



A filosofia da tecnologia de realidade alterada na educação

The philosophy of altered reality technology in education

DOI: 10.55905/revconv.16n.11-027

Recebimento dos originais: 02/10/2023

Aceitação para publicação: 08/11/2023

André Roberto Guerra

Doutorando em Educação e Novas Tecnologias

Instituição: Centro Universitário Internacional (UNINTER)

Endereço: Curitiba - PR, Brasil

E-mail: andre.gu@uninter.com

Germano Bruno Afonso (in memoriam)

Luciano Frontino de Medeiros

Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina
(UFSC)

Instituição: Centro Universitário Internacional (UNINTER)

Endereço: Curitiba - PR, Brasil

E-mail: luciano.me@uninter.com

RESUMO

Os diversos dispositivos eletrônicos/digitais de tecnologia da informação e comunicação, impulsionados pela criação e desenvolvimento de dispositivos móveis portáteis *smart*, em conjunto com a automação de tarefas pelos assistentes pessoais, utilizando modernos meios de conexão sem-fio e a *IoE – Internet of Everything*, estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, e aliados a evolução dos *softwares* de aplicação, que se tornaram ferramentas especializadas precisas e sofisticadas, utilizadas na produção de conteúdos e na geração de informação e de conhecimento, e tem se popularizado entre diferentes classes, com propósitos e conteúdos diversos, tornando essencial o conhecimento e a operação, em qualquer atividade desempenhada, pois, caso contrário, as vulnerabilidades descritas na sociedade de risco, tornam esses equipamentos simples peças decorativas. E mesmo tão presentes no cotidiano das pessoas, poucos sabem as suas definições, até os especialistas, conhecem apenas os termos usuais de sua área de atuação. A filosofia então surge como elemento chave para o conhecimento de importantes conceitos de termos comuns, como o termo tecnologia, que é amplamente utilizado para descrever aquilo que a definição ainda é desconhecida ou incomum. Descrever as novas tecnologias utilizadas na educação torna-se um grande desafio, pois, além de distinguir a realidade da *Sci-Fi* (ficção científica), é necessário primeiramente entender o que é a tecnologia, para posterior aplicação dos conceitos e técnicas, e assim trazer realidade alterada e todas suas vertentes, para enriquecer o processo de ensino aprendizagem.

Palavras-chave: filosofia da tecnologia, realidade alterada imersiva, educação e novas tecnologias, realidade virtual, realidade estendida.



ABSTRACT

A lot of electronic digital information and communication technology devices, driven by the creation and development of smart portable mobile devices, together with the automatization of tasks by personal assistants, using new wireless connections and the IoE - Internet of Everything, are increasingly present in people's daily lives, and combined with the evolution of application software, which have become precise and sophisticated expert tools, used in the content production and in the information generation and knowledge, has become famous among different classes, with different purposes and contents, making as essential the knowledge and operation in any activity performed, because, otherwise, the vulnerabilities described in the risk society, make these devices like a simple decorative tools. Even so present in people's daily lives, a few parts understand their definitions, and even experts know only the unusual terms of their activity area. The philosophy then arrives as a key element for the knowledge of important concepts of common terms, such as the term technology, which is widely used to describe what the definition unknown or unusual. Describing the new technologies used in education becomes a great challenge, because, in addition to distinguishing the reality of Sci-Fi (science fiction), it is necessary to first understand what technology is, for later application of concepts and techniques, and also, and thus bring all modified reality to enrich the learning teaching process.

Keywords: technology philosophy, immersive altered reality, education and new technologies, virtual reality, extended reality.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia é retratada pela filosofia em suas diversas definições. Para Vieira Pinto (2013, p. 219) a palavra tecnologia é usada a todo momento, por pessoas das mais diversas qualificações e com diferentes propósitos. Desde os jornalistas até os filósofos, não há estudioso dedicado a observar a realidade, que deixe de usá-la, tendo os especialistas em todos os modos imagináveis do saber. No entanto, não existe um conteúdo inequívoco para defini-la.

O referido autor classifica esse termo, em quatro significados principais. O primeiro significado é o etimológico, a tecnologia tem de ser a teoria, a ciência, o estudo, a discussão da técnica, abrangidas nesta última noção as artes, as habilidades de fazer as profissões e, generalizadamente os modos de produzir alguma coisa. Este é o sentido primordial, onde a “tecnologia” aparece com o valor fundamental e exato de técnica. No segundo significado, “tecnologia” equivale simplesmente a “técnica”. Constitui o sentido mais frequente e popular da palavra, usado na linguagem corrente, quando não se exige precisão maior. As duas palavras mostram-se, intercambiáveis no discurso habitual, coloquial e sem rigor. O terceiro conceito de tecnologia é entendido como o conjunto de todas as técnicas que dispõe uma sociedade, em qualquer fase histórica de seu desenvolvimento. O quarto sentido de “tecnologia”, é a



ideologização da técnica, a palavra tecnologia menciona a ideologia da técnica. Ao quarto significado, Vieira dedica maior atenção (VIEIRA PINTO, 2013, p. 219-220).

A partir destas definições filosóficas de tecnologia, o termo “técnica” ganha destaque, pois, segundo o filósofo alemão Martin Heidegger (2007, p. 381), compreender as diferentes abordagens, dá origem ao questionamento: O que é a técnica moderna? Também ela é um desabrigar. Somente quando dermos importância a este traço fundamental, mostrar-se-á a nós a novidade da técnica moderna.

No entanto, onde e como acontece o desabrigar, caso não seja uma mera construção humana? Não precisamos procurar muito. É apenas necessário que captemos despretensiosamente aquilo que sempre já recorreu aos humanos, e decidí-lo de modo que, somente assim, os humanos possam cada vez mais serem humanos (HEIDEGGER, 2007, p. 381).

