



JÔNATAS LOPES ALCALAY

**REALIDADE VIRTUAL COMO POSSIBILIDADE PARA A CONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO: PERCEPÇÕES E CONTRIBUIÇÕES**

CANOAS, 2019

JÔNATAS LOPES ALCALAY

**REALIDADE VIRTUAL COMO POSSIBILIDADE PARA A CONSTRUÇÃO DO
CONHECIMENTO: PERCEPÇÕES E CONTRIBUIÇÕES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro Universitário La Salle – UNILASALLE, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Luciana Backes.

Aprovado pela Banca Examinadora em _____ de _____ de 2019.

Prof.^a Dr.^a Luciana Backes (Orientadora) – UNILASALLE

Prof.^a Dr.^a Ana Margô Mantovani – UNILASALLE

Prof.^a Dr.^a Elaine Conte – UNILASALLE

Prof.^a Dr.^a Querte Teresinha Conzi Mehleck – FACCAT

A todos estudantes, pesquisadores e educadores que se comprometem, em algum momento, a avançar um passo em sua jornada acadêmica e, mesmo com todos os desafios propostos, não esmorece e ladrilha sua estrada com a superação dessas perturbações.

AGRADECIMENTOS

Agradecer (do latim *Gratus*, “o que agrada ou reconhece um agrado”) é um gesto habitual meu. Durante minhas andanças, muito anteriores à realização deste projeto, conheci diversas tribos diferentes, dentre elas, a da espiritualidade. Nesse ambiente, aprendi que parte dos sentimentos são resultado daquilo que pensamos e, uma vez que a gratidão é a capacidade de reconhecer um agrado, à medida que é exercitada, passa a se tornar uma ação recorrente em nossa estrutura ontogênica, passando a influenciar, também sobre os nossos sentimentos.

O ato de agradecer tem colaborado, ao longo da minha jornada, a realizar uma reforma interna e a compreender melhor os princípios de empatia, solidariedade e compaixão. Sou grato por ter onde morar, por ter o que comer e por ter as condições mínimas de sobrevivência, ausentes na vida de muitas pessoas, justamente devido à falta de empatia e compaixão com o próximo. Acima de tudo, sou grato a mim mesmo, por me colocar em desafios, aparentemente, insuperáveis e por me surpreender ao conseguir forças quase que ocultas para superá-los, mesmo que isso acarrete, na maioria das vezes, um desgaste excessivo.

Preciso começar meus agradecimentos particulares e especiais pela minha querida orientadora, a Prof.^a Dr.^a Luciana Backes – a Lu! – ao qual me orgulho muito de ter conhecido e de tê-la na minha vida para sempre – parafraseando-a: como um “casamento”. Sem sua confiança sobre minhas capacidades em realizar estes estudos, nada seria possível. Digo isso porque foi ela, nos momentos em que não cri em mim, quem manteve sua confiança inabalável sobre a minha formação e evolução. Talvez, todo gesto de gratidão que eu exprimir ainda seja insuficiente para reconhecer o apoio, a luta, a garra, a cooperação, a dinâmica, a inteligência e a força de vontade que a Prof.^a Lu, no ápice da sua generosidade e humildade, compartilha com todos que dela se aproximam, tal como faz uma estrela que emana e compartilha a luz e a energia térmica para todos em seu entorno. Gostaria muito de achar palavras no meu vocabulário para expressar, exatamente, o quanto sou grato, mas ainda não as encontrei ou ainda não foram inventadas.

Agradeço carinhosamente ao meu pai pelo apoio financeiro imprescindível para essa formação, pelo bom grado com que se dedicara pontualmente a me

ajudar no que se propôs e por participar de parte da minha formação como ser humano.

À minha mãe, por estar em todos os momentos ao meu lado, seja nas conquistas, nas risadas, nos momentos de sofrimento e nas lágrimas. Agradeço, igualmente, por sempre ter sido a minha fonte de inspiração para levar os estudos a patamares superiores, desde o momento que me ensinou a ler e escrever, com três anos de idade, até hoje, oportunizando-me recursos que me fizeram manter o mínimo de equilíbrio necessário em períodos de “mares revoltos” onde, metaforicamente, o navio quase afundou.

Ao Cristiano Klippel, por estar incondicionalmente emanando a mais pura das energias de benfazejo para mim e de forma recíproca e a todos amigos próximos por despenderem parte de seus tempos para compartilharem comigo informações técnicas de relevância para a concretização deste trabalho, pelo apoio espiritual, holístico e místico, pelas orações e pensamentos positivos disseminados nos momentos que se fizeram necessários e pelas várias horas de conversa sobre ciências humanas num geral, que permitiram reflexões antes inéditas para uma pessoa oriunda da área de Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Por fim, agradeço à Universidade LaSalle, por oferecer uma educação de excelência e qualidade, desde os seus espaços acolhedores e contrastantes – de corredores e portas no melhor estilo seminarista, que instigam a curiosidade para saber o que há por trás à sala Google que traz experiências fascinantes das mais diversas formas – até professores e colegas de competência ímpar que tive a feliz oportunidade de conhecer e que, de alguma forma, acreditaram no meu potencial e me encorajaram a seguir em frente.

Todas as pessoas estão presas numa mesma teia inescapável de mutualidades, entrelaçadas num único tecido do destino. O que quer que afete um diretamente, afeta a todos indiretamente. Eu nunca posso ser o que deveria ser até que você seja o que deve ser. E você nunca poderá ser o que deve ser até eu seja o que devo ser.

– Martin Luther King

RESUMO

Esta dissertação se desenvolve a partir da Teoria da Biologia do Conhecer, de Humberto Maturana e Francisco Varela, associada ao viver e conviver por meio da interação na Realidade Virtual (RV) através do uso de *head mounted displays* (HMDs) – capacetes que permitem a imersão em RV. Dessa maneira, foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do tema com a finalidade de se revisar as proposições já existentes e fazer a análise das mesmas. Para o problema da pesquisa, levantamos o seguinte questionamento: é possível ressignificar a construção do conhecimento a partir das diferentes interpretações sobre o processo de interação no contexto de RV com HMD? Assim, refletimos sobre como o conhecimento é construído no ser humano em congruência com a RV, como compreendemos o processo de interação entre os seres humanos e artefatos tecnológicos nesse âmbito, como ocorreu a evolução dos artefatos tecnológicos no contexto da RV, a forma de repensar o HMD na construção do conhecimento e sobre como refletir acerca da interação na RV na era das relações. A pesquisa revisa literaturas nesse campo da educação e tecnologia que auxiliam na compreensão de respostas aos questionamentos descritos acima. O referencial teórico abordado neste estudo visa explicar acerca das bases biológicas por onde se dá a construção do conhecimento e como a interação na RV pode ser uma proposta importante para o exercício de uma educação emergente. O desenvolvimento de tecnologias virtuais digitais cresceu exponencialmente nos últimos anos, possibilitando novas formas de construir o conhecimento. Hoje, por uma experiência imersiva que identificamos por telepresença, podemos atuar simultaneamente em dois espaços de configurações diferentes. Esse tipo de experiência pode apresentar grande potencial inovador para a educação. Percebe-se, contudo, uma escassez acerca dos estudos relacionados à RV na educação. O cerne da pesquisa foi estudar como se dá a construção do conhecimento nos processos de interação na RV, cuja proposta está fundamentada em uma visão sistêmica e desenvolver percepções acerca dos significados encontrados sobre a construção do conhecimento. Os resultados apontam que, embora haja uma certa escassez na pesquisa voltada à área da RV, tanto educandos quanto educadores podem potencializar o ensino e a aprendizagem, de maneira mais autônoma, potencializando a discussão dessa temática e a sua problematização, além de permitir o desenvolvimento de novos processos cognitivos.

Palavras-chave: Construção do conhecimento, Realidade Virtual, Processo de Interação, *Head Mounted Display*.

RESUMEN

Esta disertación se desarrolla a partir de la Teoría de la Biología del Conocer, de Humberto Maturana y Francisco Varela, asociada al vivir y convivir por medio de la interacción en la Realidad Virtual a través de Head Mounted Displays. De esta manera, se realizó una investigación bibliográfica acerca del tema con la finalidad de revisar las proposiciones ya existentes y hacer el análisis de las mismas. Para el problema de la investigación, planteamos el siguiente cuestionamiento: ¿es posible resignificar la construcción del conocimiento a partir de las diferentes interpretaciones sobre el proceso de interacción en el contexto de realidad virtual con head mounted display? Así, reflexionamos sobre cómo el conocimiento es construido en el ser humano en congruencia con la realidad virtual, como comprendemos el proceso de interacción entre los seres humanos y los artefactos tecnológicos en la realidad virtual, como ocurrió la evolución de los artefactos tecnológicos en el contexto de la realidad virtual, que forma podemos repensar el head mounted display en la construcción del conocimiento y sobre cómo reflexionar acerca de la interacción en la realidad virtual en la era de las relaciones. La investigación revisa literaturas en este campo de la educación y tecnología que auxilian en la comprensión de respuestas a los cuestionamientos descritos arriba. El referencial teórico abordado en este estudio apunta a explicar sobre las bases biológicas por donde se da la construcción del conocimiento y cómo la interacción en la realidad virtual puede ser una propuesta importante para el ejercicio de una educación emergente. El desarrollo de tecnologías virtuales digitales ha crecido exponencialmente en los últimos años, posibilitando nuevas formas de construir el conocimiento. Hoy, por una experiencia inmersiva que identificamos por telepresencia, podemos actuar simultáneamente en dos espacios de configuraciones diferentes. Este tipo de experiencia puede presentar un gran potencial innovador para la educación. Se percibe, sin embargo, una escasez acerca de los estudios relacionados con la realidad virtual en la educación. El núcleo de la investigación fue estudiar cómo se da la construcción del conocimiento en los procesos de interacción en la realidad virtual, cuya propuesta está fundamentada en una visión sistémica y desarrollar percepciones acerca de los significados encontrados sobre la construcción del conocimiento. Los resultados indican que, aunque hay una escasez en la investigación centrada en el área de la realidad virtual, tanto los estudiantes como los educadores pueden mejorar la enseñanza y el aprendizaje, de manera más autónoma, mejorando la discusión de este tema y su problematización, además de permitir desarrollo de nuevos procesos cognitivos.

