

USO DA REALIDADE VIRTUAL NA EDUCAÇÃO E TREINAMENTO MÉDICO

Lucas Folheto de Jesus, Marcelo Alves Felipe Junior, Willian Pires Loddi

Faculdade de Tecnologia de FATEC Ribeirão Preto (FATEC)

Ribeirão Preto, SP – Brasil

lucas_folheto@hotmail.com, mar.junior@gmail.com,
willianloddi@hotmail.com

Resumo. *A realidade virtual é uma tecnologia que tem sido amplamente utilizada na área médica para fins de diagnóstico, tratamento e formação de profissionais da saúde. Ela consiste em um ambiente simulado que proporciona ao usuário uma experiência imersiva e interativa. Na formação de profissionais na área da saúde, a realidade virtual tem sido utilizada para treinamentos cirúrgicos e simulação de procedimentos médicos, permitindo que os profissionais desenvolvam habilidades sem correr riscos com pacientes reais. Essa tecnologia tem se mostrado uma ferramenta importante na medicina, possibilitando prever possíveis complicações durante as cirurgias, assim como tratamentos mais eficientes de diversas condições clínicas. Além disso, ela tem contribuído para a formação de profissionais mais capacitados e seguros na realização de procedimentos médicos.*

Abstract. *Virtual reality is a technology that has been widely used in the medical field for diagnostic, treatment, and healthcare professional training purposes. It consists of a simulated environment that provides the user with an immersive and interactive experience. In healthcare professional training, virtual reality has been used for surgical training and simulation of medical procedures, allowing professionals to develop skills without putting real patients at risk. This technology has proven to be an important tool in medicine, enabling the prediction of potential complications during surgeries, as well as more efficient treatments for various clinical conditions. Additionally, it has contributed to the development of more capable and secure healthcare professionals in performing medical procedures.*

Palavras chaves: Realidade Virtual; Formação; Treinamento; Aprendizagem.

1. Introdução

Realidade virtual, *virtual reality*, VR ou RV é um conceito associado à criação de um ambiente que proporciona experiências fora da realidade do ambiente físico.

Charles Wheatstone, britânico, em 1838 criou óculos estereoscópicos que usavam espelhos na frente dos olhos com uma pequena angulação na lente, que criava o efeito de duas imagens lado a lado, sejam desenhos ou fotos, ficavam sobrepostas, criando a ilusão de volume e imersão diz Tori e Hounsell (2018).

Segundo Tori e Kirner (2006), a primeira (e também a mais precisa) descrição sobre o que seria a realidade virtual veio em 1935, no conto de ficção científica "Os

Óculos de Pigmalião", de Stanley Weinbaum, descrevendo óculos que trazem um mundo surreal combinando hologramas, sons e cheiros, como se fosse um projetor individual.

Desde a década de 60 até hoje, várias empresas entraram na corrida da realidade virtual, como Philco, Sony, Nokia e a Nintendo. A Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço é uma agência do governo federal dos Estados Unidos responsável pela pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e programas de exploração espacial NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), começou a pesquisar gráficos em 3D para treinar pilotos de missões espaciais tripuladas. O resultado foi o *Virtual Interface Environment Workstation*, ou *VIEW*, com óculos, luvas e até uma roupa completa com sensores para medir desempenho e sinais vitais. Mas foi nos anos 90 que a realidade virtual saiu dos laboratórios e virou moda, principalmente nos jogos de vídeo games. (SOUZA, 2021).

1.1 Princípio Da Tecnologia De Realidade Virtual

O cineasta Morton Heilig, considerado como o primeiro a propor e criar sistemas imersivos, já imaginava o “cinema do futuro”, chegando a produzir um equipamento denominado SENSORAMA. No Sensorama, o usuário era submetido a diversas sensações, movimentos, sons, odores, vento e visão estereoscópica, que causavam experiência de imersão até então inimaginável. Heilig não conseguiu transformar sua invenção em sucesso comercial, mas certamente semeou as idéias que levaram ao desenvolvimento do que hoje conhecemos como Realidade Virtual, segundo Tori e Hounsell (2018).

