma interação mais natural e imersiva.

Além dos HMDs e controladores de movimento, há também acessórios adicionais que aprimoram a experiência da VR. Luvas hápticas fornecem feedback tátil, permitindo que os usuários sintam texturas e resistências dos objetos virtuais, enquanto sistemas de rastreamento corporal completo capturam os movimentos de todo o corpo para uma experiência de imersão ainda maior. Cintos de áudio 3D e dispositivos de feedback de força são outros exemplos de tecnologias que enriquecem a imersão sensorial, permitindo que os usuários vejam, ouçam e sintam o ambiente virtual. À medida que essas tecnologias continuam a evoluir, a tendência é que a VR se torne cada vez mais integrada em diversos campos, desde entretenimento até educação e treinamento profissional.

1.3. Princípios de Funcionamento da Realidade Virtual

A Realidade Virtual (VR) cria ambientes tridimensionais simulados, permitindo interações realistas. A imersão, ou a sensação de estar fisicamente presente em um mundo virtual, é um princípio fundamental da VR. Isso é alcançado através de dispositivos como head-mounted displays (HMDs), que usam gráficos de alta resolução e taxas de atualização rápidas para reduzir a latência e prevenir o desconforto. Slater e Sanchez-Vives (2016) descrevem imersão como “um estado no qual a percepção do usuário está predominantemente dentro do ambiente virtual, excluindo estímulos externos”.

Outro princípio crucial é a interatividade, que permite aos usuários interagir de forma natural e intuitiva com o ambiente virtual. Controladores de movimento e sensores capturam os movimentos da cabeça, mãos e corpo, refletindo as ações dos usuários em tempo real. Jerald (2015) afirma que a interação deve ser intuitiva e direta para garantir uma experiência imersiva sem interrupções. A tecnologia de VR deve responder rapidamente às ações dos usuários, mantendo uma alta taxa de atualização para assegurar uma experiência fluida e realista.

A percepção sensorial também é essencial na VR. Além da visão e do som, a VR pode incorporar feedback tátil e outros estímulos sensoriais para criar uma experiência mais completa. Dispositivos como luvas hápticas e sistemas de feedback de força permitem que os usuários sintam texturas e resistências dos objetos virtuais, aumentando a sensação de presença e realismo. Burdea e Coiffet (2003) destacam que “a VR é um meio multisensorial,

e quanto mais sentidos forem envolvidos, mais imersiva e realista ela será”. Integrar diferentes estímulos sensoriais de maneira harmoniosa é fundamental para criar ambientes VR que parecem e se sentem reais.

2. Realidade Virtual na Educação

2.1. Evolução do Uso da Realidade Virtual na Educação

A Realidade Virtual tem experimentado uma evolução significativa desde seus primeiros usos até sua integração mais recente e sofisticada no campo da educação. O desenvolvimento dessa tecnologia e sua aplicação pedagógica refletem um crescente reconhecimento de seu potencial para transformar o ensino e a aprendizagem. Os primeiros usos da VR na educação remontam às décadas de 1980 e 1990, quando a tecnologia ainda estava em suas fases iniciais de desenvolvimento. Naquela época, as aplicações educacionais eram limitadas devido ao alto custo e à complexidade dos equipamentos necessários. As primeiras implementações focavam principalmente em simulações de treinamento em áreas como aviação e medicina, onde a VR oferecia uma forma segura e controlada de praticar habilidades críticas. Como observado por Psozka (1995): “os primeiros sistemas de VR foram predominantemente utilizados em ambientes de treinamento profissional, onde os benefícios de uma prática segura e repetitiva eram evidentes”.

Com os avanços tecnológicos na virada do milênio, a VR tornou-se mais acessível e prática para uso educacional. A miniaturização dos componentes, a melhoria das capacidades gráficas e a redução dos custos contribuíram para uma adoção mais ampla. Na década de 2000, instituições educacionais começaram a explorar a VR para uma variedade de aplicações, desde simulações científicas até visitas virtuais a locais históricos. De acordo com Dalgarno e Lee (2010), “a VR evoluiu para incluir uma gama mais ampla de usos educacionais, oferecendo experiências de aprendizagem imersivas que eram anteriormente impossíveis de se obter”. Nos anos mais recentes, a VR começou a ser integrada de forma mais sistemática nos currículos escolares e universitários. Educadores e desenvolvedores de conteúdo educacional têm trabalhado juntos para criar experiências de aprendizagem que utilizam a VR para complementar e enriquecer o ensino tradicional. Estudos indicam que a VR pode melhorar significativamente a retenção de conhecimento e a compreensão de conceitos complexos. Por exemplo, uma pesquisa conduzida por Merchant et al. (2014) mostrou que “os ambientes de aprendizagem baseados em VR podem levar a melhores resultados de aprendizagem em comparação com métodos tradicionais de ensino”.

Uma das áreas emergentes mais promissoras é o uso da VR para promover a educação inclusiva. A VR pode ser adaptada para atender às necessidades de diversos

alunos, incluindo aqueles com deficiências. Ferramentas de VR podem criar ambientes de aprendizagem personalizados que ajudam a superar barreiras físicas e cognitivas. Segundo Smith e Hamilton (2015), “a VR oferece oportunidades únicas para tornar a educação mais acessível e inclusiva, permitindo que todos os alunos participem de experiências de aprendizagem significativas”. O futuro da VR na educação parece promissor, com contínuos avanços tecnológicos e um crescente corpo de pesquisa que apoia sua eficácia. A integração da VR com outras tecnologias emergentes, como a inteligência artificial e a internet das coisas, promete criar ambientes de aprendizagem ainda mais sofisticados e eficazes. A previsão é que a VR se torne uma parte essencial do ecossistema educacional, proporcionando experiências de aprendizagem que são personalizadas, imersivas e altamente interativas.