Palabras clave: *Construcción del conocimiento, Realidad Virtual, Proceso de Interacción, Head Mounted Display.*

ABSTRACT

This dissertation develops from the Theory of Biology of Knowing, by Humberto Maturana and Francisco Varela, associated with living and living together through interaction in Virtual Reality with head mounted displays (HMDs). In this way, a bibliographical research was done with purpose of reviewing the existing propositions and analyzing them. For the research problem, we raise the following question: is it possible to (re)significate the construction of knowledge in the different interpretations about the process of interaction in the context of virtual reality with head mounted display? Thus, we reflect on how knowledge is constructed in human being in congruence with virtual reality, how we understand the process of interaction between human beings and technological artifacts in virtual reality, as occurred the evolution of technological artifacts in the context of virtual reality, of which way we can rethink the head mounted display in the construction of knowledge and on how to reflect on the interaction in virtual reality in the era of relationships. The research reviews literatures in this field of education and technology that help in understanding the answers to the questions described above. The theoretical framework addressed in this study aims to explain the biological basis for the construction of knowledge and how the interaction in virtual reality can be an important proposal for the exercise of an emerging education. The development of virtual digital technologies has grown exponentially in recent years, enabling new ways of building knowledge. Today, through an immersive experience that we identify by telepresence, we can act simultaneously in two spaces of different configurations. This type of experience can present great innovative potential for education. However, there is a shortage of studies related to virtual reality in education. The focus in this research was to study how knowledge construction takes place in the processes of interaction in virtual reality, whose proposal is based on a systemic view and to develop perceptions about the meanings found on this construction. The results indicate that, although there is a shortage in research focused on the area of virtual reality, both students and educators can enhance teaching and learning, more autonomously, enhancing the discussion of this issue and its problematization, besides allowing the development of new cognitive processes.

Keywords: *Knowledge construction, Virtual Reality, Interaction Process, Head Mounted Display.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de unidade autopoietica	24
Figura 2 – Representação de um acoplamento estrutural.....	26
Figura 3 – Trecho da tela Batalha de Borodino (1912).....	37
Figura 4 – Estereoscópio de Wheatstone (~1838).....	37
Figura 5 – Família de Wheatstone vista a partir do estereoscópio (~1852)	38
Figura 6 – Estereoscópio lenticular (1849).....	38
Figura 7 – Piloto utilizando o Link Trainer (1931).....	39
Figura 8 – Ilustração de Pygmalion's Spectacles	40
Figura 9 – View Master, da Sawyer's Inc (1939).....	41
Figura 10 – Máscara Telesférica (1960).....	43
Figura 11 – O Sensorama e um cartaz com sua propaganda	44
Figura 12 – Headsight (1961).....	46
Figura 13 – Visualizador em realidade virtual de Ivan Sutherland, o Ultimate Display.....	47
Figura 14 – AN/PVS-5 (a) e o sistema de mira IHADSS (b) (1985)	48
Figura 15 – Esquema de projeção do Videoplace.....	49
Figura 16 – Equipamento de câmera estabilizada, com câmera de 35mm e lente anamórfica.....	50
Figura 17 – Câmera LEEP (1979).....	51
Figura 18 – Fundamentos de operacionalidade do EyeTap e seu layout.....	52
Figura 19 – VIVED e sua estrutura.....	53
Figura 20 – NASA View HMD (1988)	53
Figura 21 – Super Cockpit (1982)	54
Figura 22 – Eyephone	55
Figura 23 – Arcades com realidade virtual (~1990).....	55
Figura 24 – O Sega VR e a imagem do jogo Nuclear Rush (1993).....	56
Figura 25 – Virtual Boy, seus gráficos e como era utilizado	57
Figura 26 – iPhone Virtual Reality Viewer (2011).....	57
Figura 27 – Oculus Rift (2012)	58
Figura 28 – Reactive Grip, da Tactical Haptics (2013).....	59
Figura 29 – Estrutura do Google Cardboard (2014)	59
Figura 30 – Samsung Gear VR	60
Figura 31 – Microsoft HoloLens (2016)	60
Figura 32 – Ciclo de vida das tecnologias digitais.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipos de interatividade	69
Tabela 2 – Resultados dos descritores construção do conhecimento + realidade virtual.....	74
Tabela 3 – Resultados dos descritores Construção do conhecimento + processo de interação.....	74
Tabela 4 – Resultados do descritor realidade virtual.....	75
Tabela 5 – Resultados do descritor <i>head mounted display</i>	76
Tabela 6 – Resultados dos descritores realidade virtual + processo de interação	76
Tabela 7 – Resultados do descritor head mounted construção do conhecimento + processo de interação + realidade virtual	76
Tabela 8 – Categorias	77
Tabela 9 – Trabalhos por categoria.....	80

LISTA DE SIGLAS

6GDL – Seis Graus de Liberdade

AN/PVS-5 – Army/Navy Portable Visual Search

BDTD – Biblioteca Digital de Teses e Dissertações

BOOM – Binocular Omni Orientation Monitor

CRT – Cathodic Ray Tube

FOV – Field Of View

HMD – Head Mounted Display

IHADSS – Integrated Helmet And Display Sighting System

IMDB – Internet Movie Database

LCD – Liquid-crystal Display

LEEP – Large Expanse Extra Perspective

NASA – National Aeronautics and Space Administration

RA – Realidade Aumentada

RB2 – Reality Built for Two

RV – Realidade Virtual

SciELO – Scientific Eletronic Library Online

TD – Tecnologia Digital

TDV – Tecnologia Digital Virtual

VCASS – Visually Coupled Airborne Simulator

VIVED – Virtual Visual Environment Display

VPL – Virtual Programming Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 CARACTERIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	19
2.1 JUSTIFICATIVA: ORIGEM DO ESTUDO	19
2.2 PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA	21
2.3 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
2.3.1 Objetivo Geral	21
2.3.2 Objetivos Específicos	21
3 REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1 BIOLOGIA DO CONHECER.....	22
3.1.1 A Biologia do conhecer na Educação	29
3.1.2 Viver e conviver em sistemas sociais	31
3.2 REALIDADE VIRTUAL	34
3.2.1 A história da realidade virtual e seus dispositivos	36
3.3 EDUCAÇÃO NA ERA DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS.....	62
4 ABORDAGEM METODOLÓGICA	70
4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	70
4.2 INSTRUMENTOS DE OBSERVAÇÃO DOS DADOS EMPÍRICOS.....	71
4.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO	71
4.3.1 Pré-análise	72
4.3.2 Exploração do material	78
5 ANÁLISE QUALITATIVA DOS DADOS	79
5.1 AS DIFERENTES INTERPRETAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE INTERAÇÃO ENTRE OS SERES HUMANOS E ARTEFATOS TECNOLÓGICOS	81
5.2 COMPREENSÕES SOBRE OS ARTEFATOS TECNOLÓGICOS NO CONTEXTO DA REALIDADE VIRTUAL E A SUA EVOLUÇÃO.....	87
5.3 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO EM CONGRUÊNCIA COM A REALIDADE VIRTUAL	91
6 CONCLUSÃO	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXO I – PATENTE DO DISPOSITIVO TELEVISIVO ESTEREOSCÓPICO DE MCCOLLUM	106

APÊNDICE I – TABELA DE TRABALHOS LEVANTADOS NA ANÁLISE DE DADOS	107
APÊNDICE II – TABELA DE TRABALHOS SELECIONADOS PARA A ANÁLISE	118
APÊNDICE III – MAPA MENTAL	120

1 INTRODUÇÃO

Uma das características dos tempos atuais é a crescente produção de informação, disseminada pelos meios tecnológicos, que exige da sociedade uma velocidade de atualização poucas vezes vista antes. Da mesma forma, com o crescimento da informática educativa (MORAES, 1997), ou seja, a aplicação de recursos relacionados à tecnologia¹ digital para os processos de ensino e de aprendizagem, pesquisadores têm implementado artefatos digitais que possibilitam tornar realidade o que há vinte anos atrás não passava de mera ficção. Logo seu objetivo visa dinamizar a forma de aprendizado por meio dos recursos que dispõe, aproximando o cotidiano tecnológico da educação, seja com computadores, softwares educacionais, smartphones e tablets, promovendo maior compreensão no acesso científico, além de novas formas de interação.