Os computadores são elementos interativos por natureza e para isso utilizam uma série de dispositivos, incluindo aqueles que utilizam a tecnologia de Realidade Virtual. A interação no mundo virtual busca interfaces intuitivas e transparentes para o usuário, envolvendo, por exemplo, ações como voar, ser teletransportado, pegar objetos, utilizar gestos para comandar o sistema (SOUZA, 2021)

A tecnologia de RV envolve todo o hardware utilizado pelo usuário para participar do ambiente virtual. Estão incluídos aí os rastreadores, os capacetes ou *Head-mounted display* (HMDs), os navegadores 3D, as luvas eletrônicas, os fones de ouvido, os dispositivos de reação e outros dispositivos específicos. Várias técnicas têm sido utilizadas para monitorar a posição e a orientação de objetos no espaço tridimensional. Um transmissor estacionário emite sinais eletromagnéticos que são interceptados por um detector conectado à cabeça ou mãos do usuário, revelando a posição relativa e orientação entre emissor e receptor. Há também soluções em que o emissor se encontra no capacete, como por exemplo no Oculus Rift. Geralmente, o alcance desses rastreadores atinge poucos metros, restringindo seu uso. Além disso, os cabos de conexão com o capacete e luvas também restringem o alcance dos movimentos, fazendo com que o usuário utilize outras técnicas de navegação dentro do mundo virtual como “sobrevôo” e “teletransporte” (TORI e HOUNSELL, 2018).

Tori e Kirner (2006), relatam que a realidade virtual é uma tecnologia que está sendo muito utilizada em simuladores, na ciência, na educação e nos games. Ela veio cedo demais, mas por outro lado isso foi bom para sua evolução e chegar à sua época de ouro, que é agora, mas, ainda está longe de estar perfeita.

Para a imersão física da RV são empregados instrumentos como os óculos apresentados na Figura 1.



Figura 1: Óculos RV. (Fonte: www.itforum.com.br, 2020)

1.2 Realidade Virtual Aplicado Na Saúde

Na área de saúde o diagnóstico utilizando a realidade virtual tem sido empregada para visualização tridimensional de órgãos internos, permitindo uma melhor compreensão das condições clínicas dos pacientes. Já no tratamento, a tecnologia tem sido utilizada para terapias de reabilitação, dentre outras (SOUZA, 2021). Na Figura 2 está apresentado um paciente em reabilitação utilizando a RV.



Figura 2: treinamento médico em RV. (Fonte: bandnewsfmc Curitiba.com, 2021)

Treinamentos por tecnologia de realidade virtual podem ser empregados para a formação de profissionais, uma vez que a realidade virtual tem sido utilizada para treinamentos cirúrgicos e simulação de procedimentos médicos, permitindo que os alunos desenvolvam suas habilidades diz Rojas (2010).

Segundo Rojas (2010), na realidade virtual, os profissionais têm a capacidade de praticar operações médicas inúmeras vezes sem expor pacientes a riscos. Esses programas também proporcionam ao médico a oportunidade de aprimorar suas técnicas e conhecimentos em práticas cirúrgicas, o que seria difícil de realizar em treinamentos convencionais.

2. Objetivo

- Analisar como a tecnologia de realidade virtual pode otimizar e influenciar o diagnóstico e tratamento de pacientes, a simulação dos procedimentos médicos e o treinamento dos profissionais da saúde.
- Apresentar os tipos de treinamentos, as técnicas e tecnologias utilizadas na realidade virtual da área médica, bem como suas vantagens e desvantagens.

3. Metodologia

Este estudo foi conduzido por meio de revisão bibliográfica sistemática, que foi realizada em três etapas: seleção dos artigos, análise dos artigos selecionados e elaboração do trabalho final. A seguir descreve-se cada uma das etapas.

Seleção dos artigos: foi feita uma busca de artigos científicos nas seguintes bases de dados: Scopus, BVS, PubMed, Medline e SciELO. As palavras-chave utilizadas foram: Realidade Virtual; Formação; Treinamento; Aprendizagem. Foram selecionados artigos publicados nos últimos 10 anos em português e inglês.

