

Realidade virtual e realidade aumentada: refletindo sobre usos e benefícios na educação

*Virtual reality and augmented reality: thinking about
the uses and benefits in education*

Stella Maria Peixoto de Azevedo Pedrosa
Universidade Estácio de Sá
smpedrosa@gmail.com

Marco Antonio Zappala-Guimarães
Universidade Veiga de Almeida/Universidade Estácio de Sá
marcozappalamusic@gmail.com

RESUMO

Em um mundo onde as tecnologias de informação e comunicação (TIC) evoluem constantemente, apresentando grande quantidade de equipamentos que simplificam a comunicação e conectam “grupos sociais” às novas tecnologias e a “mundos digitais”, é possível perceber que algumas pessoas consideram com naturalidade a utilização da Realidade Virtual e a Realidade Aumentada na Educação, sendo viabilizadas por meio de computadores, *smartphones* e meios digitais pela sociedade contemporânea. Entretanto, ao tratarmos de um processo educacional por meio dessas concepções, torna-se necessário a verificação crítica em relação ao seu uso. Assim sendo, este trabalho tem como objetivo tratar a Realidade Virtual e a Realidade Aumentada na Educação, apresentando concepções sobre o assunto e relacionando-as com conceitos associados ao seu emprego na sociedade contemporânea, bem como verificar os benefícios, limitações e motivações para sua utilização no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Educação. Realidade aumentada. Realidade virtual. Tecnologias da informação e comunicação.

ABSTRACT

In a world where information and communication technologies (ICTs) constantly evolve, with a large amount of equipment that simplifies communication and connects "social groups" to new technologies and "digital worlds", it is possible to notice that some people consider the use of Virtual Reality and Augmented Reality in Education, being made possible through computers, smartphones and digital media by contemporary society. However, when dealing with an educational process through these conceptions, it becomes necessary the critical verification in relation to its use. Thus, this paper aims to deal with Virtual Reality and Augmented Reality in Education, presenting concepts about the subject and relating them to concepts associated with their use in contemporary society, as well as to verify the benefits, limitations and motivations for their use in the teaching-learning process.

Keywords: Augmented reality. Education. Information and communication technology. Virtual reality.

Introdução

Nos últimos tempos, vivenciamos um notável impulso no desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e uma crescente disponibilização de equipamentos e aplicativos que, gradativamente, são incorporados ao cotidiano, com o propósito de simplificar tarefas e melhorar a qualidade de vida.

Ao mesmo tempo, sabemos que dentre os objetivos da educação temos a formação do ser humano, por meio de procedimentos, estruturas e influências que contribuem para o seu desenvolvimento, que consideram o relacionamento entre a pessoa, o meio e o grupo social em que vive (LIBÂNEO, 2001)

Assim, pode-se dizer que as TIC "afetam praticamente todos os âmbitos de atividade das pessoas, desde as formas e práticas de organização social até o modo de compreender o mundo, de organizar essa compreensão e de transmiti-la para outras pessoas" (COLL; MONEREO, 2010, p.17).

As TIC tornaram-se comuns na comunicação, na disseminação de informações de modo que "emprego, educação, saúde, bem-estar, políticas, lazer e diversão, todos, hoje em dia, ocorrem de maneiras e em lugares que seriam inimagináveis uma geração atrás e, muitas vezes, têm a tecnologia em seu cerne" (SELWYN, 2008, p. 817).

A crescente utilização da *internet* por dispositivos móveis¹, os quais muitas vezes integram a função de telefone celular e computador portátil², possibilitando conexão com

¹Vide COMITÊ GESTOR DA INTERNET DO BRASIL. Pesquisas TIC Domicílios: 2016. Disponível em: <<http://www.cetic.br/pesquisa/domicilios/>>. Acesso em: 13 maio 2018.

a *internet* e execução de aplicativos, nos leva a ponderar a contribuição desses equipamentos na educação pois “muitas vezes adotam-se recursos tecnológicos com a visão de que por si só serão capazes de intervir e auxiliar os processos educacionais, mas a forma como entendemos estes processos e as visões pedagógicas subjacentes são as primeiras grandes influências que se fazem sentir” (SOUZA, 2006, p. 41)

A distribuição e a utilização das denominadas “novas tecnologias” têm sido objeto de políticas sociais e educacionais. Televisores, *data-shows*, lousas eletrônicas, *tablets* e aparelhos de som são alguns dos artefatos disponibilizados nas instituições de ensino acompanhados, geralmente, de um discurso que determina a inserção de artefatos eletrônicos e aplicativos digitais à melhoria da qualidade do ensino e à inovação do processo ensino-aprendizagem.

Entretanto, a construção de novas práticas educacionais não decorre simplesmente da introdução de tecnologias, não se pode associar o simples uso dessas tecnologias à inovação e melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem. Essa inserção necessita de uma reflexão anterior, o que requer a realização de pesquisas e debates em torno do tema, em um ambiente criterioso, que considere diferentes perspectivas de modo a não se incorrer em posições extremas, assumindo a condição de apocalípticos ou de integrados, atualizando os termos que Eco (2000) considerou para aqueles que condenam ou absolvem os meios de comunicação de massa.

Portanto, para que as tecnologias emergentes não se tornem apenas um “novo recurso” para a inclusão de conteúdo, sua utilização deve ser estudada e seu potencial avaliado, de modo que sua incorporação contribua didaticamente.

De acordo com os dados levantados pela pesquisa *TIC Educação 2016*, observamos que eles apontam o celular como o principal equipamento utilizado para o acesso à *internet* pelos jovens incluídos na população pesquisada, enquanto a pesquisa *TIC Domicílios 2016*³, informa que 78% da população pesquisada entre 10 a 15 anos acessam a *internet* todos os dias ou quase todos os dias pelo telefone celular⁴ (CETIC.br, 2016). Esses

² Dispositivos móveis são tecnologias digitais que permitem a mobilidade e o acesso à *internet*. Pode-se citar como exemplos os *smartphones* e *tablets* (Em: <http://www.nuted.ufrgs.br/oa/edumobile/m1_dm.html#>. Acesso em: 28 outubro 2017).

³ A pesquisa *TIC Domicílios 2016*, desenvolvida pelo Cetic.br, aponta que 82% da população entre 10 a 15 anos utilizaram o telefone celular para jogar nos três meses anteriores à consulta. Fonte: CGI.br/NIC.br, Cetic.br, Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios Brasileiros.

⁴ Usuários de telefone celular, por atividades realizadas no telefone celular nos últimos três meses / Usuários de *internet* pelo telefone celular, por frequência de uso da *internet* no celular / Alunos, por principal equipamento utilizado para acessar a *internet*. Fonte: CGI.br/NIC.br, Cetic.br, Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios Brasileiros.

índices apontam para o grande valor que o uso desses dispositivos móveis representa para os jovens.