Nem todos, entretanto, possuem acesso às tecnologias digitais (TDs) ou com ambientes educacionais que proporcionam o processo de interação entre humano e máquina. O cenário na educação, de uma forma geral, apresenta incongruência na relação com as tecnologias digitais, seja por causa da escassez de investimentos relacionados às mesmas, e/ou por falta de formação técnica digital. Embora tenhamos percebido avanços no que tange às tecnologias, como a mudança do quadro negro à giz para o quadro branco à caneta e lousas interativas, bem como a inserção de arquivos digitais e e-book, nem todas as instituições têm acesso às tecnologias. No que concerne aos processos de ensino e aprendizagem, o fundamental é o desenvolvimento de pesquisas e maiores estudos com relação aos métodos de ensino e aprendizagem e suas interações com artefatos tecnológicos.

Os artefatos digitais são assim denominados devido ao significado que o ser humano atribui às tecnologias digitais na interação e formação social e na maneira de cada um se comunicar atualmente. Para Castells (2007, p. 51), “as novas tecnologias da informação não são simplesmente ferramentas a serem aplicadas, mas processos a serem desenvolvidos”. Assim, na interação do ser humano com a escrita, as formas de comunicação foram inovadas, as interações entre ser humano e tecnologias resulta numa grande transformação social nas

¹ Segundo Lemos (2013), a palavra tecnologia tem sua etimologia no grego τεχνη — “técnica, arte, ofício” e λογία — “estudo”.

formas de viver e conviver, sendo o termo “ferramenta” uma denominação limitadora na interpretação de todos os conceitos que a tecnologia engloba.

Segundo Felice (2017), parte da sociedade atual, também identificada por Castells (2007) como sociedade da informação e alcunhada como “terceira onda” por Toffler (2012), se imerge no objeto informação como um elemento em si, promovendo novas formas de conectividade e aumentando, assim, a complexidade entre as relações sociais e impedindo que usemos o tecnicismo para explicá-la. A forma como estamos conectados às tecnologias, sejam elas *online*² ou *offline*³, nos fazem colocar em xeque a compreensão técnica que tínhamos acerca dessa. Assim, a informação atua como um agente mediador da construção do conhecimento.

Logo, nesse cenário, passamos a configurar a RV, que segundo Lévy (1999, p. 47), “é toda entidade desterritorializada, capaz de gerar diversas manifestações concretas em diferentes momentos e locais determinados, sem, contudo, estar ela mesma presa a um lugar ou tempo em particular”. Para Lemos (2013), as sucessivas virtualizações que vivemos, seja por meio de uma leitura ou pelos infinitos processos de atualizações que passamos constitui a realidade. A partir dessas designações, podemos compreender a RV de uma maneira distinta da qual estamos acostumados e da qual o senso comum tenta colocar, ou seja, não se compreende como um oxímoro que a expressão aparenta denotar, mas um plano complementar da realidade, sendo paralela à materialidade que nos rodeia. Então, destacamos, que neste estudo os significados do termo “virtual⁴” são dialéticos⁵ aos significados encontrados em compêndios lexicográficos.

Assim como conceituamos o virtual, precisamos conceituar outros termos a fim de ampliarmos as nossas reflexões. Compreende-se como cibercultura “o

² “A expressão *online* é um anglicismo, ou seja, tem sua origem e escrita apropriado sobre a língua inglesa, sendo assim escrito – independentemente do idioma – e tem seu significado como algo que está “em linha” ou conectado a uma rede ou a um sistema de redes” (ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS, 2008).

³ “A expressão *offline* significa algo que está desconectado como, por exemplo, nos referimos a um dispositivo que, geralmente, está conectado à internet, mas no momento não está. Dizemos, assim, que o referido dispositivo está *off-line*.” (ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS, 2008).

⁴ “A palavra “virtual” surge no princípio do século XVIII no campo da ótica, para descrever a imagem refratada e refletida de um objeto”. (LEMOS, 2013, p. 161).

⁵ De acordo com as traduções e notas na introdução de A Razão Na História (HEGEL, 2012), a dialética é a oposição entre uma tese e sua antítese (anti-tese) que, pela preservação daquilo que é válido, compõem uma síntese.

conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço⁶ (LÉVY, 1999, p. 17). Assim, não podemos tratar de questões relacionadas à virtualização de espaços apenas de uma forma técnica e conceitual, levando em conta a importância que as tecnologias digitais têm e a interação existente entre o mundo material e virtual.

A realidade virtual é um ambiente simulado que permite interações, onde os usuários recebem estímulos corporais. O corpo real migra para um mundo de pura informação, por exemplo, para experimentar uma interação tátil, como se estivéssemos dentro de um novo mundo. (LEMOS, 2013, p. 157).

Como canal de imersão na RV, consideramos o uso do *head mounted display (HMDs⁷)* que, segundo Larsen (2015, p. 19), é “um capacete que permite a transmissão de dados de vídeo para uma tela montada na cabeça para a exibição de uma cena de realidade virtual na tela”. Com o HMD conseguimos usufruir de experiências imersivas em RV de forma que não vemos o que acontece em nosso entorno físico.

Dessa forma, a RV pode ser um meio pelo qual interagimos para incorporar uma parte dessa realidade com a realidade física. Por meio de interações com as tecnologias digitais que temos aprimorado hábitos e construído novos saberes em nossa ontogenia. Para Backes (2007, p. 20),

As Tecnologias Digitais (TDs) podem ser utilizadas para promover a criação de redes de informação e comunicação, propiciando a organização e configuração de espaços possibilitadores da construção do conhecimento, por meio da interação, resgatando a diversidade cultural, a autonomia, a autoria e a criatividade.

Assim sendo, no viver e conviver entre os seres humanos, por meio das tecnologias digitais, é possível transformar novas perspectivas e encontrar meios de acrisolar práticas já existentes no processo da construção do conhecimento, formulando novas práticas pedagógicas.

⁶ Ciberespaço designa as novas formas de se comunicar, frutos dos avanços das redes de computadores (LÉVY, 1999). Para Mantovani (2016, p. 31), “o ciberespaço se constitui em uma dimensão da sociedade em rede que se estrutura em configurações de tempo intemporal e espaço de fluxo de informações, favorecendo o acesso às diversas fontes de pesquisa, compartilhamento de experiências e saberes, (re)construção de conhecimentos por meios de processos cada vez mais interativos, estabelecendo novas formas de relações.”

⁷ Quando o termo *Head Mounted Display* aparecer no singular, mencionaremos sua sigla como *HMD*. No plural, atendendo a concordância ortográfica, apresentaremos a sigla “*HMDs*” para nos referirmos aos *Head Mounted Displays*.

A construção do conhecimento, segundo Maturana e Varela (2011), é um processo de vivência que ocorre desde o âmbito microbiológico até à composição das esferas sociais e suas interações. A partir daí, é possível dizer que a forma como vivemos é a forma como educamos, num processo de construção da ontogenia do ser humano, resultando em um ato cognitivo⁸.

Por meio das relações, interações e construções realizadas, estruturou-se no título dois um relato que expõe as justificativas que originaram este estudo. No título três é apresentado e considerado o referencial teórico, onde trazemos uma abordagem aprofundada sobre a Biologia do Conhecer e como ela transcorre na educação e nos processos de ensino e de aprendizagem, um levantamento sobre a história e evolução dos HMDs na forma de uma linha do tempo detalhada e a relevância dessa evolução ao longo dos anos para a construção dos conhecimentos acerca das tecnologias de RV , além de percepções relevantes sobre a interação na RV e a construção do conhecimento sob o ponto de vista da Biologia do Conhecer.

No quarto título, foi estabelecida uma revisão de literatura e submetida a uma análise de conteúdo para se analisar a os processos de interação na RV para a construção do conhecimento com base nos trabalhos encontrados. O quinto título traz a análise de dados e os resultados encontrados, bem como as percepções tomadas a partir da leitura.

⁸ “A avaliação de se há ou não conhecimento ocorre sempre num contexto relacional, no qual as mudanças estruturais que as perturbações desencadeiam num organismo aparecem para o observador avaliar as mudanças estruturais que são desencadeadas no organismo. Sob esse ponto de vista, toda interação de um organismo, toda conduta observada, pode ser avaliada por um observador como um ato cognitivo.” (MATURANA; VARELA, 2011. p. 194).

2 CARACTERIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

2.1 JUSTIFICATIVA: ORIGEM DO ESTUDO

Os estudos sobre as temáticas realidade virtual e construção do conhecimento têm origem no interesse relacionado à experimentação de novas maneiras de educar com as tecnologias digitais em ambiente educacional para construir o conhecimento. Esse interesse se deu pela prática do ensino e da aprendizagem na esfera do ensino profissionalizante e cursos técnicos que, diariamente, levantam questionamentos acerca da procura por esse nível de ensino e sobre como instigar e torná-lo mais interativo e de melhor compreensão aos estudantes.

Para explicar de maneira mais analítica e facilitar a compreensão dos motivos que levaram este estudo adiante, além de ser um resgate à minha ontogenia, esse texto será apresentado na primeira pessoa, pois assim conseguirei relatar melhor a jornada que aqui me trouxe e explorar detalhes acerca desta.

Parte do interesse pela educação surgiu quando eu era estudante de um curso técnico em informática, no município de Gravataí. Lá, tive a oportunidade de conhecer ótimos professores e desafios inéditos até então. Uma das primeiras e principais disciplinas que tive foi Lógica de Programação, onde, inicialmente, tive inúmeras dificuldades em compreender tal assunto. Por meio dos ensinamentos e à forma como a professora promovia a interação entre nós e a relação entre teoria e a prática, possibilitou superar tais dificuldades de maneira que compreendo a lógica acerca de quaisquer enunciados ou de um problema algorítmico. Aquela capacidade de fazer os estudantes superarem os seus limites e se sentirem encorajados em resolver os desafios, me pareceu uma excelente estratégia para desenvolver experiências de aprendizagem, despertando em mim um desejo de seguir aquele caminho que ela seguirá tão bem.