Os artigos selecionados serão analisados detalhadamente, com o objetivo de verificar sua relevância em relação ao tema proposto e identificar os principais aspectos abordados nas pesquisas. Serão levantadas as seguintes informações: autor (es), ano de publicação, título, periódico, objetivo do estudo, tipo de treinamento, tecnologia utilizada e resultados.

Com base nas informações levantadas o trabalho será organizado em seções, que irão abordar os seguintes temas: definição de Realidade Virtual, simulação médica, tipos de treinamento médico, técnicas e tecnologias utilizadas em treinamentos, vantagens e desvantagens da tecnologia, aplicação em diversas áreas da medicina e discussão dos resultados.

Por meio deste trabalho, espera-se contribuir para o avanço do conhecimento sobre o uso da Realidade Virtual no treinamento médico, apresentando aspectos importantes como as vantagens e desvantagens dessa tecnologia. A revisão bibliográfica sistemática é uma metodologia importante para a análise crítica de estudos publicados, de forma a garantir a confiabilidade dos resultados e sua aplicabilidade na prática médica.

4. Resultados E Discussões

A mudança na forma de ensinar e aprender nas escolas médicas, trouxeram um cenário favorável para inserção das tecnologias no ensino. É difícil imaginar um curso superior que não utilize computador ou internet em algum momento do curso. À medida que as tecnologias se aprimoram, as possibilidades se tornam mais atrativas e mais complexas, ampliando, inclusive, o conceito de estar junto no tempo e no espaço.

Diante da autonomia docente na execução do trabalho educativo, a incorporação da RV como instrumento de aprendizagem permanece um desafio que depende da vontade da instituição em investir nessa tecnologia, sua formação técnica e modificar suas práticas pedagógicas. Depende também dos gestores adaptarem a forma de ensino de modo a incentivar o uso das tecnologias.

Apesar de tantas mudanças, isso não significa que a “Pedagogia Tradicional” é ruim. Ela foi praticada por muitos anos e é defendida por muitos autores nos dias de hoje.

Transmitir ao aluno o conhecimento de como se deve “aprender a aprender” é tão importante quanto o conteúdo que o aluno está aprendendo de forma autônoma. E isso não quer dizer que o método de aprender está pronto. Ele é continuamente aperfeiçoado no cotidiano de cada um.

Em um breve levantamento, foi descoberto que existem várias universidades de medicina no Brasil que usam a realidade virtual para o treinamento de seus estudantes e residentes. Alguns exemplos incluem:

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - A UFRJ possui um Laboratório de Tecnologia e Simulação em Saúde que utiliza técnicas de simulação, realidade virtual e aumentada para o treinamento de estudantes de medicina, enfermeiros e outros profissionais da saúde. Os resultados incluem uma melhoria na habilidade técnica, aumento da confiança e uma diminuição de erros durante procedimentos (UFRJ, 2023).

Universidade de São Paulo (USP) - A Faculdade de Medicina da USP utiliza a simulação de realidade virtual para o treinamento de cirurgiões, anestesistas e outros profissionais da saúde. Os resultados incluem uma melhoria na habilidade técnica, redução de complicações e uma diminuição do tempo de internação (EEPHC-FMUSP, 2023).

Universidade de Campinas (UNICAMP) - A Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP utiliza uma plataforma de realidade virtual para o treinamento de estudantes de medicina em casos de emergência e atendimento de trauma. Os resultados incluem um aumento na eficiência, melhoria na tomada de decisões e uma diminuição de erros durante os procedimentos (LOURENÇO, 2009).

A utilização da tecnologia de realidade virtual no treinamento de estudantes de medicina e profissionais de saúde tem se mostrado eficiente para melhorar suas habilidades técnicas, confiança, e na redução de erros e complicações durante procedimentos, pois o conhecimento de anatomia é imprescindível no início da formação médica e a dissecação de cadáveres humanos é uma parte vital na educação dos profissionais da área da saúde. Contudo, durante a história da anatomia, a obtenção de cadáveres sempre foi um grande problema.