A evolução do uso da Realidade Virtual na educação é uma jornada marcada por inovações tecnológicas e um crescente reconhecimento de seu potencial transformador. Desde seus primeiros usos em simulações de treinamento até sua integração atual no currículo escolar, a VR tem demonstrado sua capacidade de enriquecer a experiência de aprendizagem, tornando-a mais envolvente, inclusiva e eficaz. À medida que a tecnologia continua a avançar, é provável que a VR desempenhe um papel cada vez mais central na educação, moldando o futuro do ensino e da aprendizagem.

2.2. Benefícios Pedagógicos da Realidade Virtual

A Realidade Virtual (VR) tem se mostrado uma ferramenta pedagógica poderosa, transformando a forma como o ensino e a aprendizagem são conduzidos. A imersão, interatividade e capacidade de simulação proporcionadas pela VR criam um ambiente educativo dinâmico e envolvente, facilitando a compreensão e retenção de conhecimentos por parte dos estudantes. A imersão permite que os alunos se sintam parte do conteúdo que estão estudando, aumentando o engajamento e a motivação. Segundo Cheng e Tsai (2019), “a imersão oferecida pela VR melhora significativamente o envolvimento dos alunos, o que pode levar a uma melhor retenção de conhecimento e uma maior compreensão dos conceitos apresentados”.

A VR facilita a aprendizagem experiencial, onde os alunos aprendem fazendo. Simulações em VR permitem que os estudantes pratiquem habilidades em um ambiente seguro e controlado. Por exemplo, alunos de medicina podem realizar cirurgias virtuais, enquanto estudantes de engenharia podem testar construções em ambientes simulados. De acordo com Makransky et al. (2020), “as simulações de VR oferecem oportunidades únicas para a prática de habilidades sem os riscos associados a situações do mundo real, melhorando a confiança e a competência dos estudantes”.

A tecnologia VR oferece oportunidades para a personalização da aprendizagem, atendendo às necessidades individuais de cada aluno. A VR permite, ainda, adaptar o ritmo e o nível de dificuldade do conteúdo conforme o progresso do estudante, ajudando a atender diferentes estilos de aprendizagem e garantir que todos os alunos alcancem seu potencial máximo. Radianti et al. (2020) destacam que “a capacidade de personalizar o conteúdo educacional em VR pode resultar em uma experiência de aprendizagem mais eficaz e satisfatória para os alunos”.

Também é propiciado pela VR que os alunos acessem ambientes e experiências que seriam inacessíveis ou impraticáveis no mundo real, como visitas virtuais a locais históricos, exploração de ecossistemas remotos, ou mesmo viagens ao espaço. Essas experiências ampliam o horizonte dos estudantes e enriquecem o currículo escolar. A VR permite que os alunos vivenciem situações que seriam impossíveis de serem experimentadas de outra forma, oferecendo um contexto rico e variado para a aprendizagem (DALGARNO e LEE, 2010).

Além disso, a VR pode melhorar a colaboração e interação entre os alunos. Ambientes de VR podem ser configurados para suportar múltiplos usuários, permitindo que os estudantes trabalhem juntos em projetos, discutam conceitos e resolvam problemas colaborativamente. Como observado por Roussou (2004), “a VR facilita a colaboração em tempo real entre estudantes, criando um ambiente de aprendizagem cooperativo onde as ideias podem ser compartilhadas e desenvolvidas em conjunto”. À medida que a tecnologia continua a evoluir, é provável que seu impacto na educação se torne ainda mais significativo, proporcionando novas oportunidades para inovar e enriquecer o ensino.

2.3. Desafios e Limitações da Implementação da Realidade Virtual

A Realidade Virtual tem demonstrado um enorme potencial para transformar a educação, oferecendo experiências imersivas e interativas que podem enriquecer o processo de aprendizagem. No entanto, a implementação da VR em ambientes educacionais enfrenta desafios significativos, como os altos custos associados à tecnologia. Dispositivos de VR de alta qualidade e os custos de desenvolvimento e manutenção de conteúdo educacional podem ser inacessíveis para muitas escolas, especialmente em regiões com recursos limitados (RADIANTI et al., 2020).

Além dos custos, a infraestrutura necessária para suportar a VR é um obstáculo importante. A implementação eficaz da VR requer computadores poderosos, conexões de internet de alta velocidade e um ambiente físico adequado. Muitas escolas e universidades podem não ter os recursos técnicos ou a infraestrutura necessária para integrar a VR no currículo de maneira eficiente (MERCHANT et al., 2014).

Para que a VR seja eficaz na educação, é crucial que os professores sejam adequadamente treinados para usar e integrar a tecnologia em suas práticas pedagógicas. No entanto, muitos educadores podem não ter a formação necessária ou sentir-se inseguros em relação ao uso de tecnologias avançadas. A falta de treinamento e suporte contínuo para os professores é um dos principais obstáculos à implementação eficaz da VR na educação (LUO et al., 2021).

Embora a VR ofereça muitas vantagens, também apresenta uma curva de aprendizado para os estudantes. Alguns alunos podem ter dificuldades em se adaptar ao uso de dispositivos de VR e navegar em ambientes virtuais. É importante que as experiências de VR sejam intuitivas e acessíveis para todos os alunos, incluindo aqueles com necessidades especiais (SMITH; HAMILTON, 2015). Além disso, a criação de conteúdo educativo de alta qualidade para VR é um processo complexo e caro, que requer a colaboração entre desenvolvedores de tecnologia e educadores (DALGARNO e LEE, 2010).

O uso prolongado de VR pode ter efeitos negativos na saúde e bem-estar de alguns usuários, incluindo fadiga ocular, náuseas e desorientação espacial. É crucial que as implementações de VR considerem esses fatores e incluam diretrizes para o uso seguro da tecnologia. A manutenção contínua dos dispositivos de VR e a atualização do software são desafios práticos que as instituições educacionais devem enfrentar para garantir que a tecnologia permaneça atualizada e funcional. Abordar esses desafios de maneira eficaz é essencial para que a VR realize todo o seu potencial como uma ferramenta pedagógica transformadora (RADIANTI et al., 2020).