Tive, em 2006, minha primeira experiência de sala de aula como instrutor. Refiro-me aqui, como instrutor, pelo fato da minha atuação ser estritamente técnica não havendo, naquele momento, a preocupação com o tipo de prática pedagógica concebida, a criação de um conteúdo programático, o planejamento de aulas e o processo de avaliação. Todas essas etapas estavam determinadas e minha tarefa era transmitir aquelas informações e procedimentos aos estudantes de uma escola para alunos portadores de necessidades especiais no município de Gravataí, por meio de trabalho voluntário, na qual prestava serviços duas vezes na semana.

Nesta escola, havia um laboratório que era utilizado pelas professoras com os seus alunos. Uma vez que o (re)conhecimento sobre aqueles computadores era bastante limitado por parte de todos, dispus-me a auxiliar na tarefa de propiciar interação entre computadores e alunos. Senti, a partir desse momento, um apreço singular nessa atuação.

Após essa experiência, realizei o estágio em Tecnologia da Informação em uma escola de Porto Alegre, onde atuei por dois anos. Lá, eu tinha uma aproximação muito grande com os professores de informática, a quem auxiliava e, muitas vezes, acompanhava nas aulas, no intuito de manter o bom funcionamento das estruturas de computadores e sua rede durante as aulas. Por algumas vezes, era necessário auxiliar os estudantes do ensino fundamental, em certas ações, tais como: forma de utilizar corretamente o mouse do computador, suporte na formatação de trabalhos.

Em 2009, após uma experiência inusitada na área de vendas, retornei às salas de aula como orientador de robótica, atuando em diversas escolas de Porto Alegre e região metropolitana. A partir desse momento, fui acometido por uma certeza de que estava no lugar certo, realizando aquilo que tanto me atraía: ensinar e auxiliar, de alguma forma, o próximo a construir o seu próprio conhecimento acerca de um assunto.

Nesse mesmo ano iniciei a graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas e, a partir dessa, conheci a RV. Inicialmente, achei interessante o fato de poder ser “transportado” virtualmente para uma outra realidade e o interesse despertou o questionamento sobre como eu poderia construir conhecimentos com a interação na RV por meio do uso de HMDs. A partir desse questionamento realizei a especialização em Formação pedagógica para professores, onde eu pude me aperfeiçoar como profissional da área de educação, estudando a interação na RV para a construção do conhecimento sobre lógica de programação.

Essa percepção da interação tecnológica, articulada às minhas experiências docentes, tem se convertido em um grande interesse pela forma como o conhecimento relacionado à tecnologia da informação se dá na ontogenia de cada ser, ou seja, como ele é construído e transformado em habilidades posteriormente. Por essa razão, investi na pesquisa de maneira que eu pudesse contribuir para a construção desse conhecimento.

2.2 PROBLEMA E QUESTÕES DE PESQUISA

Para realizar uma revisão bibliográfica sobre o tema RV na Educação nas principais bases de dados online, partimos do seguinte:

É possível ressignificar a construção do conhecimento a partir das diferentes interpretações sobre o processo de interação no contexto de RV com HMD?

Com base no problema, desponta-se uma análise dos seguintes questionamentos:

1- Quais são as diferentes interpretações sobre o processo de interação entre os seres humanos e artefatos tecnológicos digitais na RV?

2- Quais são as compreensões sobre os artefatos tecnológicos digitais no contexto da RV e a sua evolução?

3- Como o conhecimento é construído no ser humano em congruência com a RV?

4- De que forma podemos repensar o HMD na construção do conhecimento para potencializar o processo de interação?

A pesquisa objetiva revisar as literaturas do campo que auxiliem na compreensão de respostas aos questionamentos descritos acima.

2.3 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.3.1 Objetivo Geral

Compreender a construção do conhecimento a partir das interpretações sobre processo de interação na RV com o HMD.

2.3.2 Objetivos Específicos

1. Descrever as diferentes interpretações sobre o processo de interação entre os seres humanos e artefatos tecnológicos digitais na RV;

2. Compreender as concepções sobre os artefatos tecnológicos digitais no contexto da RV e a sua evolução;

3. Pesquisar sobre a construção do conhecimento em congruência com o ser humano na RV;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Durante a pesquisa levantamos alguns conceitos importantes na reflexão acerca da construção do conhecimento e de como a Biologia do Conhecer permite elucidar diversas perturbações emergentes no âmbito educacional. Sendo assim, trataremos e refletiremos sobre as ideias de alguns autores, como Humberto Maturana e Francisco Varela, por meio da Biologia do Conhecer e da apresentação das bases biológicas da compreensão humana; Pierre Lévy e suas definições assertivas para ciberespaço e André Lemos, contribuindo com explicações sobre a RV e a interação nesta.

3.1 BIOLOGIA DO CONHECER

A Biologia do Conhecer foi construída na década de 60 por Humberto Maturana e seu orientando, Francisco Varela, na Universidade do Chile. Esta teoria parte do ponto que o pensamento e a construção do conhecimento possuem uma base biológica, assim como as demais interações do corpo humano. Para os autores, a base biológica dos seres vivos é também social, fundamentado no Pensamento Sistêmico.

O Pensamento Sistêmico, conceituado por Ludwig von Bertalanffy entre as décadas de 50 e 60, compreende que a natureza, ou qualquer outro elemento, não deve ser estudada por meio das partes ou áreas separadas e individualizadas que o compõe, como a química, a física, a biologia, a sociologia. A natureza ou qualquer outro elemento são compreendidos na relação entre as partes e o todo, assim, deduções que podem ser encontradas em uma ciência podem ser finalizadas em outra ciência (BERTALANFFY, 2008). Assim, o pensamento sistêmico define que os sistemas se caracterizam por infinitas interações entre o ambiente e os organismos, mas variam conforme sua estrutura molecular.

Nessa perspectiva do pensamento sistêmico, os seres vivos são compreendidos por uma organização e uma estrutura. Para Maturana e Varela (2011, p. 50), “a organização se trata daquelas relações que têm de existir, ou têm de ocorrer, para que esse algo seja. [...] é universal, no sentido de que é algo que fazemos constantemente como um ato cognitivo básico. Este consiste em nada

mais nada menos que gerar classes de qualquer tipo”. Assim, podemos definir a organização como um elemento constante, invariante, definida pela filogenia⁹.

O fato de que os seres vivos têm uma organização não é exclusivamente deles, mas sim comum a todas as coisas que podem ser investigadas como sistemas. Sua organização é tal que seu único produto são eles mesmos. A estrutura dos seres vivos se dá a partir da ordem em que estes se organizam e desenvolvem criando, a partir de sua história de vida, uma ontogenia, sendo esta avalizável dos seres vivos.

Segundo Maturana e Varela (2011) a forma como os seres vivos interagem no conviver está em congruência com o meio na qual estão inseridos. “A ontogenia é a história de mudanças estruturais de uma unidade, sem que esta perca sua organização [...] A unidade celular classifica e vê a cada instante suas contínuas interações como meio segundo a sua estrutura” (MATURANA; VARELA, 2011, p. 86). Nessa interação, os seres vivos configuram o espaço de convivência próprio e particular, porque os seres vivos são autônomos e autopoieticos, promovendo uma transformação ontogenética.

A partir da Biologia do Conhecer, é possível dizer que o ser humano é naturalmente autônomo, ou seja, ele “pode especificar suas próprias leis, aquilo que é próprio dele” (MATURANA; VARELA, 2011, p. 55). Contudo, a autonomia na compreensão do senso comum tem a conotação de independência e de individualidade, diferentemente da compreensão na teoria da Biologia do Conhecer, em que a autonomia e dependência passam a ser complementares ao invés de antagônicas, apresentando uma conotação coletiva.

Maturana e Varela (2011) se referem ao ser humano (e seres vivos, de uma forma geral) como unidades autônomas. Para eles, um sistema é autônomo se é capaz de especificar sua própria legalidade. Dessa forma, é possível compreender a autonomia como a identificação do que é importante para o viver e conviver e a partir dessa identificação há a ação do ser humano. Assim, os seres humanos são capazes de se autoproduzirem, constituindo uma *autopoiese*. Segundo a Biologia do Conhecer, a autopoiese é a capacidade de autoprodução contínua (MATURANA; VARELA, 2011).

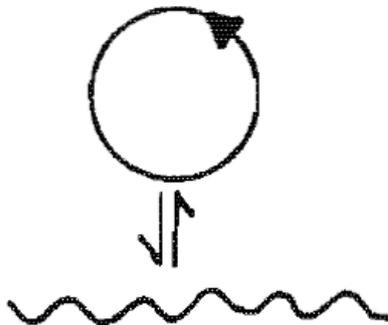
⁹ Segundo Maturana e Varela (2011, p. 117), “uma filogenia é uma sucessão de formas orgânicas geradas sequencialmente por relações reprodutivas. As mudanças vivenciadas ao longo da filogenia constituem a mudança filogenética ou evolutiva.”