Onde quer que o ser humano abra seu ouvido e seu olho, abra seu coração, liberte-se de todo o seu pesar, ao imaginar e operar, ao pedir e agradecer, em qualquer lugar sempre lá se encontrará, levado para o que está descoberto. Seu descobrimento já aconteceu todas as vezes que convoca o homem nos seus modos de desabrigar. Pois, se a seu modo o homem, no seio do descobrimento, desabriga o que se apresenta, então ele apenas corresponde ao apelo do descobrimento, mesmo onde se opuser a ele.

Portanto, se o homem, ao pesquisar e observar, persegue a natureza enquanto uma região de seu representar, então ele já está convocado por um modo de desabrigamento que o desafia a ir ao encontro da natureza enquanto um objeto de pesquisa, até que também o objeto desapareça na ausência de objeto da subsistência.

A física moderna é, em sua proveniência, a desconhecida precursora da armação. Por muito tempo a essência da técnica moderna ainda se oculta, mesmo ali onde máquinas de força são inventadas, onde a eletrotécnica e a técnica atômica são colocadas em curso. Tudo o que é essencial, não somente o essencial da técnica moderna, em todos os lugares se mantém oculto por mais tempo (HEIDEGGER, 2007, p. 386).

Embasados pelo pensamento filosófico, em função do seu enorme potencial, os dispositivos de realidade alterada por computador têm sido cada vez mais utilizados e estudados, em uma infinidade de campos e áreas, que vão do turismo, ensino, varejo, jogos, saúde e até na manufatura (CHUAH, 2018).



Tais dispositivos e todas as suas variações têm recebido destaque, e sendo elogiados, por sua capacidade de criar passeios virtuais em lojas e destinos turísticos, reabilitar lesão cerebral, permitir a inspeção virtual do design interior e exterior de um carro ou de um imóvel que ainda não existem, entre as mais diversas aplicações.

Na educação e treinamento, as tecnologias de realidade alterada por computador auxiliam na interação entre educadores/instrutores e alunos/estagiários, permitindo uma colaboração mais estreita (próxima), mesmo quando as pessoas participam de cursos e treinamentos remotamente. Permitem acelerar o aprendizado, ajudando as empresas a economizar em treinamentos, fornecendo ambientes seguros, onde os *trainees* podem aprender com os erros, sem riscos. Também ajudam os aprendentes a manter o foco e a atenção ao conteúdo, potencializando o engajamento e a retenção de conhecimento (RADIANTI et al., 2020).

Em complemento às definições, o termo *Smart* (inteligente) é amplamente utilizado na literatura técnica de dispositivos considerados “modernos” ou “atuais”. Porém, porque são definidos como inteligentes? O termo “inteligente” é o adjetivo que ilustra a capacidade dos *devices* em auxiliar a execução das tarefas do cotidiano, a partir da recepção de dados digitais pré-processados por meio dos complexos algoritmos dos diversos aplicativos já existentes (por exemplo, Google, Facebook e Instagram), que o usuário seleciona como relevantes ou importantes. Contudo, as vulnerabilidades geradas ao fornecer nossas informações em troca dessa facilidade e conveniência, descritas por Ulrich Beck nas políticas da sociedade de risco, despertam significativa atenção:

À medida que o conhecimento e a tecnologia avançam, somos deixados para trás ofegando na ignorância, cada vez mais incapazes de compreender ou controlar as máquinas das quais dependemos e, portanto, menos capazes de calcular as consequências de seu erro (BECK, 1998).

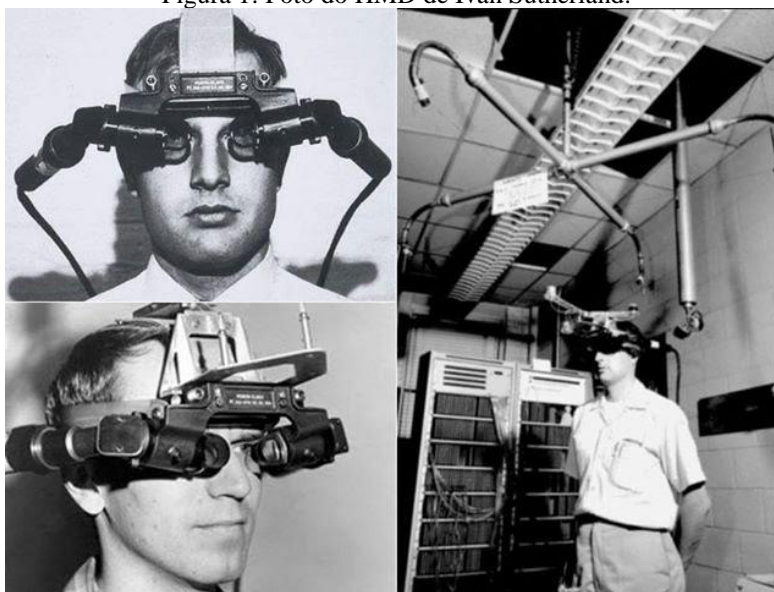
Essa diversidade de tipos e modelos de dispositivos e aplicativos são muitas vezes fundidos (integrados) para induzir os usuários a experiências mais imersivas. Seja assistindo filmes em 360°, caminhando através de modelos 3D de edifícios, viajando pelo universo, jogando, ou realizando quaisquer outras experiências imersivas, os tipos e modelos de realidade alterada podem criar uma ilusão para as pessoas (usuários) se sentirem como se estivessem presentes em um novo mundo digital (O'DONNELL, 2020).