3. Aplicações da Realidade Virtual em Diferentes Disciplinas

3.1. Realidade Virtual no Ensino de Ciências

A Realidade Virtual (VR) tem se destacado como uma ferramenta revolucionária no ensino de ciências, oferecendo experiências imersivas e interativas que transformam a forma como os alunos aprendem e compreendem conceitos científicos. A capacidade de simular ambientes e fenômenos complexos proporciona benefícios pedagógicos significativos, tornando conceitos abstratos mais tangíveis e compreensíveis. Por exemplo, os estudantes podem explorar moléculas em três dimensões, observar reações químicas de perto e viajar através do corpo humano para entender processos biológicos, melhorando assim a aprendizagem (MERCHANT et al., 2014).

A VR possibilita a criação de laboratórios virtuais onde os alunos podem realizar experimentos que seriam impossíveis ou perigosos em uma sala de aula tradicional. Essas simulações oferecem uma plataforma segura para praticar habilidades experimentais e

investigativas sem o risco de acidentes ou desperdício de materiais. Makransky et al. (2020) afirmam que “as simulações de laboratório em VR permitem que os alunos realizem experimentos repetidamente, aprendendo com os erros”. Isso economiza recursos e oferece aos alunos a oportunidade de experimentar e aprender em um ambiente controlado.

Além disso, a VR permite que os alunos explorem ambientes inacessíveis na vida real, como o espaço sideral, o fundo do oceano ou ecossistemas distantes. Essas experiências imersivas aumentam o interesse e a motivação dos alunos, proporcionando uma compreensão mais rica e contextualizada dos temas estudados. Dalgarno e Lee (2010) observam que “a capacidade de levar os alunos a lugares distantes e inexplorados através da VR pode ampliar significativamente o alcance do ensino de ciências, tornando a aprendizagem mais envolvente e memorável”.

A VR também promove a aprendizagem colaborativa, permitindo que múltiplos alunos interajam em um mesmo ambiente virtual. Eles podem trabalhar juntos em projetos científicos, realizar experimentos em grupo e discutir suas observações e conclusões em tempo real. Como observado por Roussou (2004), “a VR facilita a colaboração e a interação entre os alunos, criando oportunidades para o trabalho em equipe e o desenvolvimento de habilidades comunicativas”. Essa abordagem colaborativa enriquece o processo de aprendizagem, incentivando os alunos a compartilhar ideias e resolver problemas juntos.

Dessa forma, a VR pode contribuir para uma educação mais inclusiva e acessível no ensino de ciências. Estudantes com diferentes estilos de aprendizagem ou necessidades especiais podem se beneficiar de ambientes de aprendizagem personalizados que atendem às suas necessidades individuais. Smith e Hamilton (2015) afirmam que “a VR oferece oportunidades para tornar o ensino de ciências mais acessível a todos os alunos, independentemente de suas habilidades ou limitações”. Assim, a VR tem o potencial de transformar o ensino de ciências, tornando a aprendizagem mais imersiva, interativa e acessível, e melhorando significativamente a compreensão e a retenção de conhecimento dos alunos.

3.2. Realidade Virtual nas Artes e Humanidades

A Realidade Virtual (VR) tem se mostrado uma ferramenta inovadora e transformadora nas Artes e Humanidades, oferecendo novas formas de experimentar, ensinar e aprender sobre cultura, história e arte. Esta tecnologia proporciona experiências imersivas que facilitam uma conexão mais profunda com os conteúdos estudados, ampliando as possibilidades criativas e enriquecendo o entendimento e a apreciação das artes.

Uma das principais vantagens da VR é a criação de experiências imersivas e interativas no campo histórico e artístico. Museus virtuais, exposições de arte e recriações de eventos de época permitem que os usuários explorem e interajam com o conteúdo de maneiras novas e envolventes. Segundo Roussou (2004), “a VR oferece uma plataforma única para a exploração interativa de arte e cultura, permitindo que os usuários se envolvam de forma mais profunda e significativa”. Esses ambientes virtuais tornam o aprendizado mais envolvente e memorável ao permitir que os visitantes caminhem por galerias, examinem obras de arte em detalhes e participem de atividades interativas.

A VR facilita um aprendizado mais ativo e participativo no campo das Humanidades. Em vez de apenas ler sobre uma obra literária ou uma teoria filosófica, os estudantes podem explorar ambientes virtuais que contextualizam esses conhecimentos. Por exemplo, uma aula de literatura pode ser complementada com uma visita virtual ao cenário descrito em um romance, enriquecendo a compreensão dos alunos. Luo et al. (2021) destacam que “a VR promove uma aprendizagem experiencial que pode levar a uma compreensão mais profunda e aplicada dos conceitos das Humanidades”.

Além disso, a VR aumenta a acessibilidade à arte e cultura, permitindo que pessoas de diferentes partes do mundo e com diversas habilidades tenham acesso a experiências culturais ricas. Museus e instituições culturais podem usar a VR para criar exposições virtuais acessíveis a todos, democratizando o acesso à arte e cultura. Smith e Hamilton (2015) afirmam que “a VR tem o potencial de democratizar o acesso à arte e cultura, tornando-as acessíveis a um público mais amplo e diverso”. Isso é especialmente importante para pessoas com mobilidade reduzida ou que vivem em áreas remotas, oferecendo-lhes a oportunidade de participar plenamente de experiências culturais.

3.3. Realidade Virtual em Cursos Técnicos e Profissionais

A Realidade Virtual (VR) tem se consolidado como uma ferramenta eficaz e inovadora em cursos técnicos e profissionais, oferecendo simulações práticas e ambientes de aprendizagem imersivos. A capacidade da VR de criar cenários realistas e interativos permite que os estudantes desenvolvam habilidades práticas de maneira eficiente e segura. Segundo Makransky et al. (2020), “as simulações de VR permitem que os estudantes pratiquem e repitam procedimentos até que se sintam confiantes em suas habilidades, melhorando significativamente a competência prática”.