Constata-se que a autopoiese é a ação fundamental para o desenvolvimento da autonomia, assim como também acaba se tornando um dos fatores de distinção de um ser vivo para um ser não-vivo. “A característica mais peculiar de um sistema autopoietico é que ele se levanta pelos seus próprios cordões e se constitui como diferente do meio por sua própria dinâmica” (MATURANA; VARELA, 2011, p. 55). É a partir da autonomia e interdependência que mantém a autopoiese.

A percepção da autopoiese se dá a partir do ponto que o observador está, ou seja, é possível perceber a autopoiese de outras unidades, permitindo a construção da sua ontogenia. Através desse observador, desde sua reprodução até o conhecimento, se dará da unidade autopoietica, totalmente distinta da unidade inicial.

Na Figura 1 o diagrama que representa uma unidade autopoietica, ou seja, uma unidade que se constitui nela mesma, influenciada pelo meio e solitária num primeiro momento.

Figura 1 – Representação de unidade autopoietica



Fonte: Maturana; Varela (2011, p. 86)

Para melhor compreensão, a Figura 1 apresenta um círculo que é a representação de uma unidade autopoietica, estruturalmente fechada, mas interagindo com o ambiente (meio). Nessa interação, o ser vivo autônomo, identifica estranhamentos e perturbações em relação a sua estrutura. Assim, para compensar a perturbação, o ser vivo se autoproduz (autopoiese). O histórico de interações varia entre cada ser vivo em congruência com o ambiente, formando a sua ontogenia.

A validação do conhecimento construído é, também, relativa a cada indivíduo e à forma deste perceber o mundo ao seu redor criando, a partir de sua síntese, um novo mundo a partir de cada nova reflexão e ambientado na sua realidade.

Em sua exemplificação utilizando cores e componentes visuais, Maturana e Varela (2011) mostram que fenômenos relacionados à construção do conhecimento não podem ser tomados como verdades absolutas e aplicáveis a todos:

[...] se levo uma laranja de dentro de casa até o pátio, ela continua sendo da mesma cor. No entanto, no interior da casa ela era iluminada por, digamos, uma luz fluorescente, que tem uma grande quantidade de comprimentos de onda chamados azuis (ou curtos), enquanto que no sol predominam comprimentos de onda chamados vermelhos (ou longos). Não há maneiras de estabelecer uma correspondência entre a tremenda estabilidade das cores com as quais vemos os objetos do mundo e a luz que deles provêm (MATURANA; VARELA, 2011, p. 27).

Com base nesse exemplo, pode-se denotar que a cor não é uma característica inerente aos objetos e que quaisquer estudos ou análises cromáticas não anulam a experiência e o “mundo cromático” do observador.

[...] Devemos deixar de pensar que a cor do objeto que vemos é determinada pelas características da luz que nos chega a partir deles. Em vez disso, precisamos nos concentrar em compreender como a experiência de uma cor corresponde a uma configuração específica dos estados de atividade do sistema nervoso, determinados por sua estrutura. [...] É possível correlacionar o nomear das cores com estados de atividade neuronal, porém não com comprimentos de onda. Os estados de atividade neuronal deflagrados por diferentes perturbações estão determinados em cada pessoa por sua estrutura individual, e não pelas características do agente perturbador (MATURANA; VARELA, 2011, p. 27).

A cor, assim como o objeto de conhecimento são interpretações que fizemos a partir da nossa estrutura. O ser humano, desde sua reflexão até a exposição de sua percepção de forma oral ou háptica, cria um mundo para si de referências e lições obtidas por meio de sua experiência.

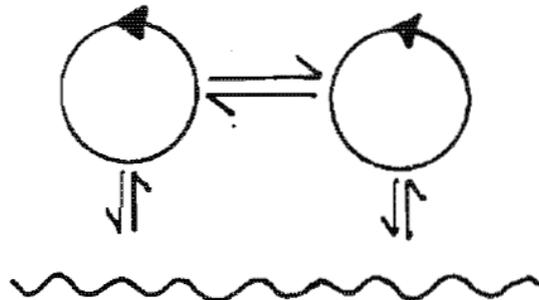
As experiências relacionadas ao conhecimento não devem ser tratadas de maneira exclusivamente objetiva, sintética e quantitativa, tampouco apenas de forma subjetiva, analítica e qualitativa; esses dois pontos de percepção devem ser congruentes entre si de forma a se descrever um denominador comum acerca do mundo individual que cada um cria a partir de seus fundamentos em congruência com o mundo social, numa perspectiva sistêmica.

O ser vivo, por meio de perturbações na sua estrutura, acopla com seus pares por meio das interações ocorrendo, assim, o acoplamento estrutural. O acoplamento estrutural, “é o resultado das interações e mudanças estruturais e concordantes das unidades autopoieticas entre as próprias unidades e meios” (MATURANA; VARELA, 2011, p. 87). A autopoiese, nesse ínterim, possui um caráter individual, próprio de cada estrutura, enquanto que o acoplamento estrutural possui características que elucidam as interações sociais. Assim, duas ou mais

unidades autopoieticas podem se acoplar em sua estrutura, quando as suas interações passam a se tornar estáveis ou habituais. Vale ressaltar que essas interações são simétricas do ponto de vista de quem a observa, ou seja, para uma unidade, a outra é apenas mais uma em sua interação, e vice-versa.

O conjunto de interações entre unidades se torna definida por um ato de distinção por meio da organização (filogenia, dado pela organização genética) e estrutura (ontogenia). A figura 2 representa o acoplamento estrutural, no que podemos chamar de ontogenia de duas ou mais unidades em congruência com o espaço:

Figura 2 – Representação de um acoplamento estrutural



Fonte: Maturana; Varela (2011, p. 86)

A partir do acoplamento estrutural e das histórias de interações entre as unidades, surge essa nova formação ontogenética, que implica na transformação de cada unidade e do meio, assim, caracterizando a construção do conhecimento. Em outras palavras, o conhecimento é construído de acordo com as interações coletivas que vão sendo realizadas entre as unidades autopoieticas e o meio.

É importante, antes de explicar teoricamente acerca da construção do conhecimento, dois questionamentos nessa relação: “O que é construção?” e “O que é conhecimento?”, numa perspectiva etimológica. A palavra construir tem origem no latim (*com* - “junto” e *struere* - “empilhar, criar, erguer”). Já o conhecimento, (oriundo do latim *cognoscere*) é, para Maturana e Varela (2011, p. 195), “[...] uma conduta efetiva (ou adequada) num contexto assinalado – ou seja, num domínio que definimos com uma pergunta (explícita ou implícita), que formulamos como observadores”. Podemos dizer, à vista disso, que a construção do conhecimento é o viver e conviver, e esse conviver é a capacidade que permite ao pensamento apreender um objeto por meios cognitivos, que podem se combinar de diferentes maneiras, seja por observação, reflexão, analogia, entre outros.

Partindo dessas elucidações, é convencional que se rompa com ideias do senso comum, já que ele superficializa as experiências e impõe que o conhecimento humano é algo paralelo à realidade onde está inserido. De acordo com Maturana e Varela (2011, p. 10), “Nossa trajetória de vida nos faz construir nosso conhecimento do mundo”. Ou seja, é um processo de acoplamento e interconexão com o mundo social.

Dessa maneira, podemos dizer que construir o conhecimento consiste em vivenciar o cotidiano por meio das relações entre sujeitos e objetos. Conseqüentemente, por meio de suas interpretações relacionadas às vivências desse cotidiano, o sujeito as adapta e define os caminhos que deseja seguir, de acordo com as informações que possibilitam resolver as perturbações do dia a dia, construindo o conhecimento.

Toda experiência cognitiva inclui aquele que conhece de um modo pessoal, enraizado em sua estrutura biológica, motivo pela qual toda experiência de certeza é um fenômeno individual cego em relação ao ato cognitivo do outro insumo solidão que [...] só é transcendida no mundo que criamos junto com ele (MATURANA; VARELA, 2011, p. 22).

Assim, os estados neuronais e suas atividades podem ser perturbados e estão determinados em cada pessoa por sua estrutura e não apenas pelas características do agente perturbador. Ou seja, os estados neuronais e suas atividades ocorrem na congruência entre o ser humano e o meio.

Para a Biologia do Conhecer, o conhecimento não se limita apenas ao processamento de informações advindas do passado e apenas à experiência do aprendiz, mas sim na interação entre observador e objeto de observação. Isto é, o conhecimento é construído no processo de interação entre o ser humano e o objeto a ser conhecido de forma sistêmica, estabelecendo relação entre o ser humano e o objeto em congruência com o meio. Logo, não é simplesmente na apresentação deste, como se fosse um filme sendo assistido.

Vale ressaltar que a interação aqui tem uma ideia de ação conjunta, ou seja, acontece entre o sujeito e o meio. Trein (2010, p. 91) diz que “a reação desencadeada altera o outro, a si próprio e também a própria relação e o meio em que ocorreu a interação”. O conceito de interação, no nível de aplicação entre humanos e máquinas é chamado de interatividade, sendo o termo aplicado majoritariamente às tecnologias, e prevê que sistemas dessa ordem devem promover total autonomia ao usuário.

Biologicamente, o cérebro é a unidade de processamento que se transforma para a ocorrência de todas essas ações. Os neurônios, células responsáveis pela formação cerebral, “distinguem-se por terem ramificações citoplasmáticas de formas específicas que se estendem por enormes distâncias”. (MATURANA; VARELA, 2011, p. 171). Para realizar a comunicação entre os próprios neurônios e entre outras células, ocorrem sinapses. Segundo Maturana e Varela (2011), o sistema neural está presente em todo o organismo através de múltiplas conexões. Assim sendo, A sinapse é, o meio de transmissão de impulsos nervosos que ocorre entre as células, formando o sistema neural.