2 REALIDADE ALTERADA E IMERSIVA

O início do desenvolvimento de dispositivos de realidade alterada por computador, denominada realidade virtual imersiva, ocorreu em 1968, com a publicação de Ivan Edward Sutherland "Um visor tridimensional montado na cabeça" onde descreve um dispositivo considerado como o primeiro *HMD* (*Head-Mounted Display* - popularmente referido como *headset* de realidade virtual), com rastreamento apropriado dos movimentos da cabeça. Ele suportava uma visão estéreo que era atualizada corretamente de acordo com a posição e orientação da cabeça do usuário. Esse é considerado o primeiro sistema de realidade virtual produzido em *hardware*, não em conceito (MANDAL, 2013). Ele também é considerado o primeiro sistema de realidade aumentada, ilustrado pela imagem na figura 1.

Figura 1: Foto do HMD de Ivan Sutherland.



Fonte: Adaptado de Sutherland (1968).

2.1 VR – *VIRTUAL REALITY* (REALIDADE VIRTUAL)

Segundo Shahrbanian et al. (2012), a VR 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 VR, a animação e a simulação são controlados interativamente em resposta à manipulação direta do usuário (ROBERTSON et al., 1993).

A VR difere de outras tecnologias digitais quanto à sua capacidade de integração de maneira que, ao ser integrada a uma outra tecnologia digital, assume completamente a forma dessa tecnologia. Desse modo, ela pode ser integrada ao uso de simuladores, jogos e



teleconferências sem alterar as características básicas por trás do uso dessas tecnologias, potencializando-as. A VR tem a capacidade de envolver completamente o usuário, conduzindo-o na realização de atividades em um ambiente virtual. Essa capacidade advém de seus 3 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 VR em tempo real” (RADIANTI et al., 2020, p. 3). Já Witmer & Singer (1998 apud RADIANTI et al., 2020, p. 3) descrevem a presença como “a experiência subjetiva de estar em um local ou ambiente, mesmo quando o usuário se encontra fisicamente situado em outro”.

Acerca da imersão, Mütterlein (2018, p. 1407) afirma que:

Alguns pesquisadores vêem a imersão como um estado de espírito, ou seja, uma experiência psicológica subjetiva e a definem, por exemplo, como o sentimento de estar envolvido e absorvido pelo mundo virtual. Outros pesquisadores vêem a imersão como uma capacidade tecnológica de um sistema de VR. Isso significa que existem tecnologias de VR que são mais ou menos imersivas, por exemplo, usando mais ou menos sensores ou com um campo de visão maior ou menor.

Sendo 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 o mesmo deixe de perceber o ambiente ao seu redor. 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 (SLATER & WILBUR, 1997 apud RADIANTI et al., 2020, p. 3).

Desta forma a definição de imersão, do ponto de vista tecnológico, divide a realidade virtual em imersiva e não imersiva. Para alcançar o objetivo de imersão como capacidade tecnológica, a realidade virtual imersiva abrange tecnologias complexas e revolucionárias que possibilitam a navegação em espaços tridimensionais, interação em tempo real, percepção multissensorial, dentre outros (SHERMAN & CRAIG, 2018).



2.1.1 Realidade Virtual Imersiva (IVR – *Immersive Virtual Reality*)

Para Gandra (2019), muitos avanços científicos computacionais foram concretizados, o que permitiu a criação de inúmeras interfaces até a ruptura total do limite estabelecido pela tela do computador e culminou na utilização do espaço tridimensional pelo usuário. Tem-se a expectativa de que a IVR leve os conceitos de imersão e presença a níveis muito elevados e até inalcançáveis para outras formas de mídia (MÜTTERLEIN, 2018).

Na IVR, as imagens estéreo que são geradas por computador envolvem completamente o usuário e substituem o ambiente real. Para uma experiência mais imersiva, os ambientes de VR e AR usam diversos dispositivos convencionais e não convencionais de entrada/saída (HMD's, óculos 3D, *powergloves*, *spaceball*, *joystick*, etc.) para tornar a interação o mais real e natural possível (MARTINS, 2012).

Atualmente, as experiências de imersão usam HMDs para 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 de VR. O HMD é a base da IVR moderna e estabeleceu o modelo agora seguido pela realidade mista. A tecnologia percorreu um longo caminho nos últimos 50 a 60 anos, e os pesados, desconfortáveis, e descontroladamente caros *headsets* de realidade virtual do início dos anos 70, evoluíram para algo de tamanho semelhante aos óculos de esqui ou *snowboard* (UNITY, 2020).

A tecnologia de representação visual associada aos HMD não representa nenhuma inovação do ponto de vista tecnológico. Suas telas são pequenas, muito próximas aos olhos, e sua representação virtual é escura e de baixa qualidade. O que de fato permitiu aos HMD passar a impressão de realidade ao mundo virtual foi a introdução de tecnologias que registram os movimentos do corpo do usuário. A capacidade de compreender os movimentos da cabeça do usuário e gerar mudanças em tempo real nas representações visuais e sonoras do ambiente virtual, de acordo com o sentido e direção desse movimento, criou um nível de realismo sem precedentes (BLACK, 2018).

Uma abordagem diferente para alcançar imersão se faz com o uso de CAVE's (*Cave Automatic Virtual Environments*) ou cavernas virtuais. As CAVE's são salas onde todas as paredes, incluindo o piso, são telas de projeção ou monitores planos. O usuário, equipado com óculos 3D (óculos de realidade virtual), é capaz de movimentar-se nesse mundo projetado. Na condição de uma ferramenta com alto potencial para a área educacional, tal tecnologia,



entretanto, não está disponível para a maioria das Instituições de Ensino, devido ao seu preço proibitivo e sua dificuldade de deslocamento, quando necessário.

Ao desenvolver sistemas que usam o conceito de IVR, segundo Gandra (2019), quatro elementos devem ser considerados: 1) o ambiente virtual, relacionado às características do ambiente e do modelo tridimensional; 2) o ambiente computacional, envolvendo as características do computador e do sistema operacional; 3) a tecnologia de realidade virtual, que abrange o hardware utilizado, o rastreamento da cabeça e da mão e o mecanismo de reação; e 4) as formas de interação, que englobam o processo de reconhecimento gestual e sonoro, além da interface e participação de múltiplos usuários.