Uma das principais vantagens da VR é a possibilidade de realizar simulações práticas em um ambiente controlado, reduzindo riscos e permitindo o treinamento de tarefas complexas sem consequências graves. Isso é particularmente importante em áreas como aviação, saúde e manufatura, onde um erro pode ser fatal. Luo et al. (2019) afirmam que “a

VR proporciona um ambiente de treinamento seguro, onde os estudantes podem experimentar e aprender com seus erros sem os riscos associados a situações reais”.

A implementação de VR em cursos técnicos e profissionais pode resultar em redução de custos a longo prazo. O uso de simulações em vez de equipamentos físicos diminui o desgaste e a necessidade de materiais caros. Além disso, a VR pode democratizar o acesso a treinamentos de alta qualidade, permitindo que estudantes de áreas remotas ou com recursos limitados tenham acesso a experiências educacionais avançadas. Radianti et al. (2020) destacam que “a VR oferece uma alternativa econômica e acessível para o treinamento prático, especialmente em áreas onde os recursos são escassos”.

A VR também permite a personalização do aprendizado, adaptando o treinamento às necessidades individuais dos estudantes e fornecendo feedback imediato, ajudando-os a corrigir erros e melhorar suas habilidades continuamente. Segundo Merchant et al. (2014), “a capacidade de personalizar o treinamento e oferecer feedback em tempo real é uma das grandes vantagens da VR, pois ajuda os alunos a progredirem de forma mais rápida e eficiente”.

A Realidade Virtual está revolucionando os cursos técnicos e profissionais, proporcionando uma plataforma eficaz para o treinamento prático e o desenvolvimento de habilidades. A capacidade de realizar simulações seguras, reduzir custos, personalizar o aprendizado e melhorar a retenção de conhecimento torna a VR uma ferramenta indispensável no ensino técnico e profissional. À medida que a tecnologia continua a evoluir, seu impacto nessas áreas deve se tornar ainda mais significativo, proporcionando novas oportunidades para a inovação e a excelência na educação profissional.

4. Percepção e Aceitação de Professores e Alunos

4.1. Aceitação da Realidade Virtual por Professores

A aceitação da Realidade Virtual (VR) por professores é crucial para sua implementação bem-sucedida no ambiente educacional. Estudos mostram que a adoção da VR depende da disposição dos educadores em integrar novas tecnologias em suas práticas pedagógicas. Segundo Luo et al. (2019), “a percepção dos professores sobre a utilidade e a facilidade de uso da VR influencia diretamente sua intenção de adotar essa tecnologia em sala de aula”. Professores que reconhecem os benefícios pedagógicos da VR, como aumento do engajamento dos alunos e melhoria na retenção de conhecimento, estão mais inclinados a utilizá-la.

No entanto, a aceitação da VR enfrenta desafios, incluindo a necessidade de treinamento e suporte técnico adequado. Muitos professores expressam preocupações

sobre sua capacidade de operar a tecnologia de VR e integrá-la no currículo. Segundo Merchant et al. (2014), “a falta de formação adequada e o suporte técnico contínuo são barreiras significativas à aceitação da VR pelos professores”. Portanto, é essencial que as instituições de ensino invistam em programas de capacitação para ajudar os educadores a desenvolver as habilidades necessárias para usar a VR de maneira eficaz.

Além disso, a aceitação da VR pelos professores pode ser influenciada pela percepção de apoio institucional e pelos recursos disponíveis. Quando as escolas demonstram um compromisso claro com a inovação tecnológica e fornecem os recursos necessários, incluindo equipamentos de VR e acesso a conteúdo de qualidade, os professores se sentem mais motivados a adotar essas tecnologias. Radianti et al. (2020) destacam que “o apoio institucional é um fator crítico para a aceitação e o uso contínuo da VR na educação”. Ao criar um ambiente favorável e fornecer o suporte necessário, as instituições podem incentivar os professores a explorar e incorporar a VR em suas práticas pedagógicas, beneficiando tanto os educadores quanto os alunos.

4.2. Interesse dos Estudantes sobre o Uso de Realidade Virtual no Ensino

O interesse dos estudantes pelo uso de Realidade Virtual (VR) no ensino tem crescido exponencialmente, impulsionado pela capacidade da tecnologia de criar experiências imersivas e interativas. De acordo com Cheng e Tsai (2019), “a VR oferece uma maneira mais envolvente de aprender, aumentando a motivação e o entusiasmo dos alunos”. A natureza imersiva da VR permite que os estudantes explorem conceitos complexos de maneira prática e visual, tornando o aprendizado mais interessante e memorável, especialmente em disciplinas como ciências, história e geografia.

Os estudantes, muitas vezes chamados de “nativos digitais”, estão naturalmente inclinados a adotar novas tecnologias devido à sua familiaridade com dispositivos digitais. Um estudo de Merchant et al. (2014) revelou que “os estudantes se sentem mais engajados e participativos com ferramentas de VR em comparação com métodos tradicionais”. Essa predisposição facilita a integração da VR no ambiente educacional, pois os alunos estão ansiosos para explorar novas formas de aprendizado que se alinhem com suas experiências digitais cotidianas.

Além disso, a VR pode proporcionar uma aprendizagem personalizada, adaptada às necessidades individuais dos alunos. Radianti et al. (2020) destacam que “a VR pode ser adaptada para fornecer experiências de aprendizagem que atendam às preferências e capacidades individuais dos estudantes, promovendo um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e eficaz”. Essa personalização é importante para atender a diferentes estilos de aprendizagem e promover a inclusão educacional. O uso de VR no ensino não só desperta

o interesse dos alunos, mas também pode melhorar a retenção de conhecimento e a aplicação prática dos conceitos aprendidos, preparando-os melhor para os desafios acadêmicos e profissionais futuros.