Para o processo de doação de corpos para fins de estudo e pesquisa em escolas de medicina os doadores podem emitir uma declaração em vida, com firma reconhecida em cartório, indicando o desejo de doar seus corpos após falecimento. Também é possível a doação pelos familiares, por meio de uma declaração com firma reconhecida, indicando a escola de Medicina para onde o cadáver será encaminhado. A escola, por sua vez, deve manifestar interesse em receber o cadáver e assumir todas as responsabilidades legais, incluindo a comunicação ao cartório e à família. A certidão de óbito indicará a escola de medicina para onde o cadáver foi encaminhado.

Percebe-se uma tendência atual a favor da RV. Isso envolve misturar o ensino tradicional com as metodologias novas. Esta associação tem potencial para aumentar o interesse dos estudantes, com aperfeiçoamento das capacidades visuoespaciais nas relações anatômicas, proporcionando um impacto positivo na aprendizagem com o intuito de formar um profissional dotado de técnicas diferenciadas e com visão holística do paciente.

4.1 Programas De Simulação Médica

O AnatomI 3D é um atlas digital de anatomia de uso livre e baseado em RV que apresenta, de forma interativa, estruturas tridimensionais do corpo humano e seus respectivos descritivos com informações textuais a respeito de cada estrutura segundo Monteiro *et al.* (2006), (Figura 3).



Figura 3. Visualização de cada uma das camadas da estrutura da cabeça: pele, musculatura, crânio e cérebro. (Fonte: www.de.ufpb.br, 2006)

O CyberMed é um sistema baseado em RV cujo objetivo é apoiar o ensino e treinamento médico através de explorações interativas do corpo humano e da simulação realista de procedimentos médicos em um ambiente virtual imersivo. (MACHADO *et al.*, 2004), (Figuras 4).

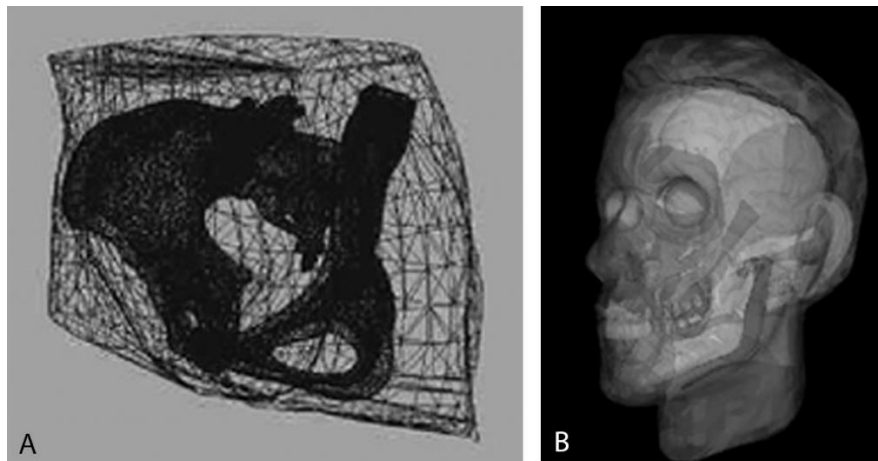


Figura 4: Modelo da bacia descrito através de uma malha triangular em suas três camadas: pele, ossos e medula óssea A. Modelo completo da cabeça, mostrado em semi-transparência, com as camadas: pele, musculatura, crânio e cérebro B. (Fonte: www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2004_IFMBE.pdf, 2004)

O PhysioJoy usa o Kinect para Windows e é feito para ser usado inicialmente na plataforma PC. O PhysioJoy conterá inicialmente três jogos de vídeo games e cada um deles tratará um tipo específico de lesão corporal ou cerebral. Esses três games, ainda com títulos temporários são: Marcha com Obstáculos, Atividades no Parque e Montanha-Russa (BALISTA, 2013). (Figuras 5).



Figura 5: pacientes usando a tecnologia com fisioterapeuta responsável A. Tela do jogo Marcha com Obstáculos B. (Fonte: www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/workshop/WorkshopVAR-6_Full.pdf, 2013)

4.2 Tipos De Treinamento Médico

Seymour *et al.* (2002) relata que a Tecnologia de Realidade Virtual (VR) tem sido cada vez mais usada para treinamento médico. A utilização da tecnologia no diagnóstico e tratamento médico tem ganhado destaque por facilitar a simulação de situações clínicas que seriam impraticáveis ou impossíveis de serem treinadas com manequins ou pacientes reais.