2.1.1.1 Como a IVR Funciona

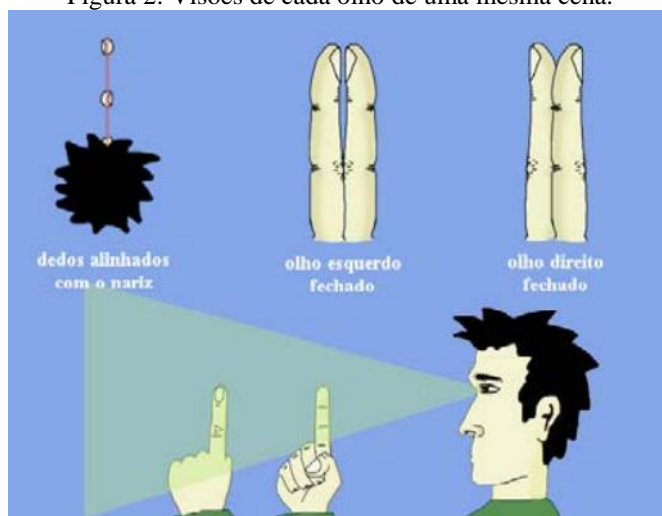
Para entender o funcionamento da VR imersiva, é necessário compreender os conceitos relacionados à bidimensionalidade (2D – altura x largura), à tridimensionalidade (3D – altura x largura x profundidade) e ao rastreamento.

- *Estereoscopia*

Segundo Gandra (2019), a expressão “visão estereoscópica” é oriunda do grego e significa “visão sólida”. No homem, é resultante de sua anátomo-fisiologia, que advém do fato de os olhos apresentarem distância média de 6,5 cm, direcionados para o mesmo sentido. Duas imagens (ligeiramente) diferentes, provenientes de cada olho, são unidas pelo cérebro para a formação de apenas uma imagem (Figura 2), fornecendo a noção de proporção e profundidade (FULFORD, 2004).



Figura 2: Visões de cada olho de uma mesma cena.



Fonte: Adaptado de Tori et al. (2006).

Recriando a experiência que os humanos obtêm ao ver o mundo real com dois olhos, as abordagens tipicamente estereoscópicas fornecem duas imagens distintas da mesma cena, uma para o olho esquerdo, e outra para o olho direito do usuário. Isso aconteceria, por exemplo, através das lentes esquerda e direita de um óculos 3D ou de um HMD.

Os óculos 3D possuem 2 lentes que auxiliam na criação de imagens virtuais 3D pela angulação de duas imagens 2D ligeiramente diferentes. Nossos olhos interpretam imagens 2D, processam imagens 2D e nosso cérebro é responsável por transformá-las em 3D com profundidade e perspectiva. Se o objeto ficar muito próximo, as lentes não conseguem juntar as imagens e os olhos perdem o foco.

Então, outra função das lentes especiais que as lentes de VR usam é a de corrigir o ângulo da luz que entra no olho e você perceberá o objeto mais distante do que realmente está (IRVINE, 2020).

- *Tracking (Rastreamento)*

Segundo Gandra (2019), a interação entre o usuário e o computador, durante a qual dispositivos específicos são capazes de registrar pequenas oscilações corporais em tempo real, é uma das características mais importantes na VR imersiva. Quanto mais preciso o rastreamento, mais confortável será a experiência de VR imersiva. Ele funciona através da percepção do movimento do usuário e o rápido ajuste do ambiente virtual de acordo com esse movimento.



Ou seja, se o usuário estiver observando um ambiente virtual através de um HMD e vira sua cabeça para a esquerda, ele deve conseguir ver a porção esquerda desse ambiente que não estava visível enquanto ele olhava para frente.

Da mesma forma, caso o usuário esteja ouvindo um som, ao caminhar na direção do mesmo, sua intensidade deverá aumentar proporcionalmente, de acordo com a sua proximidade da origem desse som no ambiente virtual. São classificadas 3 técnicas de rastreamento mais utilizadas em VR e AR que são baseadas em sensores, na visão e híbridas. As técnicas de rastreamento baseadas em sensores usam sensores magnéticos, acústicos, inerciais, ópticos e/ou mecânicos. Elas são análogas a sistemas de *loop* aberto cuja saída é percebida como tendo erro.

As técnicas de rastreamento baseadas na visão, podem usar métodos de processamento de imagem para calcular a posição relativa da câmera para objetos do mundo real, sendo análogas a sistemas de *loop* fechado que corrigem erros dinamicamente. As técnicas de rastreamento híbrido combinam diversas tecnologias (baseadas em sensores e na visão) de modo a compensar as deficiências de uma tecnologia específica (ZHOU et al., 2008).

2.2 REALIDADE ESTENDIDA (XR – *EXTENDED REALITY*)

O termo “Realidade Estendida”, além de ser uma tradução livre do original em inglês *Extended Reality*, considera ainda o “X” como uma variável que pode representar quaisquer ambientes e interações virtuais e reais (combinados) gerados por computação gráfica, em qualquer dispositivo com capacidade para isso, utilizando alguma das técnicas e métodos existentes (e também os que ainda serão criados) de realidade imersiva alterada por computador. (MARR, 2020)

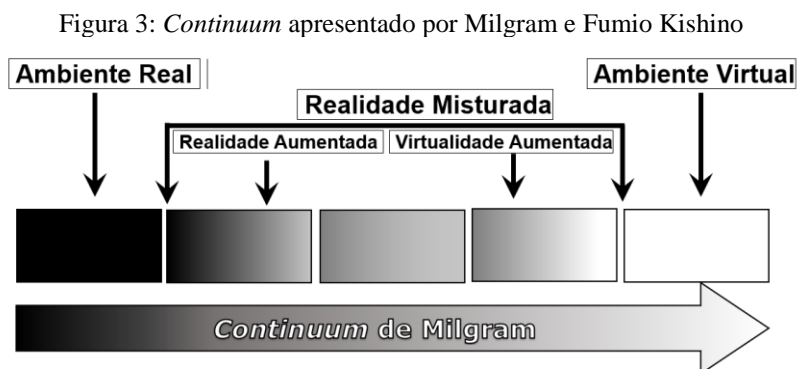
O termo *Extended Reality* é citado por vários autores como um “guarda-chuva” de siglas e termos de Realidade Alterada:

- VR – *Virtual Reality* (Realidade Virtual)
- AR – *Augmented Reality* (Realidade Aumentada)
- MR – *Mixed Reality* (Realidade Mista).