4.3. Impacto da Realidade Virtual na Dinâmica de Sala de Aula

A Realidade Virtual (VR) transforma a dinâmica de sala de aula, aumentando o engajamento dos estudantes e tornando o aprendizado mais interessante e motivador. Segundo Cheng e Tsai (2019), “a imersão proporcionada pela VR melhora significativamente o envolvimento dos alunos, levando a uma melhor retenção de conhecimento e maior compreensão dos conceitos”. A VR permite que os alunos explorem ambientes tridimensionais e interajam com objetos virtuais, promovendo um envolvimento mais profundo no processo educacional.

Além do engajamento, a VR facilita a aprendizagem ativa e participativa. Em um ambiente de VR, os alunos manipulam e experimentam com os elementos do conteúdo, promovendo uma abordagem “hands-on” que pode ser mais eficaz do que métodos tradicionais. Makransky et al. (2020) afirmam que “as simulações em VR permitem que os estudantes pratiquem habilidades em um ambiente seguro e controlado, melhorando significativamente a aprendizagem prática”. Esse tipo de aprendizagem ativa melhora a compreensão dos conceitos e desenvolve habilidades práticas essenciais.

A VR também promove a colaboração e interação entre os alunos, criando um ambiente de aprendizagem mais cooperativo. Ambientes de VR permitem a participação simultânea de múltiplos usuários, facilitando atividades colaborativas e discussões em grupo. Roussou (2004) observa que “a VR pode melhorar a colaboração entre os alunos ao criar um ambiente compartilhado onde eles podem trabalhar juntos para resolver problemas e realizar tarefas”. Isso não apenas enriquece a dinâmica de sala de aula, mas também desenvolve habilidades sociais e de trabalho em equipe essenciais. Assim, a VR transforma a maneira como os alunos aprendem e interagem, criando um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e eficaz.

5. Realidade Virtual e Aprendizagem Imersiva

5.1. Criação de Ambientes Imersivos para o Ensino

A criação de ambientes imersivos para o ensino é uma das inovações mais impactantes proporcionadas pela Realidade Virtual (VR). Esses ambientes permitem que os estudantes experimentem o aprendizado de maneira profundamente envolvente,

mergulhando-os em cenários que replicam ou simulam situações do mundo real ou fictício. Isso aumenta o interesse dos alunos e facilita a compreensão e retenção de conceitos complexos. Dalgarno e Lee (2010) afirmam que “os ambientes de aprendizagem imersivos proporcionam contextos ricos e interativos que podem melhorar significativamente a aprendizagem ao permitir que os estudantes explorem e manipulem o conteúdo de forma ativa”.

Um dos maiores benefícios dos ambientes imersivos é a capacidade de proporcionar uma aprendizagem experiencial. Em vez de aprender passivamente, os alunos podem participar ativamente de experiências educacionais, como simulações de laboratório, reconstituições históricas ou explorações de ecossistemas. Isso é útil em disciplinas que requerem compreensão prática e visual, como ciências, história e artes. Makransky et al. (2020) destacam que “as simulações de VR permitem que os estudantes pratiquem habilidades em um ambiente seguro e controlado, melhorando significativamente a competência prática e a confiança”.

Além disso, os ambientes imersivos podem ser personalizados para atender às necessidades individuais dos alunos, oferecendo diferentes níveis de dificuldade e estilos de aprendizagem. Radianti et al. (2020) observam que “a personalização do aprendizado em ambientes de VR pode resultar em uma experiência de aprendizagem mais eficaz e satisfatória, adaptada às necessidades específicas de cada aluno”. Essa personalização é crucial para a educação inclusiva, garantindo que todos os estudantes possam beneficiar-se plenamente da experiência educativa.

Os ambientes imersivos também promovem a colaboração e a interação entre os alunos. Em um cenário virtual, os estudantes podem trabalhar juntos para resolver problemas, realizar projetos em grupo e participar de atividades colaborativas, independentemente de suas localizações físicas. Roussou (2004) enfatiza que “a VR pode facilitar a colaboração ao criar um espaço compartilhado onde os alunos podem interagir e colaborar em tempo real”. Essa capacidade de trabalhar juntos em um ambiente virtual pode melhorar as habilidades sociais e de trabalho em equipe dos estudantes.

Em resumo, a criação de ambientes imersivos para o ensino representa uma poderosa ferramenta educativa que pode transformar a maneira como os alunos aprendem e interagem com o conhecimento, oferecendo uma experiência de aprendizagem rica, envolvente e personalizada.

5.2. Impacto da Imersão no Engajamento e Retenção de Conhecimento

A imersão proporcionada pela Realidade Virtual (VR) tem um impacto profundo no engajamento dos estudantes, influenciando positivamente a forma como eles se envolvem

com o conteúdo educacional. A imersão cria um ambiente onde os alunos se sentem parte do cenário, permitindo uma conexão emocional e cognitiva mais forte com o material. Segundo Cheng e Tsai (2019), “a imersão proporcionada pela VR melhora significativamente o envolvimento dos alunos, o que pode levar a uma melhor retenção de conhecimento e uma maior compreensão dos conceitos apresentados”. Quando os estudantes estão imersos, eles são mais propensos a participar ativamente das atividades de aprendizagem, aumentando sua motivação e interesse pelo conteúdo.

A imersão facilita a aprendizagem experiencial, onde os alunos aprendem fazendo, em vez de apenas receber informações passivamente. Essa abordagem ativa é crucial para a retenção de conhecimento, pois permite que os alunos apliquem diretamente o que aprenderam em situações práticas e realistas. De acordo com Makransky et al. (2020), “as simulações em VR permitem que os estudantes pratiquem habilidades em um ambiente seguro e controlado, o que pode melhorar significativamente a competência prática e a confiança”. A oportunidade de experimentar e interagir com o conteúdo de maneira prática aumenta a probabilidade de reter e aplicar o conhecimento.