O treinamento médico com realidade virtual permite aos estudantes aprender por meio de uma experiência imersiva, simulando diferentes cenários médicos. Os programas de treinamento incluem casos complexos e diversificados que podem ser repetidos várias vezes até que o estudante se sinta confiante em replicar a experiência no mundo real. Alguns exemplos incluem procedimentos de cirurgia, radiologia, anestesiologia, entre outros diz Li *et al.* (2019).

Esses simuladores foram construídos a partir de dados reais, usando várias técnicas de escaneamento e modelos sintetizados e montados com técnicas e ferramentas de edição 3D, como simulador de endoscopia da *Endoscopy Simulator* da *Immersion Medical*, podem simular broncoscopias e exames gastrointestinais com bastante realismo, e o de laparoscopia da *Simbionix* (Figura 6), já se tornaram em produtos de bastante sucesso no novo mercado de simuladores médicos, diz Melo (2007).

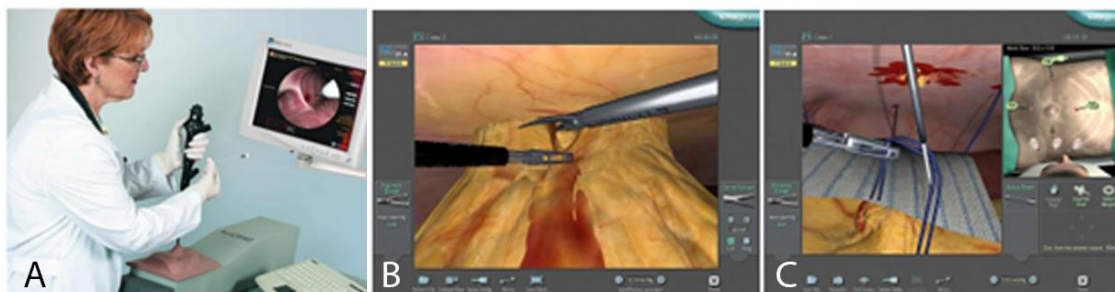


Figura 6: Simulador de Endoscópio A. Simulador de Laparoscopia B e C. (Fonte: www.simbioonix.com, 2007)

Além do treinamento médico, Kavitha (2018) diz que os simuladores de realidade virtual podem ser usados para avaliar a capacidade dos profissionais de saúde e identificar seus pontos fortes e fracos. Os diagnósticos podem ser feitos através de avaliações clínicas virtuais que simulam situações clínicas do mundo real.

Pesquisas mostram que o treinamento médico com realidade virtual pode melhorar a eficiência da aprendizagem e a qualidade do cuidado ao paciente. A tecnologia de realidade virtual e aumentada está mudando a forma como os médicos são treinados e preparados para lidar com os desafios encontrados no mundo real, de acordo com Seymour *et al.* (2002)

Espera-se que a implementação da tecnologia de Realidade Virtual em ambientes de saúde continue a crescer e ajudar a melhorar a qualidade do atendimento médico oferecido aos pacientes, diz Li *et al.* (2018). (Figura 7).



Figura 7: simulação de procedimento cirúrgico em RV Fonte:(www.bandnewsfmc Curitiba.com, 2020)

4.3 Técnicas E Tecnologias Utilizadas Em Treinamentos

Entre as técnicas de RV utilizadas em treinamentos médicos, destacam-se aquelas que permitem a interação com objetos virtuais em três dimensões, a utilização de protótipos, simulação de ambientes e o uso de óculos de realidade virtual diz Mcsweeney e Pimenta (2017).

Na área de cirurgia, por exemplo, a RV pode ser utilizada para simular cirurgias complexas, permitindo que os alunos treinem em um ambiente controlado antes de realizar procedimentos em pacientes reais. Em caso de cirurgias laparoscópicas, a utilização de um manipulador robótico para controlar os instrumentos cirúrgicos pode ser realizada em um ambiente virtual de acordo com Mcsweeney e Pimenta (2017).