O aumento da capacidade de processamento da *CPU (Central Processing Unit)*⁵ e *GPU (Graphic Processing Unit)*⁶ e a presença de determinados sensores nos *smartphones* e *tablets* mais recentes, tais como acelerômetros, giroscópios e conexões *VGA (Video Graphics Array)*⁷, *HDMI (High-Definition Multimedia Interface)*⁸ e *bluetooth*, assim como a integração com outros artefatos, como os óculos *VR (Virtual Reality)* e controladores manuais para interação com o ambiente virtual, tornam possível a experiência em um sistema imersivo de Realidade Virtual e a utilização da Realidade Aumentada, graças a presença de, por exemplo, câmeras de alta resolução, sensores de movimento, sistema localizador *GPS (Global Positioning System)*, contadores de passos e bússola (STEED; JULIER, 2013; EKREN; KESKIN, 2017).

Desse modo, observando a facilidade de acesso aos dispositivos móveis pelos estudantes, examinamos possibilidades do uso educacional dessas tecnologias, considerando que “compreender o impacto que uma tecnologia produz no imaginário de uma cultura é tão importante quanto avaliar suas repercussões econômicas, sociais e materiais” (FELINTO, 2005, p. 53). Neste trabalho, apresentamos, de modo crítico-reflexivo, um estudo que, considerando o potencial educacional de tecnologias utilizadas em outros segmentos, tais como jogos digitais e simuladores tridimensionais, teve como foco os conceitos de Realidade Virtual e de Realidade Aumentada.

A Realidade Virtual: um breve histórico

As formas iniciais da Realidade Virtual e seus primeiros conceitos podem ser associados, desde os primórdios da pintura, ao registro e ao relato de histórias. Em seu livro *Understanding Virtual Reality*, Sherman e Craig (2003), apresentam as pinturas rupestres, registradas em pedras, como um meio de transmissão de informações. Bem mais recentemente, as pinturas panorâmicas, comuns no século XIX, que retratam batalhas e outros fatos relevantes da sociedade da época, também são consideradas uma tentativa

⁵ Unidade Central de Processamento, ou simplesmente processador, local em que são isolados os “circuitos de um computador que executam operações sobre dados, tais como adição e subtração” (FILHO; ALEXANDRE, 2014, p. 49).

⁶ Unidades de Processamento Gráfico, “microprocessadores especializados em processar gráficos. Utilizadas em placas de vídeo voltadas à computação gráfica” (VELLOSO, 2014, p. 48).

⁷ “Modelo de placas aceleradoras de vídeo, que realçam a exibição gráfica e melhoram o resultado final do processamento digital de imagens” (ABDALLA; GUESSE, 2017, p. 193).

⁸ Tipo de conexão que transmite sinais de áudio e vídeo em alta definição (FRENZEL JR, 2015).

de utilização da Realidade Virtual pois buscavam “preencher todo o campo de visão do observador, fazendo-lhes sentir presente em algum evento histórico ou cena” (VIRTUAL REALITY SOCIETY9, 2017).

Também a fotografia tem um papel relevante nessa busca pela imersão do receptor em um cenário tridimensional. A estereoscopia, um procedimento fotográfico que data do princípio da década de 1850, pretendia oferecer a ilusão de relevo a partir de imagens registradas com o auxílio de um estereógrafo, dispositivo projetado para tomar duas fotografias, de um mesmo objeto ou cenário, de ângulos correspondentes à distância entre os olhos, ou seja, ligeiramente diferentes. Após reveladas em pequenas dimensões, essas imagens eram coladas em um cartão e observadas por um estereoscópio, um dispositivo binocular, que possibilita, por meio de princípios físicos (ótica), a percepção de relevo e profundidade (BAJAC, 2012).

Com esse conhecimento e com base em estudos de Sir Charles Wheatstone, relacionados ao processamento, pelo cérebro humano, das imagens bidimensionais captadas por cada olho em um único objeto de três dimensões, procurou-se aprimorar a representação de um ambiente virtual, com a fotografia estereoscópica (VIRTUAL REALITY SOCIETY, 2017). Assim, em 1939, foi idealizado e patenteado o Estereoscópio View Master (figura 1), que apresentava como uma de suas funcionalidades sua utilização para “turismo virtual”. Para isso, era utilizado um disco de papelão que continha sete pares de imagens em filme colorido estereoscópico, que, quando visualizadas juntas pelo View-Master, combinavam as imagens dando a impressão de 3D (terceira dimensão) (“View-Master”, 2014).



Figura 1 - View-Master Model C com 3 discos (reels)

Fonte: <www.flickr.com/photos/47908901@N03/6856504002 (Wikimedia Commons)>

⁹ Revista digital na web, com notícias e informações sobre a Realidade Virtual. Em: <<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>>. Acesso em: 02 setembro 2017.

Observamos que o *Google Cardboard* (figura 3), lançado décadas depois, também com base nos princípios da estereoscopia, apresenta aparência similar ao do *View Master*, não utilizando, entretanto, os discos de papelão com fotografias, mas a projeção de imagens por meio de *smartphones* (RIPTON, 2014).



Figura 2 - Google CardBoard

Fonte: <https://commons.wikimedia.org> (Domínio Público)

Ainda com o objetivo da virtualização e simulação, outros produtos foram desenvolvidos. Em 1956, Morton Heilig criou o *Sensorama* (figura 3), com a finalidade de promover a "imersão e simulação" de uma pessoa em um ambiente virtual como, por exemplo, um filme de um passeio motociclístico por Manhattan, por meio da exploração dos sentidos e situações pré-gravadas do ambiente, incluindo a visão da rua, o som local, o odor, a vibração do assento e o vento (SHERMAN E CRAIG, 2003).



Figura 3 - Sensorama

Fonte: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sensorama> (CC BY-SA 4.0)

Poucos anos depois, em 1960, Morton Heilig criou um *Head Mounted Display* ou *HMD* (figura 4), um visor que se ajusta à cabeça e permite a visão de imagens estereoscópicas em três dimensões e a audição de um som pré-determinado por intermédio do uso de fones de ouvido (VIRTUAL REALITY SOCIETY, 2017).