Ainda sobre a sinapse, Maturana e Varela (2011, p. 177) afirmam que “esse é o mecanismo chave por meio do qual o sistema nervoso expande o domínio de interações de um organismo: acopla as suas superfícies sensoriais e motoras, mediante uma rede de neurônios cuja configuração pode ser muito variada”. Logo, devido a possibilidade incontável de condições exequíveis em uma rede neuronal, são incontáveis também as experiências desses organismos.

Para esses autores, as experiências humanas estão permanentemente vinculadas à nossa estrutura, sendo que não há como separar, então, nossas ações de suas respectivas histórias, sejam elas biológicas e/ou sociais. Por essa razão, tudo que é mais óbvio e mais próximo do observador, torna-se também o mais difícil de perceber.

A circularidade existente entre experiência e ação é inseparável, assim como o ser de maneira particular e como o mundo nos parece ser, e manifesta que “todo ato de conhecer faz surgir o mundo”, afirmando sua circularidade entre o conhecer (experiência) e o fazer (ação), podendo inferir que “todo fazer é conhecer e todo conhecer é fazer” (MATURANA; VARELA, 2011, p. 32). Todo conhecer, portanto, é um fazer daquele que conhece, ou seja, todo conhecer depende da estrutura daquele que conhece. Se todo fazer é um conhecer daquele que conhece, não é possível entendê-lo por meio – exclusivamente – de exames do sistema nervoso.

Uma vez explicado acerca da Biologia do Conhecer, podemos analisar como se dá a construção do conhecimento dentre os fenômenos sociais, o linguajar e o emocionar, na educação.

3.1.1 A Biologia do conhecer na Educação

Antes de compreendermos a construção do conhecimento na educação, é preciso refletir sobre os objetivos da educação. Para Maturana, de forma extremamente precisa, é indevido perguntar “para que serve a educação?”, pois

O conceito de servir é um conceito relacional: algo serve para algo em relação a um desejo. Nada serve em si mesmo. No fundo, a pergunta é: O que queremos da educação? Acho que não se pode considerar nenhuma pergunta sobre os afazeres humanos, no que diz respeito ao seu valor, à sua utilidade ou àquilo que se pode obter deles, se não se explicita o que é que se quer. (MATURANA, 2002, p. 11).

O autor ainda afirma que não é possível refletir sobre a educação sem primeiramente, ou ao mesmo tempo, refletir sobre que projeto de país estamos colocando nossas reflexões acerca da educação (MATURANA, 2002). Em resumo, é necessário pensarmos no contexto ao qual estamos inseridos para compreender os processos educativos.

Popularmente é dito que é necessário “estudar para se qualificar e se adequar às exigências do mercado de trabalho” e, assim, vencer as adversidades financeiras. Entretanto, na visão de Maturana (2002, p. 13) “A diferença que existe entre preparar-se para devolver ao país o que se recebeu dele, trabalhando para acabar com a pobreza, e preparar-se para competir no mercado de trabalho é enorme. Trata-se de dois mundos completamente distintos”.

Portanto, é possível denotar propósitos distintos que se distanciam, como por exemplo, uma pessoa que estuda no intuito de competir profissionalmente entende o outro como alguém a ser superado, logo na interação o outro é negado, visto que

A competição não é nem pode ser sadia, porque se constitui na negação do outro. A competição sadia não existe. A competição é um fenômeno cultural e humano, e não constitutivo do biológico. Como fenômeno humano, a competição se constitui na negação do outro. [...] O mais grave é que, sob o discurso que valoriza a competição como um bem social, não se vê a emoção que constitui a práxis do competir, que é a que constitui as ações que negam o outro. (MATURANA, 2002. p. 13)

A revisão desses pressupostos da competição pode permitir a construção de novos conhecimentos e novas práticas, tratando da interação na cooperação, desde que haja reflexão sobre isso. Em Maturana também vamos encontrar o seguinte esclarecimento sobre a reflexão de conceitos e afirmações:

Todos os conceitos e afirmações sobre os quais não temos refletido, e que aceitamos como se significassem algo simplesmente porque parece que todo o mundo os entende, são antolhos. Dizer que a razão caracteriza o

humano é um antolho, porque nos deixa cegos frente à emoção, que fica desvalorizada como algo animal ou como algo que nega o racional.[...] ao nos declararmos seres racionais vivemos uma cultura que desvaloriza as emoções, e não vemos o entrelaçamento cotidiano entre razão e emoção, que constitui nosso viver humano, e não nos damos conta de que todo sistema racional tem um fundamento emocional (2002, p. 15).

Por meio da Biologia do Conhecer é possível afirmar, também, que “todo sistema racional se baseia em premissas ou noções fundamentais que aceitamos como ponto de partida porque queremos fazê-lo, e com as quais operamos em sua construção” (MATURANA, 2002, p. 16). Dessarte, a racionalidade se ampara em emoções para que possamos operar na construção do conhecimento.

Dessa forma, toda a racionalidade autocentrada, técnica possui uma base emocional. Sob uma perspectiva biológica, as emoções podem ser compreendidas como disposições corporais dinâmicas que permitem realizar as ações em que nos movemos (MATURANA, 2002). Isso significa que ao valorizarmos a emoção, automaticamente mudamos de domínio de ação em um determinado ambiente.

Assim, o educar atua a partir das bases emocionais do ser humano. Para Maturana (2002, p. 29),

O educar se constitui no processo em que a criança ou o adulto convive com o outro e, ao conviver com o outro, se transforma espontaneamente, de maneira que seu modo de viver se faz progressivamente mais congruente com o do outro no espaço de convivência. O educar ocorre, portanto, todo o tempo e de maneira recíproca. Ocorre como uma transformação estrutural contingente com uma história no conviver, e o resultado disso é que as pessoas aprendem a viver de uma maneira que se configura de acordo com o conviver da comunidade em que vivem. A educação como “sistema educacional” configura um mundo, e os educandos confirmam em seu viver o mundo que viveram em sua educação. Os educadores, por sua vez, confirmam o mundo que viveram ao ser educados no educar.

Compreendemos a educação como um processo contínuo e ininterrupto. Durante toda a nossa vida ocorre o educar, seja nas nossas ações, interações e relações com os demais. Assim sendo, compreende-se a educação como um processo que perpassa por toda nossa vida, fazendo do nosso entorno um mundo com tradições culturais, ou seja, sua ação possui efeitos duradouros e conservadores, pois são difíceis de mudar (MATURANA, 2002).

Sendo a educação um processo contínuo e ininterrupto, entende-se que por toda a vida estamos interagindo nesse processo. Logo, a forma como nos relacionamos definirá a maneira que educaremos, assim como também manteremos em nossa vivência o mundo aprendido como educandos. Por fim, educaremos outras pessoas através da nossa convivência com elas.

É por meio desse educar e conviver que também realizamos nossas demais ações. Para o senso comum, o racional se opõe ao emocional, principalmente quando ouvimos que uma determinada atitude foi tomada “racionalmente” ao invés de ser tomada “emocionalmente”. Entretanto, com base nos estudos do pensamento sistêmico, passamos a ter uma visão diferenciada com relação a ideia citada.

Compreendemos o emocional e o racional constituindo o ser humano em uma teia, sendo que o racional se firma na argumentação por meio da linguagem, em suas justificativas e defesas, enquanto que o emocional é aquele que dá sensibilidade ao racional, embora tenhamos dificuldades em reconhecer tal condição como algo que não seja limitante ao nosso ser racional. O emocional se encontra na legitimidade e na relevância do outro. Portanto, o domínio das ações é emocional, mesmo quando queremos ser racionais.

Maturana (2002, p. 20) explica que “a linguagem está relacionada com coordenações de ação, mas não com qualquer coordenação de ação, apenas com coordenação de ações consensuais.” Dessa forma, constata-se que a linguagem, vista como um fenômeno que se dá nas coordenações das ações, sendo uma maneira de fluir nas relações.

3.1.2 Viver e conviver em sistemas sociais

Para compreendermos como se dá o viver e o conviver em sistemas sociais, precisamos analisar como a Biologia do Conhecer trata do assunto. Maturana e Varela (2011, p. 200) nos diz que é possível que as “interações entre os organismos adquiram, ao longo de sua ontogenia, um caráter recorrente e, portanto, que se estabeleça um acoplamento estrutural que permita a manutenção da individualidade de ambos, no prolongado devir de suas interações”. Dessa maneira, compreende-se que o acoplamento estrutural será estabelecido pela recorrência de interações entre dois organismos, mantendo e reafirmando os limites de cada um.

É por meio desse processo que podem ocorrer os acoplamentos estruturais de terceira ordem, aqueles que “acontecem com diferentes complexidades e estabilidades, mas são o resultado natural da congruência de suas respectivas derivas ontogênicas” (MATURANA; VARELA, 2011, p. 201), ou seja, é a recorrência das interações entre organismos com diferentes ontogenias e a congruência entre elas. O autor explica, também, que os acoplamentos de terceira ordem devem

acontecer, em alguma medida, para a manutenção de uma espécie, assim como “é de comum grau de acoplamento comportamental na geração e criação dos filhotes” (MATURANA; VARELA, 2011, p. 201).