Outra técnica utilizada em treinamentos médicos é a RV imersiva, que permite que o usuário esteja completamente envolvido em um ambiente virtual. Essa técnica é especialmente útil em treinamentos em que, por exemplo, o aluno precisa desenvolver habilidades de comunicação com pacientes ou em situações de emergência (RODRIGUES; QUEIROZ; ROQUE, 2017).

Além disso, a RV também pode ser utilizada para treinamento de equipes médicas, permitindo a simulação de cenários de emergência como um acidente em massa ou atentado terrorista, por exemplo diz Rodrigues, Queiroz e Roque (2017).

Os benefícios do uso da RV em treinamentos médicos incluem a possibilidade de repetição de exercícios quantas vezes for necessário, a redução de custos com materiais e equipamentos reais, além de proporcionar um ambiente seguro para o aprendizado de habilidades (RODRIGUES; QUEIROZ; ROQUE, 2017).

4.4 Vantagens e desvantagens da tecnologia

A Realidade Virtual (RV) tem sido amplamente utilizada em treinamentos médicos devido às suas diversas vantagens, tais como a escassez de cadáveres e a redução de riscos. No entanto, também apresenta algumas desvantagens que precisam ser consideradas. (MELO *et al.*, 2010).

De acordo com Pellerin *et al.* (2018), uma das principais vantagens é a possibilidade de oferecer treinamento médico sem a necessidade de utilizar cadáveres reais, que geralmente são escassos. No Departamento de Anatomia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), os alunos do curso médico matriculados nas disciplinas de Anatomia deixaram de dissecar desde 1998, devido à redução do número de cadáveres. Esse departamento recebeu apenas dois cadáveres em três anos (2006 - 2008), procedentes de doações em vida e da família segundo Melo *et al.* (2010).

Outra vantagem é evitar o contato com formol nos cadáveres, que é perigoso principalmente por ser uma substância altamente tóxica, com potencial cancerígeno e irritante para a pele, olhos e sistema respiratório. A exposição prolongada ao formol pode causar danos ao fígado, rins e pulmões, além de sintomas como náuseas, tonturas e dores de cabeça (IARC, 2006).

De acordo com a WHO (2006), (Organização Mundial da Saúde), a exposição ocupacional ao formol deve ser controlada e limitada, e as pessoas que trabalham com esta substância devem usar equipamentos de proteção adequados.

Dessa forma, a RV possibilita o treinamento médico em uma variedade de procedimentos sem a necessidade de dispor de corpos reais. Além disso, a utilização da RV reduz os riscos associados ao treinamento em pacientes reais, uma vez que é possível replicar situações clínicas complicadas e treinar sem colocar vidas em risco. Permitindo aos profissionais a oportunidade de treinar suas habilidades técnicas em um ambiente seguro e controlado antes de lidar com casos reais diz Pellerin *et al.* (2018).

No entanto, a RV também tem algumas desvantagens que precisam ser consideradas. Uma nítida limitação é que a tecnologia não pode oferecer experiências práticas e reais o suficiente para alguns procedimentos clínicos, como cirurgias complexas, que requerem a utilização de simuladores físicos avançados. Outra desvantagem é que os custos de investimento em tecnologia e equipamentos de RV de alta qualidade são significativos, o que pode dificultar o acesso de algumas instituições a essa tecnologia diz Pellerin *et al.* (2018).

Pellerin *et al.* (2018), também diz que apesar dos avanços tecnológicos, a obtenção de um alto nível de realismo muitas vezes implica em sistemas de alto custo, uma vez que esses sistemas envolvem o uso de dispositivos de interação específicos, visualização e modelos realistas com rotinas de processamento sendo executadas simultaneamente e em tempo-real, dentre outros fatores.