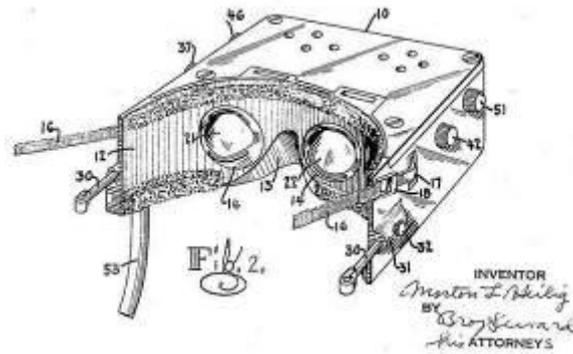


Figura 4 - Patente do *Head Mounted Display* de Morton Heilig
Fonte: <http://www.mortonheilg.com/TelesphereMask.pdf> (Domínio Público)

Em 1965, Ivan Sutherland desenvolveu o *Sketchpad*, um “sistema com o qual fincou as bases do que hoje conhecemos como computação gráfica” (TORI; SISCOUTO, 2006, p. 4) e em 1968, um *Head Mounted Display*, chamado de “Espada de Dâmocles” (figura 5), o primeiro dispositivo desse tipo que foi conectado a um computador ao invés de a uma câmera (SHERMAN E CRAIG, 2003), (VIRTUAL REALITY SOCIETY, 2017).



Figura 5 – Espada de Dâmocles
Fonte: <<http://www.computerhistory.org/revolution/input-output/14/356/1830>> (Fair Use)

Entretanto, foi apenas em 1987 que o termo Realidade Virtual, tal qual é compreendido nos dias de hoje, foi cunhado e difundido, a partir da criação, por Jaron Lanier, do Laboratório de Programação Visual (*VPL Research*), que desenvolveu artefatos nesta área: o *Dataglove*, luva com sensores e o *EyePhone*, um *Head Mounted Display*, o primeiro aparato deste tipo que foi comercializado (figura 6) (VIRTUAL REALITY SOCIETY, 2017).



Figura 6 - Nicole Stenger com os artefatos da *VPL Research*

Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nicole_Stenger_Virtual_Reality.jpg> (CC BY-SA 3.0)

Os Conceitos Sobre Realidade Virtual e Realidade Aumentada

A Realidade Virtual ainda pode ser considerada um novo meio e sua definição, como há mais de uma década Sherman e Craig (2003) pontuaram, encontra-se em fluxo, tendo seus usuários e pesquisadores pontos de vista próprios. Por conseguinte, a definição de Realidade Virtual apresentada por diferentes autores nos remete a um leque de interpretações. De modo geral, de acordo com o *Madison College*¹⁰, esse termo vem sendo utilizado para designar um ambiente gerado por computador, na maioria das vezes com recursos imersivos e interativos. Entretanto, a definição que é dada à Realidade Virtual ultrapassa essa ideia, denotando “um conjunto de sensações sensoriais que transmitem ao destinatário um sentimento de estar, ver, sentir, etc., o conjunto de circunstâncias retratadas por essas sensações” (MADISON COLLEGE, 2017, tradução nossa)¹¹.

Sherman e Craig (2003, p. 13, tradução nossa) consideram a Realidade Virtual a partir da combinação de quatro elementos fundamentais para a experimentação: um mundo virtual, a imersão, o *feedback* sensorial e a interatividade. Para eles, a Realidade Virtual é “um meio composto por simulações computacionais interativas que detectam a posição e as ações do participante e substituem ou aumentam o retorno de um ou mais sentidos, dando a sensação de estar mentalmente imerso ou presente na simulação (um mundo virtual)”¹², enquanto que Tori, Kirner e Siscoutto (2006, p. 7), a consideram como

¹⁰ In: <<http://faculty.madisoncollege.edu/wphillips/lesson1.htm>>. Acesso em: 28 outubro 2017.

¹¹ A “virtual” reality means a set of sensory sensations which conveys to the recipient a feeling of being in, seeing, feeling, etc., the set of circumstances portrayed by these sensations.

¹² Virtual reality a medium composed of interactive computer simulations that sense the participant’s position and actions and replace or augment the feedback to one or more senses, giving the feeling of being mentally immersed or present in the simulation (a virtual world).

uma interface avançada que permite ao usuário “acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador.”

Para LaValle (2016, p.1, tradução nossa), a Realidade Virtual pode ser conceituada como a “indução de um comportamento orientado em um organismo utilizando estimulação sensorial artificial, enquanto o organismo tem pouca ou nenhuma consciência da interferência”.¹³ O “organismo”, a que se referem, tanto pode ser um humano quanto outra forma de vida como, por exemplo, um macaco, uma mosca ou uma barata, animais junto aos quais esse entendimento de Realidade Virtual já foi aplicado (LAVALLE, 2016).

Em relação à Realidade Aumentada, Azuma et al. (2001) a consideram como um sistema que aumenta, daí seu nome, ou complementa a percepção e a interação do usuário com o mundo real, por meio da criação de objetos virtuais que coexistem com o mundo real (figura 7).



Figura 7 - Realidade Aumentada

Fonte: <www.pixabay.com> (CC0 Domínio Público)

Vários autores, ao longo do tempo, tais como Azuma et al. (2001); Tori, Kirner e Siscoutto (2006); Carmignani e Furth (2011) destacam que a relação da Realidade Aumentada com os sentidos não está limitada ao da visão. Outros sentidos, tais como o olfato, a audição e o tato, podem ser incluídos, fundamentados em exibição visual ou não, enriquecendo a experiência do usuário.

Desse modo, como afirmam Carmignani e Furth (2011), a Realidade Aumentada

Também pode ser usada para aumentar ou substituir os sentidos perdidos dos usuários pela substituição sensorial, como aumentar a visão de usuários cegos ou usuários com visão deficiente através do uso de pistas de áudio ou aumentar a audição para usuários surdos

¹³ *Inducing targeted behavior in an organism by using artificial sensory stimulation, while the organism has little or no awareness of the interference.*

pelo uso de pistas visuais” (CARMIGNANI; FURTH, 2011, p. 3, tradução nossa).¹⁴

Azuma et al. (2001, p. 37) consideram que um sistema de Realidade Aumentada precisa “combinar objetos reais e virtuais em um ambiente real, funcionar de forma interativa e em tempo real e registrar (alinhar) objetos reais e virtuais uns com os outros”.¹⁵

Outro conceito relevante é o “Contínuo de Virtualidade”, concebido por Milgram e Kishino (1994) há mais de duas décadas. Eles expuseram o conceito por meio de uma visualização que apresenta diferentes estágios da virtualidade (figura 8), considerando o todo como a Realidade Mista (ou Realidade Misturada), um ambiente apto a compor determinadas características do mundo real com outras do mundo virtual.



Figura 8 - Representação simplificada do Contínuo de Virtualidade
Fonte: Milgram e Kishino (1994, tradução nossa)

O lado esquerdo do diagrama representa um ambiente composto apenas por objetos reais, sendo dado como exemplo pelos autores a visualização de uma cena do mundo real, observada por um meio eletrônico ou não. Já o lado direito do diagrama representa um ambiente composto apenas por objetos virtuais, sendo exemplificado por uma simulação gráfica de um computador. Para Milgram e Kishino (1994, p.3, tradução nossa)¹⁶,

“a maneira mais direta de ver um ambiente de Realidade Misturada, portanto, é aquela em que o mundo real e os objetos do mundo virtual são apresentados juntos dentro de uma única exibição, isto é, em qualquer lugar entre os extremos do contínuo da virtualidade”.