Compreendido isso, é necessário entender que toda ontogenia de um indivíduo inserido em uma unidade social está diretamente ligada ao seu contexto e histórico de interações trofoláticas. Podemos entender a trofolaxe¹⁰ como um intercâmbio químico que resulta na distribuição, por toda a população de uma colônia de insetos, “de uma certa quantidade de substâncias, entre elas os hormônios responsáveis pela diferenciação e especificação de papéis” (MATURANA; VARELA, 2011, p. 207). Por meio dessa “trofolaxe social” são formados os sistemas sociais, ou seja, aqueles que são ligados às unidades de terceira ordem.

Maturana e Varela (2011, p. 214) nos explicam que o viver e conviver nesses sistemas se dão porque esses sistemas sociais “satisfazem suas ontogenias individuais principalmente por meio de seus acoplamentos mútuos, na rede de interações recíprocas que formam ao constituir as unidades de terceira ordem”. Assim, esses sistemas se constituem de maneira complexa, mantendo sua estabilidade de acordo com as interações e as ontogenias dos participantes.

Para que haja a satisfação dessas ontogenias nesses sistemas sociais, é fundamental que ocorra o emocionar, uma vez que o amor “é a emoção que constitui o operar em aceitação mútua e funda o social como sistema de convivência”. (MATURANA; VARELA, 2002, p. 25). Isso quer dizer, portanto, que sem amor, sem o emocionar há certos impedimentos na tomada da ação, assim como impede a interação e o surgimento de novos acoplamentos estruturais.

É importante ressaltar que a menção às emoções é uma referência ao domínio de ações em que um ser se move. Maturana e Varela (2002) alertam ao fato dos comentários e reflexões realizadas se referirem às ações do outro, sendo esse outro um animal ou uma pessoa. No que tange o amor e o emocionar, Maturana e Varela (2002, p. 22) afirmam que

O amor é a emoção que constitui o domínio de ações em que nossas interações recorrentes com o outro fazem do outro um legítimo outro na convivência. As interações recorrentes no amor ampliam e estabilizam a

¹⁰ Do grego *trophos* + *laxis*: relativo ao trato alimentar.

convivência; as interações recorrentes na agressão interferem e rompem a convivência.

Moraes (2003, p. 121) também ressalta que “é a partir da convivência que as dimensões do ser e do fazer vão modulando-se mutuamente, junto com o emocionar e, a cada momento, influenciam as ações, os comportamentos e as condutas dos seres aprendentes”. Dessa maneira, é possível compreender o emocionar como ação fundamental nas interações sociais, assim como o amor que é

[...] constitutivo da vida humana, mas não é nada especial. O amor é o fundamento do social, mas nem toda convivência é social. O amor é a emoção que constitui o domínio de condutas em que se dá a operacionalidade da aceitação do outro como legítimo outro na convivência, e é esse modo de convivência que conotamos quando falamos do social. Por isso, digo que o amor é a emoção que funda o social. Sem a aceitação do outro na convivência, não há fenômeno social. (MATURANA, 2002, pp. 23 - 24)

Ao se analisar a história da evolução humana, percebe-se que o amor é um dos fundamentos para o desenvolvimento da espécie, sendo que esse amor se dá na legitimação do outro por meio da convivência. É pelo amor que se funda o social e se constitui o conjunto de ações que permitem o outro ser aceito e reconhecido na convivência. Assim, é possível dizer que nem todas as relações humanas são, de fato, sociais, uma vez que em nem todas essas relações a aceitação mútua está consolidada.

Prega-se o amor, mas ninguém sabe em que ele consiste porque não se veem as ações que o constituem, e se olha para ele como a expressão de um sentir. Ensina-se a desejar a justiça, mas nós adultos vivemos na falsidade. A tragédia dos adolescentes é que começam a viver um mundo que nega os valores que lhes foram ensinados. O amor não é um sentimento, é um domínio de ações nas quais o outro é constituído como um legítimo outro na convivência. A justiça não é um valor transcendente ou um sentimento de legitimidade: é um domínio de ações no qual não se usa a mentira para justificar as próprias ações ou as do outro (MATURANA, p. 33, 2002).

Além do emocionar, Maturana fala acerca do “linguajar”, não como um substantivo masculino, mas como um verbo intransitivo, resignificado e dando ênfase a sua propriedade de atividade comportamental, de forma que se evite comparação com uma capacidade específica da espécie (MATURANA, 2002).

O linguajar ocorre no espaço de relações e pertence ao âmbito das coordenações de ação uma vez levada em conta a linguagem como um fenômeno, como um operar do observador. Ou seja, se a estrutura se altera, o linguajar também se altera, mudando também o espaço de linguajeio e as interações que serão

possíveis se participar com esse linguajeio. “Mas a linguagem se constitui e se dá no fluir das coordenações consensuais de ação, ou seja, a partir das ações tomadas pelo ser, e não na cabeça, ou no cérebro ou na estrutura do corpo, nem na gramática ou na sintaxe” (MATURANA, p. 28, 2002). Podemos compreender as coordenações das coordenações das ações consensuais como o apontamento de significados para as ações no viver do ser humano. As ações, uma vez coordenadas na interação, permite a recursividade no pensamento, sendo que esta, por sua vez, permite a coordenação das coordenações dando, por fim, o sentido às ações, ou seja, o refletir sobre as ações e a coordenação feita sobre a coordenação dessa ação. Citemos, como exemplo, a linguagem e sua evolução ao longo da história ou como damos significados em diferentes contextos a palavras que estamos aprendendo em um novo idioma.

3.2 REALIDADE VIRTUAL

A sociedade da informação, também alcunhada como terceira onda por Toffler (2012), possui necessidades, relacionadas, ao seu convívio social e costumes, bem com a visão que se tem operando artefatos tecnológicos. “A comunicação, ou o desenvolvimento de infraestruturas eletrônicas, se torna uma prioridade indispensável na civilização da terceira onda” (TOFFLER, 1993). Nos últimos anos evidenciamos o crescente interesse da área da educação na identificação de novos recursos metodológicos ativos¹¹ para o desenvolvimento do processo de ensino em sala de aula, visando a interação prática e a construção do conhecimento, além da possibilidade de integrar e levantar o interesse por parte dos alunos às questões estudadas por meio desta metodologia.

Quando se alude aos recursos tecnológicos de possível utilização em sala de aula, remete-se à televisão, vídeos e computadores, esquecendo-se, na maioria dos casos, de outros recursos cotidianos como smartphones, tablets e aplicativos

¹¹ A definição de metodologias ativas pode ser compreendida como aquelas que colocam o estudante no foco e centro da atividade, de forma a diferenciar daquele padrão tido como tradicional de sala de aula (que algumas literaturas identificam como metodologias passivas), onde apenas o professor detém o conhecimento e os estudantes são vistos como “alunos”, ou seja, aqueles à margem da luz do conhecimento. Contudo, compreendemos que toda a metodologia é ativa se ela envolve a troca de informações e promove a construção do conhecimento entre estudantes e professores, já que nenhum deles são estruturas fechadas em si, interagindo constantemente com o outro e com o entorno. Dá a entender, que o termo tem apenas uma perspectiva mercadológica para salientar que determinada metodologia possui um viés distinto daquilo que é considerado tradicional.

que permitem, a interação na RV. Atualmente, smartphones e tablets têm se mostrado como excelentes artefatos para a interação entre humanos e humanos e máquinas, utilizando seus diversos recursos, como câmera, acelerômetro, giroscópio, entre outros.

Com a emergência das tecnologias, assim como a inevitabilidade da potencialização da capacidade de imersão que as tecnologias promovem, a RV pode ser um viés pelo qual a construção do conhecimento e a prática da Educação podem avançar. Há uma grande quantidade de significados acerca da RV, sendo que todas elas fazem referência a uma prática de interação e imersão baseada em gráficos tridimensionais, simulando um mundo real programado por um computador.

É necessário considerar a existência de uma oposição contestável entre real e virtual. O termo virtual é usado geralmente para expressar a ausência da existência, conjecturando a "realidade" como característica específica da materialidade. Nas palavras de Lévy (1996, p. 10), "realidade seria na ordem de 'eu sou', enquanto o virtual seria na ordem de 'tu tens' ou ilusão, o que geralmente permite uma ironia fácil para evocar as diversas formas de virtualização". Como veremos mais adiante, essa abordagem traz em seu próprio conceito contradições formativas.

A palavra virtual vem do latim medieval *virtualis*, que, por sua vez, deriva do *virtus*: força, poder. Na filosofia escolástica, o virtual é o que existe no poder, mas não no ato. O virtual tende a ser atualizado, embora não se materialize de maneira efetiva ou formal. A árvore está virtualmente presente na semente. Com todo rigor filosófico, o virtual não se opõe ao real, mas ao atual: virtualidade e atualidade são apenas duas maneiras de ser diferente. Nesse ponto, é necessário introduzir uma distinção fundamental entre possível e virtual, que Gilis Deleuze explica em *Diferença e Repetição*.¹ O possível já é constituído, mas permanece no limbo. O possível será realizado sem que nada mude em sua determinação ou em sua natureza. É um real latente fantasmagórico. O possível é idêntico ao real; só falta a existência. A realização de um possível não é uma criação, no sentido estrito deste termo, uma vez que a criação implica também a produção inovadora de uma ideia ou de uma forma. Portanto, a diferença entre real e possível é puramente lógica. (LÉVY, 1996, p. 11)

Percebemos, dessa maneira, como é mal compreendida a ideia de uma RV, simplesmente pelo fato de virtual ser conceituado como algo que não existe, sendo que, em efetivo, "são apenas duas maneiras de ser diferente" (LÉVY, 1996, p. 11). Lévy novamente reforça sua explicação que o virtual não é uma oposição ao real, mas sim ao atual.