4.5 Aplicação em diversas áreas da medicina

A realidade virtual tem sido uma tecnologia cada vez mais utilizada em diversas áreas da medicina, incluindo treinamento e tratamento. A VR oferece uma experiência imersiva que pode facilitar o aprendizado em treinamentos e simular situações que não são possíveis ou éticas de serem realizadas em pacientes reais. Além disso, a VR também pode ser usada como um tratamento complementar em diversas áreas da medicina, como por exemplo, a terapia psicológica. (MARESKY *et al.* 2018)

Na área de treinamento, a VR tem sido usada para simular situações médicas em que a prática em pacientes reais seria perigosa ou impraticável. Em estudos realizados por Maresky *et al.* (2018) e por Berman *et al.* (2017), a utilização da VR em treinamentos médicos mostrou um aumento no desempenho dos profissionais de saúde em procedimentos cirúrgicos e em procedimentos de emergência.

Aplicações da RV para treinamento já podem ser encontradas, por exemplo, para a simulação de cirurgia ocular e geralmente utilizam visualização estereoscópica para a observação das estruturas do olho e podem permitir a manipulação destas com dispositivos hápticos (oferecem sensação de toque e de força resultante do contato). Outros exemplos de aplicações são os simuladores de exame detecção de tumores, endoscopia, laparoscopia, artroscopia e coleta de medula óssea. Tais sistemas utilizam diferentes conceitos e técnicas que podem ser agrupados de acordo com sua finalidade. Estes conceitos são: detecção de colisão, retorno de força, custo financeiro, desempenho computacional, reconstrução volumétrica, avaliação e ergonomia, dentre outros (MARESKY *et al.* 2018)

Já na área de tratamento, a VR tem sido usada como uma terapia complementar em pacientes com diversos transtornos psicológicos, como fobias, transtorno de estresse pós-traumático e ansiedade. Estudos realizados por Mowatt *et al.* (2019), Powers *et al.* (2008) e Gonçalves, Pedrozo e Coutinho (2012) mostraram resultados positivos na utilização da VR em terapias psicológicas.

A aplicação da VR em diversas áreas da medicina é uma área em constante evolução e com grande potencial de utilização. No entanto, é preciso validar a efetividade da tecnologia para cada aplicação em particular e também garantir a segurança e ética na utilização em pacientes reais.

5. Conclusão

A realidade virtual vem permitir que os aprendizes cometam erros e façam experimentos sem causar danos aos pacientes reais, visto que o treinamento é realizado em ambientes sintéticos, gerados por computador. Isso também reduz a insegurança dos aprendizes, que podem treinar em ambientes virtuais antes de atuar em cenários pacientes reais. Podemos então concluir que a realidade virtual está crescendo na saúde, porém em passos lentos, mesmo com tantas qualidades.