¹⁴ AR can also be used to augment or substitute users' missing senses by sensory substitution, such as augmenting the sight of blind users or users with poor vision by the use of audio cues, or augmenting hearing for deaf users by the use of visual cues.

¹⁵ While many researchers broaden the definition of AR beyond this vision, we define an AR system to have the following properties: combines real and virtual objects in a real environment; runs interactively, and in real time; and registers (aligns) real and virtual objects with each other.

¹⁶ As indicated in the figure, the most straightforward way to view a Mixed Reality environment, therefore, is one in which real world and virtual world objects are presented together within a single display, that is, anywhere between the extrema of the virtuality continuum.

Essa relação entre o “real” e o “virtual” é um aspecto importante no que se refere à utilização da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. Nesse ponto, cabe recordar que “no uso corrente, a palavra virtual é muitas vezes empregada para significar a irrealidade - enquanto a ‘realidade’ pressupõe uma efetivação material, uma presença tangível” (LÉVY, 2003, p.15), entretanto “o virtual não se opõe ao real, mas sim ao atual: virtualidade e atualidade são apenas dois modos diferentes da realidade” (LÉVY, 2010, p.47). Nessa relação, o virtual é a significação, a abstração, como, por exemplo, a linguagem, que possui uma característica física que seria o som (real) e uma outra característica abstrata (virtual) que seria a semântica, de significação, para a compreensão dos sons. Portanto, real e virtual não são conceitos opostos, “o dualismo fundamental situa-se entre o que percebemos e o que é, entre o que é suscitado em nós e o que está fora de nós” (CADOZ, 1994, p.7).

A Realidade Virtual e a Educação

A utilização da Realidade Virtual na educação está relacionada a seu emprego como ambiente de aprendizagem, por meio da possibilidade de imersão em ambientes virtuais ou mesmo pela criação de objetos virtuais que permitam “aumentar” ou complementar a percepção do mundo real, auxiliando no processo educacional por meio de novas formas de visualização de objetos de estudo inacessíveis, tais como a observação de galáxias, viagens pelo tempo, situações com alto grau de periculosidade, como treinamentos para combate a incêndios e simulações de voos (OTT; FREINA, 2015), oportunidades de visualização de “relações geométricas em conceitos ou dados que são difíceis de interpretar” (LAVALLE, 2016, p.16, tradução nossa)¹⁷. A motivação para o uso da Realidade Virtual em treinamentos ou situações de periculosidade, se apoia no fato de que

A Realidade Virtual é naturalmente adequada para o treinamento prático, porque as habilidades desenvolvidas em um ambiente virtual realista podem ser transferidas naturalmente ao ambiente real. A motivação é particularmente elevada se o custo do ambiente real é alto ou se representa riscos para a saúde (LAVALLE, 2016, p.16, tradução nossa)¹⁸.

¹⁷ VR offers the chance to visualize geometric relationships in difficult concepts or data that are hard to interpret.

¹⁸ VR is naturally suited for practical training because skills developed in a realistic virtual environment may transfer naturally to the real environment. The motivation is particularly high if the real environment is costly to provide or poses health risks.

Entretanto, segundo Chen (2006, p.39, tradução nossa),¹⁹ “embora a Realidade Virtual pareça oferecer benefícios educacionais promissores, ainda há muitas questões que precisam ser investigadas”. Segundo o autor, é necessário averiguar as teorias e modelos que orientam sua utilização, como suas características auxiliam a aprendizagem e o impacto da utilização em estudantes com habilidades diferenciadas (CHEN, 2006).

Face às inúmeras possibilidades para o desenvolvimento de recursos que os desdobramentos do emprego da Realidade Virtual podem oferecer, surgem questionamentos sobre as iniciativas que despontam: quais os recursos que estão sendo disponibilizados e qual a motivação para o uso da Realidade Virtual, bem como de sua relação com as tecnologias digitais.

Ao abordar questões pertinentes à utilização de tecnologias analógicas ou digitais em nossa sociedade, Selwyn (2003) adverte que a informação digital é mais fácil de ser “manuseada”, estando intrinsecamente associada a atividades “melhoradas” e “aperfeiçoadas”, enquanto Oliveira (2008, p. 8), em alusão ao capitalismo, ressalta que o estímulo para o lucro não provém do mercado comercial ou do industrial, mas do mercado financeiro que “depende incondicionalmente dos meios de comunicação e informação para expandir e ampliar os seus lucros”.

O site de notícias *Business Insider* aponta que a receita prevista para a Realidade Virtual e para a Realidade Aumentada está projetada para aumentar de 5.2 bilhões de dólares estadunidenses, em 2016, para um valor acima dos 162 bilhões de dólares estadunidenses, em 2020, de acordo com a *International Data Corporation* (IDC).²⁰ Atentos a essas colocações, apreciamos algumas ações voltadas à disponibilização de recursos e da utilização da Realidade Virtual na Educação.

Pantelidis (2009) destaca que diversos estudos têm sido desenvolvidos, desde a década de 1980, para verificação da utilização e dos efeitos acerca da Realidade Virtual na Educação. Em um primeiro levantamento, deparamo-nos com Winn (1993) que, em seu trabalho *A Conceptual Basis for Educational Applications*, verificou o potencial de utilização da Realidade Virtual na Educação, abordando a utilização da teoria de aprendizagem construtivista como base “sólida” para a utilização da Realidade Virtual na Educação.

Também uma análise do uso educacional da Realidade Virtual é realizada por Youngblut (1998), em seu trabalho *Educational Uses of Virtual Reality Technology*,

¹⁹Although VR seems to offer promising instructional benefits, there are still many issues that need further investigation.

²⁰Total revenue for virtual reality (VR) and augmented reality (AR) is projected to increase from \$5.2 billion in 2016 to over \$162 billion in 2020, according to the IDC. In: <<http://www.businessinsider.com/virtual-and-augmented-reality-markets-will-reach-162-billion-by-2020-2016-8>>. Acesso em: 19 jun. 2018. (Tradução Nossa).

desenvolvido para o Instituto de Análises de Defesa dos Estados Unidos da América do Norte - IDA²¹, citando a pesquisa de Winn e sua abordagem construtivista, bem como outras que tratam da aprendizagem por meio da utilização de objetos visualmente orientados (simulação).