Segundo Milgram e Kishino (1994), VR, AR e MR formam um *continuum* realidade-virtualidade, com o mundo real num extremo e um ambiente completamente virtual (VR) no outro. No centro, exceto os extremos, está a Realidade Mista (MR). A MR, por sua vez, englobaria a AR, que seria principalmente um ambiente real acrescido com algumas partes



virtuais e ainda a virtualidade aumentada (AV) que seria um ambiente principalmente virtual acrescido com algumas partes reais.



Fonte: Adaptado de Milgram e Kishino (1994).

3 VANTAGENS E LIMITAÇÕES NA UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE REALIDADE ALTERADA NA EDUCAÇÃO

Segundo Fernandes, as principais vantagens da utilização de técnicas de realidade alterada por computador para fins educacionais, são:

- Motivação de estudantes e usuários de forma geral, baseada na experiência de 1ª pessoa vivenciada pelos mesmos;
- Grande poder de ilustrar características e processos, em relação a outros meios multimídia;
- Permite visualizações de detalhes de objetos;
- Permite experimentos virtuais, na falta de recursos, ou para fins de educação virtual interativa;
- Permite ao aprendiz refazer experimentos de forma atemporal, fora do âmbito de uma aula clássica;
- Possibilita interação, exigindo que cada participante se torne ativo dentro de um processo de visualização;
- Encoraja a criatividade, catalisando a experimentação;
- Provê igual oportunidade de comunicação para estudantes de culturas diferentes, a partir de representações (FERNANDES, 2013, p.2).

As tecnologias de realidade têm o potencial de economizar até 70% do tempo do professor durante o processo de ensino em anatomia, biomecânica, mecanismo biomolecular, fisiologia, fisiopatologia e habilidades/procedimentos. Elas são capazes de concentrar grandes quantidades de informações científicas (entre trinta a cem páginas de textos científicos descritivos) em uma sequência de vídeo de um a três minutos, transmitindo as informações temáticas de forma organizada e fluida, segundo um roteiro pedagógico pré-definido (WEN, 2016).



De um ponto de vista prático, a VR fornece avanços tecnológicos em relação à imagem e grau de imersão, o que nos permite lidar com restrições que modelos de plástico possuem. Em cursos da área da saúde a VR permite, em parte, superar a dificuldade de ter acesso a cadáveres reais (FAIRÉN et al., 2017).

Com relação às limitações, no estudo realizado por Wen (2016), a principal limitação foi que, uma sequência temática poderia levar de dois a oito meses para ser integralmente produzida, dependendo do nível de detalhamento das estruturas anatômicas.

Já no estudo realizado por Schlemmer (2014), a principal limitação foi o pouco tempo dedicado pelos discentes para a interação, além de pouca familiaridade dos docentes com os devices. Além disso, os docentes não estavam envolvidos internamente nas suas instituições com a pesquisa e não possuíam carga horária destinada para o projeto, resultando numa apropriação parcial da tecnologia.

Fairén et al. (2017), em seu experimento, onde utilizou a CAVE, descreveu como limitação o custo. A criação de estruturas anatômicas 3D e a adaptação da CAVE representam um custo inalcançável para diversas instituições de ensino. Além disso, segundo o autor, para tornar a atividade viável, o número de alunos para cada sessão deve ser limitado a 20, isso significa que a sessão deve ser repetida várias vezes para cobrir todos os alunos matriculados no curso, requerendo, portanto, mais tempo e maior custo econômico.

No estudo realizado por Tori et al. (2009), uma limitação do sistema denominado VIDA (um atlas anatômico 3D interativo para treinamento a distância) foi que nem todas as pessoas conseguem sentir o efeito estereoscópico. Outro problema foi que, no caso de se utilizar a técnica do *anaglifo*¹, os portadores de daltonismo poderão ter dificuldades de visualização.

O custo de implementação da tecnologia precisa diminuir, pois, caso contrário, muitas empresas não aportarão investimentos nela. Também se faz essencial que os dispositivos portáteis que permitem uma experiência completa em XR estejam “na moda” e sejam confortáveis, além de sempre conectados, inteligentes e imersivos (MARR, 2019). A segurança do sistema XR também precisa ser fortalecida.

¹é uma imagem (ou um vídeo) formatada de maneira especial para fornecer um efeito tridimensional estereoscópico quando visto com óculos de duas cores (cada lente com uma cor diferente). A imagem é formada por duas camadas de cor sobrepostas, mas com uma pequena distância entre as duas para produzir um efeito de profundidade, na mente de quem observa. O processo se dá quando as diferentes imagens são filtradas, uma por cada olho.



Ainda de acordo com Marr, as tecnologias de XR coletam e processam dados muito detalhados sobre o que você faz, o que vê e até sobre suas emoções a qualquer momento, que precisam ser protegidas. Existem também os significativos problemas técnicos e de hardware a serem resolvidos, que incluem, entre outros, a exibição e iluminação natural, rastreamento de movimentos, conectividade, energia e térmica, onde objetos virtuais no mundo real são indistinguíveis de objetos reais. Paulatinamente, fica-se mais próximo de resolver esses problemas, permitindo vislumbrar uma diversidade de aplicativos convencionais valendo-se das tecnologias da realidade nos próximos anos (MARR, 2019).