Referências

- BALISTA, Vania Gabriella. PhysioJoy: Sistema de Realidade Virtual para Avaliação e Reabilitação de Déficit Motor. Departamento de Computação e Sistemas, FAESA, Vitória, Brasil, 2013. Disponível em: < http://www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/workshop/WorkshopVAR-6_Full.pdf> Acesso 10 de Abril de 2023.
- BERMAN, L. *et al.* Virtual reality simulation training for laparoscopic colectomy: what metrics have validity. *Surg Endosc*, v. 31, n. 6, p. 2584–2592, 2017.
- EEPHC-FMUSP. Centro de Simulação Realística e Virtual. Disponível em: <<https://eephcfmusp.org.br/portal/centro-de-simulacao-realistica-e-virtual>> Acesso em: 22 maio 2023.
- FACENF-UERJ. Laboratórios de Simulação Disponível em: <<https://www.facenf.uerj.br/faculdade-de-enfermagem/institucional/laboratorios-de-simulacao/>> Acesso 20 de Abril de 2023.
- GONÇALVES, R.; PEDROZO, A. L.; COUTINHO, E. S. F. Fobia de avião: avaliação da eficácia de uma nova técnica de tratamento. *Rev Bras Psiquiatr*, v. 34, n. 3, p. 294–301, 2012.
- IARC - International Agency For Research On Cancer. Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, volume 88. Geneva: World Health Organization, 2006.
- KAVITHA, S. The Use of Virtual Reality in Medical Diagnosis and Treatment. *International Journal of Engineering & Technology*, v. 7, n. 4.29, p. 416-420, 2018
- LI, A., *et al.* Virtual reality and medical education: A preliminary narrative review and typology for future development. *Medical Education Online*, v. 24, n. 1, 2019.
- LOURENÇO, Christiane Boaventura. O efeito do treinamento no ambiente virtual e no ambiente físico sobre a motivação e o desempenho motor de pacientes com déficits em membro superior após AVC / Christiane Boaventura Lourenço. Campinas, SP: [s.n.], 2009. Disponível em: < <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=455268>> Acesso 18 de Maio de 2023.
- MACHADO, L. S. *et al.* Cybermed: realidade virtual para ensino médico. III CLAEB, João Pessoa, IFMBE Proc.; v. 5, n. 1, p. 573-576, 2004. Disponível em: < http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2004_IFMBE.pdf> Acesso 03 de Maio de 2023.
- MARESKY, H. S. *et al.* The effectiveness of virtual reality for teaching procedural skills in medical education: a systematic review and meta-analysis. *Simul Healthc*, v. 13, n. 4, p. 278–285, 2018.
- MCSWEENEY, T.; PIMENTA, P. Virtual Reality and Medical Training: The Dynamic Duo. *Online Journal of Health and Allied Sciences*, v. 16, n. 2, 2017.
- MELO, Elizabeth Neves de; PINHEIRO, José Thadeu. *Revista Brasileira De Educação Médica*, v. 34, n. 2, p. 315-323, 2010. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbem/a/vJRtctYWnYShywkW5hffZqr/?lang=pt>> Acesso 18 de Maio de 2023

MELO, Jairo Simão Santana. Integrando realidade virtual em sistemas tutores inteligentes no domínio da saúde. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2007.

MONTEIRO, B. *et al.* AnatomI 3D: Um Atlas Digital Baseado em Realidade Virtual para Ensino de Medicina. Disponível em: < http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2006_svr1.pdf> Acesso 03 de Maio de 2023.

MOWATT, E. *et al.* Virtual reality in the assessment and treatment of psychosis: a systematic review of its utility, acceptability and effectiveness. *Psychol Med*, v. 49, p. 2083–2099, 2019.

PELLERIN, Chai *et al.* Utilization of Virtual Reality in Medical Training: The Perception of Students and Instructors. *Journal of medical systems*, 2018.

POWERS, M. B. *et al.* Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: a meta-analysis. *J Anxiety Disord*, v. 22, n. 3, p. 561–569, 2008.

RODRIGUES, C. A. D., QUEIROZ, A.; ROQUE, L. C. P. Concepção e desenvolvimento de um simulador de cirurgias laparoscópicas com realidade virtual e robótica. *Revista Virtual de Química*, v. 9, n. 4, p. 1434-1444, 2017.

ROJAS, K. B. Treinamento de profissionais utilizando tecnologias de realidade virtual. *Revista de Ciências Tecnológicas*, v. 2, n. 1, p. 42-48, 2010.

SEYMOUR, N. E., *et al.* Virtual Reality Training Improves Operating Room Performance. *Annals of Surgery*, v. 236, n. 4, p. 458-464, 2002.

SOUZA, T. M. O uso da realidade virtual na saúde: diagnóstico e tratamento. *Revista de Tecnologia e Inovação na Saúde*, 7(1), 12-23, 2021.

SOUZA, Martins Mayko Felipe de. Uma Revisão Sistemática Sobre Aplicações de Realidade Virtual na Saúde / Martins Mayko Felipe de Souza. - 2021.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva (org.). Introdução a Realidade Virtual e Aumentada. Porto Alegre: Editora SBC, 2018. Disponível em: < http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2018_livroRVA.pdf > Acesso 15 de Abril de 2023.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson editores. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2006. Disponível em: < <http://www.alexandre.eletrica.ufu.br/livro1.pdf> > Acesso 20 de Abril de 2023.

WHO. World Health Organization. Formaldehyde in Drinking-water. Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva: World Health Organization, 2011. Disponível em: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/formaldehyde-bd-130605.pdf?sfvrsn=4b7ff7b1_4> Acesso 15 de maio 2023