Uma plataforma gratuita que permite a utilização da Realidade Virtual, de forma complementar ao processo educacional formal, é disponibilizada pelo *Google*. Essa plataforma, denominada *Google for Education*, permite a realização de visitas virtuais a locais como o espaço sideral, museus e o mundo subaquático, o que amplia o alcance e as possibilidades de discussões entre professores e alunos (GOOGLE, 2017).²²

Outro exemplo é a *Immersive Education Initiative*, uma organização sem fins lucrativos constituída por diversas instituições educacionais, museus, institutos de pesquisa e companhias. Ela apresenta como objetivo

Definir e desenvolver padrões, melhores práticas, plataformas tecnológicas, programas de treinamento e educação e comunidades de apoio para mundos virtuais, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e mista, simulações, sistemas de aprendizagem e treinamento baseados em jogos e ambientes totalmente imersivos, como cavernas e cúpulas (IMMERSIVE EDUCATION INITIATIVE, 2017, tradução nossa).²³

Podemos também citar o *Facebook People Insights* e o *Facebook Spaces* desenvolvidos pelo *Facebook*, uma organização de grande influência social em uma significativa parcela da população mundial e, em especial, do Brasil, onde, segundo informações da própria empresa, alcançaram, em 2016, uma participação mensal estimada em 102 milhões de usuário.²⁴

Por outro lado, atentamos ao fato de que Queiroz, Tori e Nascimento (2017) analisaram grupos brasileiros que pesquisam a Realidade Virtual no campo da educação e evidenciaram um maior desenvolvimento de estudos na área da computação, o que

²¹ O IDA é o Instituto de Análises de Defesa Estadunidense, uma corporação sem fins lucrativos que opera três Centros de Pesquisa e Desenvolvimento financiados pelo governo federal no interesse público: Centro de Sistemas e Análises, Instituto de Política de Ciência e Tecnologia e Centro de Comunicações e computação. O IDA fornece análises objetivas de questões de segurança nacional e desafios nacionais relacionados, particularmente aqueles que requerem conhecimentos científicos e técnicos extraordinários. (In: <www.ida.org>. Acesso em 17 setembro 2017.) (tradução nossa).

²² Disponível em: <<https://edu.google.com/expeditions/#about>>. Acesso em: 12 agosto 2017.

²³ *To define and develop standards, best practices, technology platforms, training and education programs, and communities of support for virtual worlds, virtual reality, augmented and mixed reality, simulations, game-based learning and training systems, and fully immersive environments such as caves and domes.* In: In:<<http://immersiveducation.org/about>>. Acesso em: 23 set. 2017.

²⁴ Disponível em: <<https://pt-br.facebook.com/business/news/102-milhes-de-brasileiros-compartilham-seus-momentos-no-facebook-todos-os-meses>>. Acesso em: 11 setembro 2017.

“naturalmente” implica em um maior interesse pelo desenvolvimento tecnológico relacionado à Realidade Virtual do que propriamente ao seu emprego em um processo educacional.

Nesse sentido, percebemos uma considerável associação da Realidade Virtual com setores de desenvolvimento tecnológico, o que nos sugeriu a importância e necessidade de uma investigação, crítica e reflexiva, em relação ao seu uso na educação.

Segundo Boyles (2017, p.5, tradução nossa), “como acontece com qualquer avanço na tecnologia, a Realidade Virtual é uma ferramenta que deve ser empregada corretamente para ser eficaz”²⁵. Embora não classifiquemos a Realidade Virtual e a Aumentada como “tecnologia” ou “ferramenta”, nesse ponto, nos remetemos a Selwyn (2017, p. 91) que, ao tratar sobre a utilização de tecnologias na Educação, ressalta:

As tecnologias não são neutras, mas, sim, promovem certos valores, interesses e pautas, em detrimento de outros. Alertam-nos sobre a interação da tecnologia com a sociedade, a economia, a política e a cultura. Destacam, também, a possibilidade de que os resultados pretendidos para o uso da tecnologia sejam acompanhados de consequências inesperadas.

Nesse ponto, consideramos relevante investigar como a Realidade Virtual e a Aumentada estão sendo aplicadas no processo educacional, como estão sendo consideradas e como esses resultados estão sendo observados.

Razões para a utilização da Realidade Virtual no processo educacional

Alguns autores, conforme apresentaremos em sequência, associam razões para a utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada na educação. Os benefícios são ressaltados, o que não surpreende, considerando-se que a opção por essa utilização dá-se buscando suprir dificuldades encontradas para a abstração de certas situações, com a estruturação de simulações ou recomposição de cenários, por intermédio de uma experiência em Realidade Virtual e/ou Aumentada. Entretanto, apesar desse panorama otimista, também podem ser pontuadas adversidades em relação ao uso das Realidade Virtual e Aumentada na educação.

Para a verificação dos prós e contras associados à utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada na educação, foi desenvolvida uma busca na plataforma Google Acadêmico, com o propósito de averiguar estudos que versem sobre a questão levantada. Entre os resultados apresentados pelas buscas, foram selecionados 11 artigos para

²⁵ *As with any advancement in technology, virtual reality is a tool that must be employed properly in order to be effective.*

verificação, por intermédio da leitura do texto e mediante a correlação com os termos utilizados. Desses artigos, 8 são em língua inglesa, 2 em língua portuguesa e 1 em língua espanhola. O quadro 1 apresenta os títulos, autores, ano de publicação e o idioma de cada um dos artigos selecionados para essa averiguação.

Título	Autor(es)	Ano de Publicação	Idioma
Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality	Pantelidis	2009	Inglês
The Future of Virtual Reality in Education: A Future Oriented Meta Analysis of the Literature	Passig	2010	Inglês
A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations	Van Krevelen; Poelman	2010	Inglês
Realidad Aumentada = ¿Conocimiento aumentado?	Canals; Regàs	2012	Espanhol
Augmented reality in Education — Cases, places, and potentials	Bower; Howe; McCredie; Robinson; Grover.	2014	Inglês
Realidade aumentada aplicada em manuais escolares de educação visual	Gomes; Vairinhos; Gomes; Oliveira.	2015	Português
Benefits of Augmented Reality in Educational Environments – A Systematic Literature Review	Diegmann; Schmidt-Kraepelin; van den Eynden; Basten.	2015	Inglês

Realidade Virtual na Educação: Panorama das Pesquisas no Brasil	Queiroz; Tori; Nascimento.	2017	Português
Virtual Technologies Trends in Education	Martín-Gutiérrez; Mora; Añorbe-Díaz; González- Marrero.	2017	Inglês
A systematic review of Virtual Reality in education	Kavanagh; Luxton-Reilly; Wuensche; Plimmer.	2017	Inglês
Virtual Reality and Augmented Reality in Education	Boyles.	2017	Inglês

Quadro 1 - Artigos que apresentam razões para o uso da Realidade Virtual e Realidade Aumentada na educação

Fonte: Elaborado pelos autores

A verificação do corpus textual dos 11 artigos selecionados permitiu as seguintes inferências:

- 8 artigos possuem seções que tratam especificamente dos benefícios ou vantagens do uso da Realidade Virtual na Educação;
- Apenas 3 artigos possuem uma seção que trata dos limites e desvantagens da utilização da Realidade Virtual na Educação;
- Observamos 1 artigo publicado em 2009, 2 em 2010, 1 em 2012, 1 em 2014, 2 em 2015 e 4 em 2018, o que pode indicar um interesse crescente pelo tema.