4 APLICAÇÃO DA REALIDADE ALTERADA ESTENDIDA IMERSIVA NO ENSINO E APRENDIZAGEM

De forma prévia aos conceitos que serão discutidos, retoma-se o que foi apresentado na introdução, quanto às tecnologias de realidade alterada, estendidas e imersivas, preencherem a lacuna entre educador e aluno. Tal fato permite o questionamento da mediação do professor: afinal, se os dispositivos são tão bons e fazem tão bem essa mediação, prescindir-se-ia, então, a função do docente? Santos (2020, p. 15) identifica o papel que o professor pode desempenhar e tais contextos.

Non estamos, entretanto, apoiando a tese de que a internet não possa ser consultada, muito pelo contrário. Ela pode ter sido a maior invenção nos últimos anos, e ignorar sua presença não seria uma atitude inteligente. O que estamos advogando é que o professor tenha parte ativa nesse processo de busca e consulta dos alunos. Cabe ao professor [...] ser um **curador** do material que poderá ser pesquisado pelos alunos. Se não um curador no sentido estrito, como aquele que restringe as fontes, ao menos como um curador educacional, que dirige o aluno para tipos de fontes confiáveis. Talvez a principal função do atual professor, em meio ao turbilhão de algoritmos e redes sociais seja o da curadoria, [...].

Portanto, o professor no papel de curador consistiria em um elo confiável, que articularia o aluno ao rol de informação. No século XXI, a função de curadoria, de procurar boas fontes de pesquisa, se reveste de vital importância, mais do que o papel de orador ou mesmo de motivador. Blindar a nocividade dos algoritmos e destinar às redes sociais um papel pedagógico e propício ao aprendizado se torna essencial aos estudantes. “Um professor/curador, mais do que passar informação correta aos seus alunos, é a pessoa responsável por ensinar a aprender, e principalmente, desviar das mazelas de um mundo conectado” (SANTOS, 2021).



Garcia e Medeiros (2020, p.128) afirmam que, mesmo que o professor não esteja plenamente ciente, ele historicamente desempenhou um papel semelhante ao de um curador. Tal aspecto torna-se mais evidente quando consideramos as exigências contemporâneas que requerem habilidades e competências digitais, permitindo assim um diálogo pedagógico, cognitivo e emocional com os estudantes de hoje.

Assim, a responsabilidade do curador educacional vai além de apenas gerenciar uma vasta quantidade de informações; ele também deve desenvolver estratégias e atividades para enriquecer, recriar e analisar criticamente as bases do conhecimento.

Quatro teorias da aprendizagem citadas por (SUH & PROFET, 2018; RADIANTI et al., 2020), envolvidas com o uso de realidade alterada imersiva em ensino são:

- 1) Teoria de aprendizagem construtivista: O aprendente é ativo no seu próprio processo de desenvolvimento, que acontece de dentro para fora, a partir da interação com o mundo e das experiências vivenciadas, que possibilitam a construção e reconstrução das estruturas cognitivas e comportamentais. Para Piaget, esse processo de construção se dá através de mecanismos adaptativos ou funcionais, que são a assimilação e acomodação.
- 2) Teoria de aprendizagem behaviorista: Os aprendentes podem ser condicionados através de reforços e punições de forma a fortalecer ou desestimular determinados comportamentos.
- 3) A teoria de aprendizagem experiencial, que originalmente hipotetizou a existência de quatro estágios de aprendizagem: experiência concreta, observação e reflexão, formação de conceitos abstratos e generalizações, e teste de novas situações. Por essa teoria, atividades planejadas no sentido de envolver os quatro estágios supracitados potencializariam o processo de aprendizagem.
- 4) A teoria da aprendizagem generativa, que parte do pressuposto de que a aprendizagem e a memória são construídos, e que aprender para compreender envolve construir estruturas de conhecimento significativas que podem ser aplicadas a novas situações, sendo agrupada dentro do modelo de aprendizagem cognitivista (FIORELLA; MAYER, 2016).



Alguns conceitos e modelos utilizados para nortear o *design* de sistemas baseados no uso de realidade alterada e imersiva no ensino, segundo (SUH & PROFET, 2018; RADIANTI et al., 2020) são:

- 1) teoria do fluxo, que propõe o alcance de um estado psicológico subjetivo onde o sujeito apresenta um alto nível de concentração em uma dada tarefa e o tempo passa mais rapidamente, levando a uma perda de sua autoconsciência;
- 2) teoria da presença, que sugere que a forte sensação de presença aumenta o engajamento e a motivação do aprendente e potencializa o processo de aprendizagem;
- 3) modelo de aceitação tecnológica, que sugere que a intenção de um usuário em usar determinada tecnologia é fortemente afetada pela sua utilidade percebida e pela facilidade em seu uso;
- 4) teoria do estímulo-organismo-resposta sugere que os estímulos tecnológicos evocam reações cognitivas e afetivas nos indivíduos que impactam na adoção ou rejeição de determinada tecnologia; e
- 5) modelo de aprendizagem contextualizada, que dá sustentação a aprendizagem contextualizada delega grande importância ao uso das atividades autênticas e baseadas na experiência dos aprendentes. Nesse caso, a aprendizagem pode se dar através de instruções guiadas ou orientada a realização de descobertas. Esse modelo enfatiza a necessidade de cenários de aprendizagem onde as circunstâncias possuem relevância para os aprendentes e está alinhada ao modelo da aprendizagem construtivista (FESTAS, 2015).