A VR acaba proporcionando uma aprendizagem mais profunda e significativa, conectando conceitos teóricos com experiências reais. Em um ambiente de VR, os alunos podem explorar ecossistemas marinhos, observar interações entre espécies e compreender melhor os conceitos de ecologia. Merchant et al. (2014) afirmam que “os ambientes de aprendizagem imersivos podem tornar conceitos abstratos mais tangíveis e compreensíveis, melhorando significativamente a aprendizagem dos alunos”. Visualizar e interagir com o conteúdo em um contexto realista ajuda a solidificar o conhecimento e facilita a transferência de aprendizado para situações do mundo real.

Por último, a imersão pode aumentar a retenção de conhecimento ao promover um maior envolvimento emocional dos alunos com o material. Quando os estudantes estão emocionalmente envolvidos, são mais propensos a lembrar do que aprenderam e a encontrar significado pessoal no conteúdo. Radianti et al. (2020) observam que “a imersão emocional e cognitiva em ambientes de VR pode levar a uma retenção de conhecimento mais duradoura e a uma compreensão mais profunda dos tópicos estudados”. Em suma, a imersão proporcionada pela VR não só aumenta o engajamento dos estudantes, mas também melhora a retenção de conhecimento, tornando o processo de aprendizagem mais eficaz e significativo.

5.3. Exemplos de Experiências Educacionais Imersivas

As experiências educacionais imersivas proporcionadas pela Realidade Virtual (VR) estão transformando a maneira como os alunos aprendem, oferecendo oportunidades

únicas para explorar conceitos de forma prática e envolvente. Um exemplo marcante é o uso de simulações de laboratório em VR nas aulas de ciências. Essas simulações permitem que os estudantes realizem experimentos em um ambiente virtual seguro e controlado, sem os riscos e custos dos laboratórios físicos tradicionais. Makransky et al. (2020) destacam que “as simulações em VR permitem que os estudantes pratiquem habilidades em um ambiente seguro, melhorando a competência prática e a confiança”. Isso é útil em áreas como química e biologia, onde os alunos podem observar reações químicas ou dissecar organismos virtuais, obtendo uma compreensão profunda dos processos científicos.

Outro exemplo significativo é a recriação de eventos históricos e ambientes culturais. Utilizando VR, os estudantes podem “viajar no tempo” para visitar locais históricos, participar de eventos importantes e interagir com figuras históricas dentro de um ambiente virtual realista. Essa abordagem torna a aprendizagem de história mais envolvente e ajuda os alunos a desenvolver uma compreensão mais rica e contextualizada dos eventos históricos. Martins (2018) demonstra que “a VR permite uma imersão total em ambientes históricos, oferecendo uma perspectiva única e enriquecedora sobre o passado”. Ao caminhar pelas ruas da Roma antiga ou participar de uma reunião na corte de Luís XIV, os alunos podem experimentar a história de uma maneira visceral e memorável.

Além das ciências e da história, a VR está sendo utilizada para criar experiências imersivas em áreas como medicina e treinamento profissional. Estudantes de medicina podem praticar cirurgias em pacientes virtuais, adquirindo habilidades críticas sem os riscos associados a procedimentos reais. Essa prática em um ambiente virtual permite que futuros médicos ganhem experiência e confiança antes de entrarem na sala de cirurgia. Luo et al. (2019) afirmam que “a VR proporciona um ambiente de treinamento seguro onde os estudantes podem experimentar e aprender com seus erros sem consequências graves”. Da mesma forma, em treinamentos profissionais, a VR simula situações de emergência, operações de máquinas complexas e outros cenários que requerem precisão e habilidade. Essas experiências imersivas melhoram a preparação dos estudantes, aumentando a retenção de conhecimento e a aplicabilidade prática do aprendizado.

6. Desenvolvimento de Habilidades Práticas e Experimentais

6.1. Simulações e Laboratórios Virtuais

As simulações e laboratórios virtuais estão revolucionando a educação, proporcionando aos alunos experiências de aprendizagem práticas e envolventes que antes eram limitadas por restrições de recursos, segurança ou logística. Esses ambientes virtuais permitem que os estudantes conduzam experimentos e observem fenômenos em um

cenário controlado e seguro, eliminando os riscos associados aos laboratórios físicos. Segundo Makransky et al. (2020), “as simulações em VR oferecem uma plataforma segura para que os alunos pratiquem habilidades e conceitos científicos sem o perigo de acidentes ou o custo de materiais consumíveis”. Isso é particularmente vantajoso em disciplinas como química, biologia e física, onde os alunos podem manipular substâncias perigosas ou equipamentos caros de maneira virtual.

Além de fornecer um ambiente seguro, os laboratórios virtuais permitem maior repetição de experimentos, fundamental para a aprendizagem e compreensão profunda de conceitos científicos. Em um laboratório virtual, os alunos podem repetir experimentos quantas vezes forem necessárias para entender completamente o processo e os resultados, algo limitado em laboratórios físicos por restrições de tempo e recursos. De acordo com Merchant et al. (2014), “a capacidade de realizar experimentos repetidamente em um ambiente virtual permite que os estudantes aprimorem suas habilidades e solidifiquem seu conhecimento de maneira mais eficaz”. Essa repetição prática é essencial para a formação de competências sólidas, preparando melhor os estudantes para aplicações futuras no mundo real.