No tocante às razões para a utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada na educação, a partir dos estudos verificados, algumas considerações podem ser apresentadas.

Segundo Winn (1993), a Realidade Virtual proporciona uma experiência individual que não poderia ser obtida do mesmo modo na educação formal. Para o autor, o construtivismo se constitui como a melhor teoria para o desenvolvimento de aplicações educacionais baseadas em Realidade Virtual.

De acordo com Pantelidis (2009), a Realidade Virtual contribui com novas formas de visualização e métodos para as representações visuais, apresentando alternativas para a exposição de um conteúdo, ilustrando com mais precisão as características peculiares ao objeto analisado. Segundo a autora, a Realidade Virtual possibilita a inclusão, ao permitir que estudantes que apresentem necessidades específicas, participem de uma experiência

que não seria possível pelos meios tradicionais. A experiência em Realidade Virtual transcende barreiras como a linguagem, permitindo a equidade comunicacional entre estudantes de diferentes culturas.

No tocante à Realidade Aumentada, Bower et al. (2014) indicam meios em que um sistema pode dar suporte a abordagens pedagógicas: por meio da aprendizagem construtivista, da incorporação de experimentos educacionais que complementam o mundo real na sala de aula, do aprendizado baseado em jogos e de uma aprendizagem que permita a investigação mediante a coleta e análise de dados de acordo com a utilização de modelos virtuais que são manipulados de forma simples e que apresentam informações relevantes para o assunto investigado. Entretanto, os autores pontuam a necessidade contínua de investigação em relação à questão pedagógica, verificando as práticas mais adequadas para um conteúdo educacional que seja influenciado pela experiência em Realidade Aumentada.

Ao investigarmos os posicionamentos sobre as limitações em relação ao uso da Realidade Virtual em processos educacionais, verificamos que Boyles (2017) aponta que estão relacionadas aos seguintes tópicos: custo do equipamento, capacidade de processamento, falhas e mal funcionamento dos processos relacionados, a possibilidade de participantes em pesquisas em Realidade Virtual sentirem mal estar (náuseas, enjoos ou dores de cabeça) no decorrer das experiências e a dificuldade de integração de experimentos em Realidade Virtual com a grade curricular, seja tanto pela carência de artefatos específicos como pela resistência de alguns educadores em aplicar o conceito e ambiente em suas aulas. Martín-Gutiérrez et al. (2016) acreditam que as limitações, para obtenção de benefícios no processo educacional, estão associadas ao desenvolvimento de um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), um processo que exige uma equipe acadêmica ativamente envolvida no desenvolvimento de cenários de aprendizagem virtual, de modo que sejam utilizados recursos pedagógicos que potencializem o processo de ensino-aprendizagem.

Van Krevelen e Poelman (2010) expõem algumas restrições em relação ao uso da Realidade Aumentada em procedimentos educacionais, relacionando-as a problemas técnicos que podem ser apresentados na utilização de dispositivos e que podem comprometer o processo de ensino-aprendizagem: imperfeição na visualização da experiência em RA em ambientes externos (relacionados ao brilho e contraste), falhas na conexão de artefatos (principalmente na utilização da conexão *USB*²⁶), erros na calibração dos dispositivos, latência (atrasos do sistema), imprecisão na percepção de profundidade

²⁶ Conexão *USB*: *Universal Serial Bus*.

(relacionados à baixa resolução), uso e desenvolvimento de interface que não sobrecarregue o usuário com muitas informações e a aceitação social em relação ao uso de artefatos e suas particularidades (como por exemplo, a descrição em relação à aparência e uso de artefatos). Gomes et al. (2015, p, 27), ao verificarem o uso da RA em “livros aumentados”²⁷ por meio de dispositivos de computação móvel (DCM²⁸), concluíram que os alunos envolvidos em seu estudo possuem “um acesso alargado a variados tipos de DCM, em contexto escolar e pessoal. Contudo, verifica-se que esses dispositivos são utilizados sobretudo para atividades de lazer, entretenimento e comunicação, sendo a utilização para fins educacionais muito reduzida”.

Considerações Finais

Os levantamentos iniciais apresentados no artigo foram fundamentais para a compreensão do tema a partir de seu contexto histórico e dos diferentes conceitos apreciados.

O histórico apresentado permitiu verificar que alguns autores consideram que a Realidade Virtual antecede as “Tecnologias Digitais”, sendo utilizada desde os primórdios da humanidade, por meio das diferentes técnicas.

Os princípios abordados neste trabalho indicam que a utilização dos conceitos de Realidade Virtual e Realidade Aumentada, bem como os ambientes em que se apresentam atualmente na sociedade e na educação, estariam relacionados à combinação de uma série de princípios, técnicas e tecnologias, podendo ser considerada como um “sistema”, definido como “um conjunto de elementos ou partes que são coerentemente organizados e interconectados em um padrão ou estrutura que produz um conjunto característico de comportamentos, frequentemente classificados como sua ‘função’ ou ‘propósito’” (MEADOWS, 2008, p. 188, tradução nossa)²⁹.

Em relação à educação, foi pontuada a necessidade da verificação da utilização desses conceitos e seu relacionamento com o processo educacional. A associação das concepções quanto ao uso de tecnologias, tratadas neste trabalho, também foi averiguada, já que estas não são “neutras”, visto que possuem uma intencionalidade em seu desenvolvimento e utilização, estando diretamente associadas ao meio social em que a

²⁷Segundo (GOMES et al., 2015, p. 10), livro aumentado é um “meio desenvolvido para melhorar livros tradicionais, através da sobreposição de conteúdo multimídia”.

²⁸ Os DCM considerados neste estudo foram *smartphones e tablets*.

²⁹ *System: A set of elements or parts that is coherently organized and interconnected in a pattern or structure that produces a characteristic set of behaviors, often classified as its “function” or “purpose.*

empregamos. Nesse ponto, pode ser questionado se esse posicionamento seria ainda uma reminiscência das crenças iluministas que vinculavam a felicidade ao progresso científico e tecnológico.

Os dados apresentados, em relação ao desenvolvimento e à utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada na educação, permitem uma reflexão crítica sobre este tema. As razões apresentadas para a utilização da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada na Educação são, em grande parte, desprovidas de críticas, sendo enfatizados seus benefícios, com base em autores que apreciam o seu uso no processo educacional.