As formas em que esses arcabouços teóricos podem ser aplicados no ensino, através da realidade alterada e imersiva, estendem-se por um amplo espectro de possibilidades, tais como:

- 1) na análise e resolução de problemas; 2) no desenvolvimento de habilidades sociais, comunicativas e colaborativas; 3) na internalização de conhecimentos práticos e procedimentos; 4) na memorização de conhecimento declarativo; 5) para mudança de comportamentos; etc. (RADIANTI et al., 2020).

Quando a realidade alterada e imersiva é utilizada para aprendizagem e treinamento, procura-se escalonar as atividades de aprendizagem de acordo com seu grau de dificuldade, de forma a gerar um sentimento de autoprogresso no aprendente. As aplicações da realidade alterada em psicoterapia contribuíram na redução de estresse, dor e ansiedade. As aplicações de realidade



alterada em jornadas virtuais e passeios possibilitam a criação de histórias e imagens mentais dentro dos ambientes explorados. As aplicações de realidade alterada para jogos usam os conceitos de gamificação para criar ambientes divertidos aos jogadores (SUH & PROFET, 2018).

Vários estudos tem analisado as reações cognitivas e afetivas nos usuários de tecnologias imersivas. Para (SUH & PROFET, 2018) as reações que os usuários de VR imersiva podem experimentar são: 1) A imersão, do ponto de vista psicológico, refere-se a um estado da mente de profundo engajamento em alguma atividade; 2) A presença refere-se ao sentimento de estar em um lugar, mesmo sabendo que fisicamente encontra-se em outro; 3) Fluxo refere-se a um estado psicológico subjetivo em que o usuário tem uma sensação de controle, atenção, foco, curiosidade e interesse intrínseco, que é acompanhada por uma perda da autoconsciência (CHANG et al., 2014); 4) Ilusão relaciona-se com a impressão de que o que está acontecendo é real, mesmo sabendo que aquilo não é real; e 5) Senso de posse corpórea relaciona-se com o estabelecimento de forte conexão com um avatar escolhido, de forma a alinhar os *selves* físico e virtual .

As características descritas, geram reações afetivas nos usuários da realidade alterada e imersiva, tais como as sensações de satisfação, diversão, prazer e excitação. Por outro lado, as sensações de ansiedade, depressão, medo e raiva também podem ser observadas em ambientes imersivos com elavada característica de ilusão. As consequências das reações cognitivas e afetivas positivas ao uso de realidade alterada e imersiva são, principalmente, o aumento de desempenho no processo de aprendizagem, a potencialização de mudanças comportamentais, o aumento do engajamento dos estudantes e melhoria dos resultados das atividades de ensino (SUH & PROFET, 2018).

Os ambientes fortemente imersivos também podem causar reações negativas em seus usuários como enjôos (principalmente com o uso de HMD's), desconforto físico (quando o usuário é obrigado a ficar em uma posição desconfortável), sobrecarga cognitiva (em ambientes virtuais mal planejados), e distração (em ambientes virtuais muito ricos de informação).

Além disso, diferenças individuais também impactam sobre a adoção ou rejeição de realidade alterada e imersiva pelos usuários, como sexo (homens tendem a adotar melhor essas tecnologias), idade (pessoas mais velhas podem rejeitar essas tecnologias), tendência à busca por sensações (pessoas que tendem a buscar experiências novas, excitantes e intensas costumam ter



um senso de presença mais enfraquecido em relação a pessoas que não costumam buscar esse tipo de emoção), e grau de inovação pessoal (pessoas mais inovadoras tendem a ter comportamento mais positivo quanto ao uso de tecnologias imersivas) (SUH & PROFET, 2018).

Todas essas questões impactam na adoção ou recusa do uso da VR imersiva no ambiente de aprendizagem e portanto, devem ser consideradas na hora de planejar atividades educacionais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias não representam a finalidade do processo de ensino; muito pelo contrário, são apenas o meio. Caso sejam bem utilizadas poderão trazer grandes avanços ao processo de ensinar e na eficiência da aprendizagem. Isso poderá ocorrer somente se a utilização da tecnologia observar critérios técnicos diversos como as teorias da aprendizagem vigentes, a escolha correta da tecnologia de acordo com o contexto, a metodologia a ser adotada, os métodos a serem aplicados, as características sociais e individuais do público-alvo.

No caso das tecnologias da realidade, as afirmações do parágrafo superior apresentam-se em sua tonalidade mais intensa. Essas tecnologias poderão impulsionar o processo de aprendizagem, tornando-o suave, divertido, menos confuso, se utilizadas de forma adequada, ou poderão causar prejuízos diversos caso sejam utilizadas de maneira descriteriosa ou maliciosa.

Em épocas onde o ensino híbrido cresce vertiginosamente e o ensino online substitui em importância o ensino presencial para adultos, as tecnologias da realidade têm, sem sombra de dúvidas, lugar cativo nesse processo de transformação.

"Since we cannot change reality, let us change the eyes which see reality."
Nikos Kazantzakis



REFERÊNCIAS

BLACK, D. **Digital Interfacing: Action and Perception through Technology**. 1ª edição. Routledge, p. 204, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.4324/9780429425172>>. Acesso em: 02/11/2022.

BECK, U. Politics of risk society. In: FRANKLIN, J. **The politics of risk society**: Plicy Press, 1998. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0047279498295353>>. Acesso em 10/10/2023.

CHANG, K. E.; CHANG, C. T.; HOU, H. T.; SUNG, Y. T.; CHAO, H. L.; LEE, C. M. Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. **Computers & Education**, 71, 185-197, 2014.

CHUAH, S. H. W. **Why and who will adopt extended reality technology? Literature review, synthesis, and future research agenda**, Working paper, Universiti Sains Malaysia, School of Management, Dept. of Operation Management, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3300469>> Acesso em: 12/10/2023.