Simulações e laboratórios virtuais também são utilizados em outras áreas de estudo, como medicina e engenharia. Estudantes de medicina podem praticar cirurgias e procedimentos em pacientes virtuais, ganhando experiência sem os riscos de cirurgias reais. Luo et al. (2019) afirma que “a VR proporciona um ambiente de treinamento onde os estudantes podem cometer erros e aprender com eles sem causar danos reais, aumentando sua confiança e competência”. Em engenharia, os alunos podem testar projetos e realizar simulações de desempenho de estruturas em um ambiente virtual antes de construir protótipos físicos. Esses laboratórios virtuais aumentam a acessibilidade e a segurança, melhoram a retenção de conhecimento e a aplicação prática dos conceitos aprendidos, preparando os estudantes para desafios futuros em suas respectivas áreas.

6.2. Realidade Virtual em Treinamentos e Capacitações

A Realidade Virtual tem se consolidado como uma ferramenta inovadora para treinamentos em diversos setores, proporcionando um ambiente de aprendizagem imersivo que simula situações reais de forma segura. A VR permite que os treinandos pratiquem habilidades em cenários que replicam fielmente o mundo real, eliminando riscos e reduzindo custos associados ao treinamento tradicional. De acordo com Radianti et al. (2020), “a VR oferece uma plataforma segura para a prática de habilidades complexas, permitindo a realização de atividades que seriam impossíveis ou perigosas de serem realizadas no mundo real”.

No setor da saúde, a VR é amplamente utilizada para o treinamento de médicos, enfermeiros e outros profissionais de saúde. Estudantes de medicina podem realizar cirurgias e procedimentos clínicos em pacientes virtuais, ganhando experiência prática sem os riscos associados a procedimentos reais. Esta prática permite que futuros médicos desenvolvam confiança e habilidades antes de atuarem em situações de alta pressão. Conforme Stival et al. (2023), “o uso da VR na educação médica tem mostrado resultados promissores na melhoria das habilidades técnicas dos alunos e na redução dos erros clínicos”. A VR proporciona um ambiente onde os erros podem ser corrigidos de forma segura, promovendo uma aprendizagem mais eficaz.

Além da saúde, a VR é utilizada em treinamentos industriais e militares, onde a simulação de cenários perigosos ou complexos é essencial para a preparação adequada dos profissionais. Na indústria, trabalhadores podem ser treinados para operar maquinários pesados ou responder a emergências sem risco de danos ou lesões pessoais. Plataformas de petróleo, por exemplo, usam VR para treinar operadores em procedimentos de segurança. Segundo Buttussi e Chittaro (2018), “a VR permite a criação de cenários de treinamento altamente realistas, que melhoram a retenção de conhecimento e preparam melhor os trabalhadores para situações reais”. No setor militar, a VR simula operações de combate e táticas de sobrevivência, oferecendo uma experiência de treinamento realista que prepara os soldados para o campo de batalha. Como apontado por Jensen e Konradsen (2018), “a VR tem sido eficaz no treinamento militar, proporcionando um ambiente onde os soldados podem desenvolver habilidades críticas e melhorar a coordenação em equipe”.

6.3. Avaliação de Competências Práticas Através da Realidade Virtual

A avaliação de competências práticas através da Realidade Virtual (VR) tem se mostrado eficaz e inovadora em diversos campos, como medicina, engenharia e educação. A VR cria cenários realistas e interativos onde os alunos podem demonstrar suas competências em um ambiente seguro e controlado. Segundo Kavanagh et al. (2017), “a VR proporciona um meio imersivo para avaliar habilidades práticas, permitindo que os avaliadores observem e mensurem o desempenho dos alunos em situações simuladas que replicam o mundo real”. Isso é útil em áreas onde a prática em um ambiente real pode ser arriscada ou inviável devido a restrições de tempo e recursos.

Na medicina, a VR é amplamente utilizada para avaliar habilidades cirúrgicas e clínicas. Estudantes de medicina podem realizar procedimentos em pacientes virtuais, permitindo que os instrutores avaliem sua destreza, precisão e tomada de decisão em tempo real. Um estudo de Seymour et al. (2002) mostrou que “os simuladores de VR podem ser usados para avaliar a competência técnica de cirurgiões em treinamento, com resultados

que correlacionam bem com o desempenho em cirurgias reais”. Essa abordagem fornece feedback imediato e permite que os instrutores identifiquem áreas que necessitam de aprimoramento, promovendo uma aprendizagem contínua e eficaz.

Além da medicina, a VR é utilizada em treinamentos industriais e militares para avaliar competências práticas em cenários complexos e de alto risco. Operadores de máquinas pesadas podem ser avaliados em simuladores de VR que replicam as condições de trabalho real, permitindo uma avaliação detalhada de suas habilidades operacionais e de segurança. Segundo Buttussi e Chittaro (2018), “a avaliação em VR oferece uma plataforma segura e controlada onde as habilidades dos trabalhadores podem ser testadas e melhoradas sem os riscos associados ao treinamento ao vivo”. No setor militar, a VR avalia a preparação e a resposta dos soldados em situações de combate simuladas, proporcionando feedback valioso para melhorar a eficácia das operações. A Realidade Virtual demonstra seu potencial como uma ferramenta poderosa para a avaliação de competências práticas, oferecendo uma abordagem mais segura, econômica e eficaz do que os métodos tradicionais.

7. Conclusão

A Realidade Virtual na educação representa uma das inovações mais promissoras dos últimos anos, oferecendo novas possibilidades para o ensino e a aprendizagem. A capacidade de criar ambientes imersivos e interativos permite que os alunos explorem conteúdos de forma prática e envolvente, transformando conceitos abstratos em experiências tangíveis. Como resultado, a VR está revolucionando o cenário educacional, proporcionando experiências de aprendizagem atraentes e eficazes. Essa tecnologia facilita a compreensão e retenção de conhecimento, promovendo um engajamento mais profundo dos estudantes e incentivando a participação ativa no processo educativo.