Possivelmente, isso ocorre, pois, a introdução da Realidade Virtual e da Aumentada em atividades educacionais, segundo os autores dos artigos relacionados, seria incorporada como uma complementação do mundo real. Assim, elas não parecem oferecer “desvantagens”, visto que são apresentadas como “soluções”.

Entretanto, consideramos fundamental que se esteja atento para que essas utilizações não venham a substituir ações que possam ser realizadas sem o seu uso, como, por exemplo, a observação de plantas em um jardim ou a realização de um experimento que possa ser fisicamente realizado.

Diante disso, torna-se necessária a verificação do processo educacional com apoio da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada, e a associação com teorias de aprendizagem e modalidades educacionais, sempre considerando-se a importância do papel do professor, que é o responsável pela interação, destacando-se que o ensino não pode ser, como afirma Fonseca (2011, p.79)

uma mera transmissão técnica do conhecimento, porque existem diferentes contextos e ritmos de aprendizagem. Assim sendo, o professor não é apenas aquele que transmite conhecimento é, essencialmente, aquele que ensina alguém a aprender alguma coisa.

Portanto, não é suficiente disponibilizar situações de interação com apoio da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada, o professor é elemento fundamental para o processo ensino-aprendizagem.

Finalizamos destacando que é proveitoso mantermos um diálogo sobre as questões apresentadas no presente artigo para que não utilizemos os recursos gerados pela RA e RV sem uma discussão sobre seus resultados. Não se pode simplesmente empregá-las sem que sejam levantadas questões sobre suas reais contribuições, possibilidades e benefícios. Sua utilização deve ser consciente, sempre acompanhada de reflexão, sem se considerar, automaticamente, que esteja relacionada à inovação e melhoria.

Referências

- ABDALLA, S. L.; GUESSE, A. de A. *Informática para concursos públicos*. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.
- AZUMA, R. et al. Recent Advances in Augmented Reality. *IEEE Comput. Graph. Appl.*, v. 21, n. 6, p. 34–47, Nov 2001.
- BAJAC, Q. *La invención de la fotografía: La imagen revelada*. Barcelona, Espanha: Blume, 2012.
- BECKER, F. *Educação e construção do conhecimento*. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- BOWER, M. et al. Augmented reality in Education — Cases, places, and potentials. *Educational Media International*, v. 51, 4 mar. 2014.
- BOYLES, B. *Virtual Reality and Augmented Reality in Education*. [S.l.: s.n.], 2017.
- BRASIL. *Plataforma Sucupira*. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/#>>. Acesso em: 27 maio 2017.
- _____. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil - Seção 1*. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=58&data=30/08/2017>>. Acesso em: 23 set. 2017.
- CAPES. *Qualis CAPES*. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/component/content/article?id=2550:capex-aprova-a-nova-classificacao-do-qualis>>. Acesso em: 29 out. 2017.
- _____. *WebQualis*. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>. Acesso em: 29 out. 2017.
- _____. *Portal periódicos CAPES*. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/?option=com_pfaq&controller=Show&view=pfaqshow&mn=72&smn=85&limitstart=0>. Acesso em: 21 maio 2017.
- CANALS, P. C.; REGÀS, D. C. Realidad Aumentada = ¿Conocimiento aumentado? In: *International Conference on Social Experience*, 3 jul. 2012, Barcelona. *Anais...* Barcelona, 3 jul. 2012.
- CARMIGNIANI, J; FURHT, B. Augmented Reality: An Overview. FURHT, B. (Org.). *Handbook of Augmented Reality*. New York, NY: Springer New York, 2011. p. 3–46. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4614-0064-6_1>. Acesso em: 25 ago. 2017.
- CETIC.BR. *Pesquisa TIC Domicílios 2016*. Disponível em: <<http://cetic.br/pesquisa/domicilios/>>. Acesso em: 5 set. 2017.
- _____. *Pesquisa TIC Educação 2016*. Disponível em: <<http://cetic.br/pesquisa/educacao/>>. Acesso em: 5 set. 2017.

CHEN, C. J. *The design, development and evaluation of a virtual reality based learning environment. Australasian Journal of Educational Technology*, v. 22, n. 1, 21 Abr 2006. Disponível em: <<https://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/1306>>. Acesso em: 25 out. 2017.

COLL, C.; MONEREO, C. Educação e aprendizagem no século XXI: novas ferramentas, novos cenários, novas finalidades. In COLL, C.; MONEREO, C. et al. *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação*. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DIEGMANN, P. et al. *Benefits of Augmented Reality in Educational Environments – A Systematic Literature Review*. 6 mar. 2015. Disponível em: <<https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1102&context=wi2015>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

ECO, U. *Apocalípticos e Integrados*. São Paulo: Perspectiva, 2000.

EDUCAUSE. *7 Things You Should Know About Mobile Apps for Learning*. Disponível em: <<https://library.educause.edu/resources/2010/5/7-things-you-should-know-about-mobile-apps-for-learning>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

EKREN, G.; OZDAMAR KESKIN, N. (2017). Existing Standards and Programs for Use in Mobile Augmented Reality. In: GULSUN, K. e HAKAN, A. *Mobile Technologies and Augmented Reality in Open Education*. [S.l.]: IGI Global, 2017. Cap. 6, p. 118-134.

FACEBOOK. Disponível em: <<https://www.facebook.com/>>. Acesso em: 23 set. 2017.

FELINTO, E. *A religião das máquinas: ensaios sobre o imaginário da cibercultura*. Porto Alegre: Sulina, 2005.

FILHO, G. F. de S.; ALEXANDRE, E. de S. M. *Introdução a Computação*. João Pessoa: Editora da UFPB, 2014.

FONSECA, J. M. R. *A Cidadania como projeto educacional: uma abordagem reflexiva e reconstrutiva*. Universidade dos Açores Tese. Filosofia da Educação. 2011. Disponível em: <<https://repositorio.uac.pt/bitstream/10400.3/2501/1/TeseDoutoramentoJoseliaMafaldaRibeiroFonseca2012.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2018.

FRANCO, M. L. P. B. *Análise de conteúdo*. Brasília: Líber Livro, 2007.

FRENZEL JR, L. E. *Eletrônica Moderna - Fundamentos, Dispositivos, Circuitos e Sistemas*. São Paulo: McGraw Hill Brasil, 2015.

FRONTEIRAS DO PENSAMENTO. *Pierre Lévy - O que é o virtual?* Direção de Hique Montanari. Produção de Telos Cultural. Legendado. 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=sMyokl6YJ5U>>. Acesso em: 24 jun. 2017.

GOHN, M. G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 14, n. 50, p. 27-38, Mar 2006.