FAIRÉN, M.; FARRÉS, M.; MOYÉS, J.; INSA, E. Virtual Reality to teach anatomy. **Eurographics Proceedings**, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2312/eged.20171026>> Acesso em: 10/11/2022.

FESTAS, M. I. F. A aprendizagem contextualizada: análise dos seus fundamentos e práticas pedagógicas. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 713-727, 2015.

FIGLIOLA, L.; MAYER, R. E. Eight Ways to Promote Generative Learning. **Educational Psychology Review**, v. 28, n. 4, p.717-741, 01/dez/2016.

FERNANDES, F. G.; OLIVEIRA, L. C.; BARBOSA, A. J.; MOURA, C. C. O.; RODRIGUES, M. L.; VALE VITA, S. S. B. Ensino da Anatomia do Corpo Humano Usando a Realidade Aumentada Móvel. **XI CEEL**, Universidade Federal de Uberlândia/MG, 2013. Disponível em: <http://www.peteletricaufu.com/static/ceel/doc/artigos/artigos2013/ceel2013_025.pdf>. Acesso em 17/11/2022.

FULFORD, B. Adventures in the Third Dimension. **Forbes**, v.173, n.11, p.166, 2004. Disponível em: <<https://www.forbes.com/forbes/2004/0524/166.html>>. Acesso em 17/10/2023.

GARCIA, M. S. S.; MEDEIROS, L. F. de. A Proposal of Smart Pedagogy for the School: Educational curation as an active methodology. In: DANIELA, L. **Epistemological Approaches to Digital Learning in Educational Contexts**. Abingdon: Routledge, 2020.

GANDRA, V. D. **Análise Eletroencefalográfica do Controle Postural Durante Estimulação Visual em Ambiente de Realidade Virtual Estereoscópica**. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2019. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/13236/1/VivianyDiasGandra.pdf>> Acesso em: 17/10/2023.



HEIDEGGER, M. A questão da técnica. **Scientiæ Studia**, São Paulo, v. 5, n. 3, 2007, p. 375-398. Disponível em: <revistas.usp.br/ss/article/download/11117/12885>. Acesso em 21/04/2023.

IRVINE, K. **XR: VR, AR, MR - What's the Difference?** Disponível em: <<https://www.viget.com/articles/xr-vr-ar-mr-whats-the-difference/>>. Acesso em 20/04/2023.

MANDAL, S. Brief Introduction of Virtual Reality & Its Challenges. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v.4:(4), abr. 2013.

MARR, B. What Is Extended Reality Technology? A Simple Explanation For Anyone. **Forbes**, 2019. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2019/08/12/what-is-extended-reality-technology-a-simple-explanation-for-anyone/>> Acesso em: 17/10/2022.

MARTINS, V.; GUIMARÃES M. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. **Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação**, p. 100-109. 2012.

MILGRAM, P.; KISHINO, F. Taxonomy of mixed reality visual displays, **IEICE Transactions on Information and Systems**, v. E77-D, n. 12, p. 1321-1329, 1994.

MÜTTERLEIN, J. The Three Pillars of Virtual Reality? Investigating the Roles of Immersion, Presence, and Interactivity. **Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences**, 2018.

O'DONNELL, D. **Driving immersive experiences in virtual and augmented reality**. Western Digital BLOG, 2018. Disponível em: <<https://blog.westerndigital.com/driving-immersive-experience-virtual-augmented-reality/>> Acesso em: 17/10/2023.

RADIANTI, J.; MAJCHRZAK, T. A.; FROMM, J.; WOHLGENANNT, I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. **Computers & Education**, 147, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>>. Acesso em 14/10/2023.

ROBERTSON, G.G.; CARD, S.K.; MACKINLAY, J.D. Three views of virtual reality: nonimmersive virtual reality. **Computer**, v. 26, n. 2, p. 81, fev. 1993, Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/2.192002>> Acesso em: 10/11/2022.

SANTOS, R. O. dos. Algoritmos, Engajamento, Redes Sociais e Educação. **Acta Scientiarum Education**. v. 42, 2021.

SCHLEMMER, E. Laboratórios Digitais Virtuais em 3D: Anatomia Humana em Metaverso, uma Proposta em Immersive Learning. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 12, n. 03, p. 2119-2157, 2014.



SHAHRBANIAN, S., MA, X.; AGHAEI, N.; KORNER-BITENSKY, N.; MOSHIRI, K.; SIMMONDS, M. 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**, 2 (5):1408-1422, 2012.

SHERMAN, W. R.; CRAIG, A. B. Understanding Virtual Reality - Interface, Application, and Design. **The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics**, 2ª Ed. Elsevier, 2018.

SLATER, M.; WILBUR, S. A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. **Presence: Teleoperators & Virtual Environments**, 6(6), 603–616, 1997.

SUH, A.; PROPHET, J. The state of immersive technology research: a literature analysis. **Computers in Human Behavior**, 2018. v.86, pp.77-90.

SUTHERLAND, I. E. A head-mounted three dimensional display. **Seminal graphics: pioneering efforts that shaped the field**. New York, NY: ACM, 1968, p. 295–302,. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/280811.281016>. Acesso em 20/10/2023.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: SBC, 2006.

TORI, R.; NUNES, F. L. S.; GOMES, V. H. P.; TOKUNAGA, D. M. VIDA: atlas anatômico 3D interativo para treinamento a distância. **Anais da SBC**, Porto Alegre, 2009.

UNITY. **What is AR, VR, MR, XR, 360?**, 2020. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/what-is-xr-glossary>> Acesso em: 17/10/2022.

VIEIRA PINTO, A. **O conceito de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2013.

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

WITMER, B. G.; SINGER, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. **Presence**, 7(3), 225–240. Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/985921.985934>> Acesso em: 07/11/2022

ZHOU, F.; DUH, H. B.; BILLINGHURST, M. Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years of ISMAR-2008. **7th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality**, Cambridge, 2008, pp. 193-202.