A revolução no ensino impulsionada pela VR está redefinindo as metodologias tradicionais de ensino. Com a VR, os educadores podem implementar abordagens pedagógicas inovadoras que vão além da sala de aula convencional. Métodos como a aprendizagem baseada em projetos, simulações e laboratórios virtuais permitem que os alunos pratiquem habilidades em ambientes seguros e controlados, aumentando a confiança e a competência. Estudantes de medicina podem realizar cirurgias em pacientes virtuais, enquanto futuros engenheiros podem testar protótipos em um ambiente virtual antes de construí-los fisicamente. Essas metodologias não apenas melhoram a aprendizagem prática, mas também preparam os alunos para os desafios do mundo real de maneira mais eficaz.

Os novos paradigmas educacionais emergentes com o uso da VR estão transformando a forma como o conhecimento é transmitido e adquirido. A personalização da aprendizagem é um dos principais benefícios dessa tecnologia, permitindo que o ensino seja adaptado às necessidades e ritmos individuais dos alunos. Isso é particularmente importante em um contexto educacional diversificado, onde as habilidades e os estilos de aprendizagem variam amplamente. Além disso, a VR facilita a criação de experiências de aprendizagem colaborativas, onde os alunos podem trabalhar juntos em projetos, mesmo estando em locais diferentes, promovendo um senso de comunidade e cooperação.

O grande interesse de professores e alunos pela tecnologia de VR na educação é um indicador claro de seu potencial transformador. Professores que adotam a VR relatam maior motivação e engajamento por parte dos alunos, além de uma melhora na retenção de conhecimento. Estudos mostram que a VR pode aumentar a eficácia do ensino ao proporcionar um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e interativo. Os alunos, por sua vez, demonstram entusiasmo e curiosidade em relação às novas tecnologias, valorizando a oportunidade de aprender de maneira mais envolvente e prática. Esse interesse crescente sugere que a VR tem o potencial de se tornar uma ferramenta essencial no currículo educacional moderno, estabelecendo novos paradigmas que tornam a aprendizagem mais eficaz, envolvente e personalizada.

Referências

BURDEA, G. C., & COIFFET, P. (2003). **Virtual Reality Technology**. John Wiley & Sons.

BUTTUSI, F., & CHITTARO, L. (2018). **Effects of different types of virtual reality display on presence and learning in a safety training scenario**. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 24(2), 1063-1076.

CHENG, K.-H., & TSAI, C.-C. (2019). **A case study of immersive virtual field trips in an elementary classroom: Students' learning experience and teacher-student interaction behaviors**. Computers & Education, 136, 180-193.

DALGARNO, B., & LEE, M. J. W. (2010). **What are the learning affordances of 3-D virtual environments?** British Journal of Educational Technology, 41(1), 10-32.

GUTIÉRREZ, M., VEXO, F., & THALMANN, D. (2008). **Stepping into Virtual Reality**. Springer Science & Business Media.

MARTINS, B. (2018). **Aplicações de realidade aumentada e virtual para auxiliar a educação**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Bacharelado em Engenharia de Computação e Informação.

MERCHANT, Z. Et Al. (2014). **Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis**. Elsevier, Volume 70, January 2014, Pages 29-40.

CHRISTOPOULOS, A., STYLIYOU, M., NTALAS, N., & STYLIOS, C. (2024). **The Impact of Immersive Virtual Reality on Knowledge Acquisition and Adolescent Perceptions in Cultural Education**. Information, 15, 261.

JENSEN, L., & KONRADSEN, F. (2018). **A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training**. Education and Information Technologies, 23(4), 1515-1529.

JERALD, J. (2015). **The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality**. Association for Computing Machinery.

KAVANAGH, S., LUXTON-REILLY, A., WUENSCHÉ, B., & PLIMMER, B. (2017). **A systematic review of virtual reality in education**. Themes in Science and Technology Education, 10(2), 85-119.

LANIER, J. (1988). **Virtual Reality: Interview with Jaron Lanier**. Whole Earth Review.

LUO, H., LI, G., FENG, Q., YANG, Y. & ZUO, M. (2021). **Virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the literature from 2000 to 2019**. Journal of Computer Assisted Learning, 887–901.

MAKRANSKY, G., TERKILDSEN, T. S., & MAYER, R. E. (2020). **Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning**. Learning and Instruction, 60, 225-236.

MERCHANT, Z., GOETZ, E. T., CIFUENTES, L., KEENEY-KENNICUTT, W., & DAVIS, T. J. (2014). **Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis**. Computers & Education, 70, 29-40.

PSOTKA, J. (1995). **Immersive training systems: Virtual reality and education and training.** *Instructional Science*, 23(5-6), 405-431.

RADIANTI, J., MAJCHRZAK, T. A., FROMM, J., & WOHLGENANT, I. (2020). **A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda.** *Computers & Education*, 147, 103778.

RHEINGOLD, H. (1991). **Virtual Reality.** Summit Books.

ROUSSOU, M. (2004). **Learning by doing and learning through play: An exploration of interactivity in virtual environments for children.** *Computers in Entertainment (CIE)*, 2(1), 1-23.

SEYMOUR, N. E., GALLAGHER, A. G., ROMAN, S. A., O'BRIEN, M. K., BANSAL, V. K., ANDERSEN, D. K., & SATAVA, R. M. (2002). **Virtual reality training improves operating room performance: Results of a randomized, double-blinded study.** *Annals of Surgery*, 236(4), 458-463.

SLATER, M., & SANCHEZ-VIVES, M. V. (2016). **Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality.** *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 74.

SMITH, S. R., & HAMILTON, M. (2015). **The efficacy of virtual reality technologies for educational purposes: A case study of special needs education.** *Journal of Educational Technology*, 12(3), 15-25.

STIVAL, V. R. C., RIBEIRO, E. R., GARBELINI, M. C. L. (2023). **Realidade Aumentada e Realidade Virtual como inovação no curso médico.** *Espaço para Saúde*, 24, e928.

SUTHERLAND, I. E. (1965). **The Ultimate Display.** *Proceedings of IFIP Congress*, 2, 506-508.