- GOOGLE. *Google cardboard – google vr*. Disponível em: <<https://vr.google.com/cardboard/>>. Acesso em: 23 abr. 2017.
- GOOGLE. *Google Expeditions*. Disponível em: <<https://www.google.com/expeditions/>>. Acesso em: 20 maio 2017.
- GOOGLE CARDBOARD. In: *Wikipedia*, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2016. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Google_Cardboard&oldid=46556284>. Acesso em: 27 ago. 2016.
- GOOGLE FOR EDUCATION. *Uma solução desenvolvida para professores e alunos*. Disponível em: <<https://edu.google.com/>>. Acesso em: 23 set. 2017.
- GOMES, J. et al. Realidade aumentada aplicada em manuais escolares de educação visual. 9º Congresso da Associação Portuguesa de Ciências da Comunicação, p. 1–29, 2015.
- HISTORY OF VIRTUAL REALITY - Virtual Reality Society. *Virtual Reality Society*. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>>. Acesso em: 19 agosto 2017.
- JESSON, J.; MATHESON, L.; LACEY, F. M. *Doing Your Literature Review: Traditional and Systematic Techniques*. [s.l.] SAGE, 2011.
- KAVANAGH, S. et al. A Systematic Review of Virtual Reality in Education. *Themes in Science and Technology Education*, v. 10, n. 2, p. 85–119, 27 dez. 2017.
- LAVALLE, S. M. *Virtual Reality*. Illinois: Cambridge University Press, 2017. 418 p. Disponível em: <<http://vr.cs.uiuc.edu/>>. Acesso em: 23 abr. 2017.
- LEVY, P. *Cibercultura*. São Paulo Editora 34, 2010.
- _____. *O que é o virtual?* São Paulo: Editora 34, 2003.
- LIBÂNIO, J.C. Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas. *Educar em Revista*, n. 17, p. 153–176, Jun. 2001.
- _____. *Pedagogia e pedagogos, para quê?* São Paulo: Cortez, 2010.
- MARTÍN-GUTIÉRREZ, J. et al. Virtual Technologies Trends in Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 13, n. 2, p. 469–486, 18 jan. 2017.
- MEADOWS, D. *Thinking in Systems*. Londres, Inglaterra: Chelsea Green Publishing, 2008.
- MILGRAM, P. e KISHINO, F. *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays>. Acesso em: 26 ago. 2017.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.
- OLIVEIRA, E. A. A técnica, a techné e a tecnologia. *Itinerarius Reflectionis*, v. 4, n. 2, 2008. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/rir/article/view/20417>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

UFRGS, NUTED - Núcleo de Tecnologia Digital Aplicada à Educação. *EduMobile - M-Learning*. Disponível em: <http://www.nuted.ufrgs.br/oa/edumobile/m3_ml.html>. Acesso em: 28 out. 2017.

_____. *EduMobile - Dispositivos Móveis*. Disponível em: <http://www.nuted.ufrgs.br/oa/edumobile/m1_dm.html#>. Acesso em: 28 out. 2017.

OTT, M. e FREINA, L. A Literature Review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. *Conference proceedings of »eLearning and Software for Education«* (eLSE), n. 01, p. 133–141, 2015.

PASSIG, D. The Future of Virtual Reality in Education: A Future Oriented Meta Analysis of the Literature. *Themes in Science and Technology Education*, v. 2, n. 1–2, p. 269–293, 29 out. 2010.

PANTELIDIS, V. S. Reasons to Use Virtual Reality in Education and Training Courses and a Model to Determine When to Use Virtual Reality. *Themes in Science and Technology Education*, v. 2, p. 59–70, 2009.

RAMOS, M. A. S., FARIA, P. M. M., & FARIA, A. F. L. Revisão Sistemática de Literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. *Revista Diálogo Educacional*, v. 14, n. 41, 2014. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/dialogo?dd1=12610&dd99=view&dd98=pb>>. Acesso em: 15 abr. 2017.

RIPTON, J. *Google Cardboard*. Disponível em: <<https://www.techradar.com/news/phone-and-communications/mobile-phones/google-cardboard-everything-you-need-to-know-1277738>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

SAMPAIO, R. F. e MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 11, n. 1, p. 83–89, Fev 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfis/v11n1/12.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

SELWYN, N. Educação e tecnologia: questões críticas. In: FERREIRA, G. M. S.; ROSADO, A.; CARVALHO, J. S. (Org.) *Educação e tecnologia: abordagens críticas*. Rio de Janeiro: Universidade Estácio de Sá/Linha TICPE, 2017.

_____. O uso das TIC na educação e a promoção de inclusão social: uma perspectiva crítica do Reino Unido. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 29, n. 104, p. 815-850, out. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v29n104/a0929104.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

SHERMAN, W. R. e CRAIG, A. B. *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. Burlington, EUA: Morgan Kaufmann, 2003.

SOUZA, R. R. Algumas considerações sobre as abordagens construtivistas para a utilização de tecnologias na educação. *Liinc em revista*, v. 2, n. 1, p. 40-52, 2006. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/liinc/article/view/3099>>. Acesso em: 17 set. 2017.

STEED, A.; JULIER, S. Design and Implementation of an Immersive Virtual Reality System based on Smartphone Platform. In: 2013 *IEEE Symposium on 3D user Interfaces (3DUI)*, 17

Mar 2013, Orlando, FL, USA. Anais... Orlando, FL, USA: IEEE, 17 Mar 2013. Disponível em: <http://www0.cs.ucl.ac.uk/staff/a.steed/mobile_phone.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.

TORI, R. A presença das tecnologias interativas na educação. *Revista de Computação e Tecnologia (ReCeT)*, v. 2, n. 1, p. 4-16, 2010.

TORI, R., KIRNER, C., SISCOOTTO, R. A. *Fundamentos e tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. Editora SBC, 2006. Disponível em: <http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017.

VAN KREVELEN, R.; POELMAN, R. A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. *International Journal of Virtual Reality*, v. 9, p. 1, 1 jun. 2010.

VELLOSO, F. *Informática: conceitos básicos*. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2014.

View-Master. Disponível em: <<https://obsoletemedia.org/view-master/>>. Acesso em: 14 jan. 2018.

VIRTUAL REALITY - Madison College. Disponível em: <<http://faculty.madisoncollege.edu/wphillips/lesson1.htm>>. Acesso em: 21 out. 2017.

YOUNGBLUT, C. *Educational Uses of Virtual Reality Technology*. , nº IDA-D-2128. [S.l.]: Institute for defense analyses Alexandria VA, Jan 1998. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/docs/citations/ADA339438>>. Acesso em: 17 set. 2017.

WINN, W. *A Conceptual Basis for Educational Applications*. HITL Technical Report. Washington - USA: Human Interface Technology Laboratory, Washington Technology Center, University of Washington., Ago 1993. Disponível em: <<http://www.hitl.washington.edu/research/education/winn/winn-paper.html~>>. Acesso em: 12 set. 2017.

Submetido em 10/02/2019

Aprovado em 19/03/2019