O virtual é como o complexo problemático, o nó de tendências ou de forças que acompanha uma situação, um acontecimento, um objeto ou uma

entidade qualquer, e que chama um processo de resolução: a atualização. (LÉVY, 1996, p. 16).

Assim, compreendemos que a RV não é algo irreal, mas sim congênere à realidade física.

Para Lemos (2013, p. 156),

O acesso ao que chamamos de RV se faz, hoje através de próteses: de capacetes com óculos e sons estereoscópicos, luvas de dados (data gloves) e mesmo roupas (data suits), através dos quais o corpo faz interface com um computador que produz, em tempo real, as imagens e as interações.

Pimentel e Teixeira (1995) conceituam a RV como sendo um espaço onde homens e computadores podem fazer contato direto. Ou seja, é por meio da interação na RV que se dá a indução e a imersão do usuário em outra realidade.

Contudo, por um longo tempo, o conceito e os experimentos relacionados à RV eram apenas produto da ilusão e utopia de alguns estudiosos. Cientistas e inventores passaram a perceber a quantidade de mundos em que se pode imergir a partir da combinação de um equipamento para a cabeça e um orientador visual.

Nesta parte do trabalho, navegaremos pela história, traçada como uma linha do tempo (de forma cronológica), da RV. Em seguida, faremos uma análise acerca de como a evolução de dispositivos estereoscópicos e de RV permitiram a construção do conhecimento para que essa evolução ocorresse.

3.2.1 A história da realidade virtual e seus dispositivos

Lemos (2013) nos diz que as primeiras experiências com RV surgiram a partir de pesquisas militares, com a finalidade de se construir simuladores de voos, de forma que os pilotos pudessem praticar nesses simuladores. Entretanto, fazendo um rastreamento histórico acerca do escopo da RV como um meio de formar uma realidade “ilusória” ao redor daquele que se relaciona com ela, nos deparamos com pinturas panorâmicas do final do século XIX e começo do século XX. Conforme a tela de 115 metros pintada por Franz Roubaud, a Batalha de Borodino (Figura 3), ocorrida em 7 de setembro de 1812, foi apresentada numa perspectiva de 360 graus, criando a sensação de presença naquela cena histórica que fora apresentada no centenário da batalha, em 1912.

Figura 3 – Trecho da tela Batalha de Borodino (1912)



Fonte: Virtual Reality Society¹² (2017)

Ainda no século XIX, percebemos o surgimento de dispositivos que influenciaram na criação dos simuladores citados por Lemos. É possível denotar que as primeiras interações na RV se deram no século XIX, por meio de um estereoscópio¹³ rudimentar inventado pelo físico Sir Charles Wheatstone, em 1838. Na Figura 4, apresentamos a estrutura desse estereoscópio.

Figura 4 – Estereoscópio de Wheatstone (~1838)



Fontes: Kings College London e site Techmundo¹⁴

Foram utilizados um par de espelhos em ângulos de 45 graus para os olhos do usuário, onde cada um refletia uma imagem localizada ao lado (WHEATSTONE, 1838). Como mostrada na Figura 5, a imagem passa a ser visualizada a partir de dois quadros diferentes. A partir disso, Sir Charles pode demonstrar a importância da percepção binocular de profundidade ao dar visibilidade a dois quadros que

¹² Disponível em: <<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

¹³ Analisando a etimologia da palavra, estereoscópio é a junção de dois termos gregos: *stereos* (firme ou sólido) + *skopeō* (observar) e indica a aplicação da técnica de estereoscopia, utilizada para a obtenção de dados e informações tridimensionais através da observação de pontos diferentes de uma ou mais imagens.

¹⁴ Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/mercado/123579-a-historia-da-realidade-virtual.htm>>. Acesso em: 16 out. 2018.

simulam a visão do olho esquerdo e do olho direito do mesmo objeto, que são apresentados para que cada olho veja apenas a imagem projetada para ele, mas, aparentemente, no mesmo local, o cérebro vai fundir os dois e aceitá-los como uma visão de um objeto tridimensional sólido (MURRAY; STREET, 1856).

Figura 5 – Família de Wheatstone vista a partir do estereoscópio (~1852)



Fonte: Kings College London

De acordo com a Oxford DNB¹⁵, Sir David Brewster foi um físico escocês e inventor que escreveu diversos artigos acerca da fisiologia da visão humana e da óptica, além de ser o inventor do caleidoscópio. Adaptou o projeto de Wheatstone, criando um protótipo mais ergonômico e com lentes mais leves, que batizou, em 1849, de estereoscópio lenticular, conforme pode ser visto na Figura 6. Observando este dispositivo, podemos ver uma semelhança diretamente proporcional ao tempo que separa a criação do estereoscópio de Brewster dos HMDs da atualidade.

Figura 6 – Estereoscópio lenticular (1849)



Fonte: Future Learn¹⁶

¹⁵ Disponível em: <<http://www.oxforddnb.com/view/10.1093/ref:odnb/9780198614128.001.0001/odnb-9780198614128-e-3371>> Acesso em: 22 out. 2018.

¹⁶ Disponível em: <<https://www.futurelearn.com/courses/stereoscopy/0/steps/16687>>. Acesso em: 18 out. 2018.

Brewster publicou o desenho de seu "estereoscópio lenticular" em um periódico de Edimburgo. Contudo, não teve a mesma receptividade que teve na Inglaterra, onde sua invenção foi bem aceita.

Na década de 30 surgiu o primeiro simulador de voo comercial: o *Link Trainer*, que pode ser visto na Figura 7. Inventado por Edward Link e patenteado em 1931, pode ser considerado o primeiro exemplo de simulador virtual. Intencionando um melhor treinamento aos seus pilotos, milhares deles utilizaram esses dispositivos para se prepararem para a Segunda Guerra Mundial.

Figura 7 – Piloto utilizando o Link Trainer (1931)



Fonte: Wikipedia¹⁷

Artefatos com a finalidade de proporcionar uma interação na RV são citados em contos ficcionais. Em *Pygmalion's Spectacles* (Figura 8), de 1935, é descrito um par de óculos que, através de hologramas e uma combinação de áudios e odores permitia que o indivíduo imergisse em um mundo até então surreal. Na narrativa que segue, percebemos a descrição das sensações:

"*Ilusão!*" ele disse a si mesmo. Dispositivos ópticos inteligentes, não a realidade. Ele procurou o braço da cadeira, encontrou-o e agarrou-se a ele; Ele raspou os pés e encontrou novamente uma inconsistência. Aos seus olhos, o chão era de verdura musgosa; ao seu toque, era apenas um tapete fino de hotel (WEINBAUM, 1935, p. 3, tradução nossa)¹⁸.

Por meio dessa narrativa, percebemos que as sensações são muito familiares ou até mesmo idênticas às sensações que temos ao interagir na RV numa perspectiva digital. Assim, apresenta-se o desenvolvimento da coordenação das coordenações de ações consensuais, ou seja, a recursão ou o repensar sobre a

¹⁷ Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Link_Trainer#/media/File:LinkTrainerSeymourIndiana.jpg>. Acesso em: 02 out. 2018.

¹⁸ "*Illusion!*" he told himself. *Clever optical devices, not reality. He groped for the chair's arm, found it, and clung to it; he scraped his feet and found again an inconsistency. To his eyes the ground was mossy verdure; to his touch it was merely a thin hotel carpet.*"

ação coordenada em interação com o outro para que haja a coordenação da própria coordenação, atribuindo significado e sentido da RV na vida dos seres humanos. Também podemos perceber o constante hibridismo entre a realidade física e a virtual, ao lermos que a personagem buscou o braço da cadeira para tentar se situar naquele ambiente, completamente distinto e estranho ao cotidiano.



Fonte: Virtual Reality Society (2017)¹⁹

Em 1938 temos, em uma ambientação literária e teatral, a primeira aparição do termo “realidade virtual”, no livro *Le Théâtre et son double*:

Todos os verdadeiros alquimistas sabem que o símbolo alquímico é uma miragem, pois o teatro é uma miragem. E essa alusão perpétua às coisas e ao princípio do teatro, encontrada em quase todos os livros alquímicos, deve ser entendida como o sentimento (do qual os alquimistas tinham a mais extrema consciência) da identidade que existe entre o plano, em que evoluem personagens, objetos, imagens e, de um modo geral, tudo o que constitui a **realidade virtual** do teatro, e o plano puramente suposto e ilusório sobre o qual os símbolos da alquimia evoluem²⁰ (ARTAUD, 1938, p. 11, tradução nossa).

Com essa passagem, concebemos a imersão a partir do momento que é citado um ambiente real distinto daquele que está sendo visualizado, como a miragem que é o teatro, conforme a citação. Denota-se, também, um processo de indução, de forma que na narrativa os participantes são direcionados a compreender o seu entorno de uma forma diferente da que estava sendo sentida.

¹⁹ Disponível em: <<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>> Acesso em: 16 out. 2018.

²⁰ “Tous les vrais alchimistes savent que le symbole alchimique est un mirage comme le théâtre est un mirage. Et cette perpétuelle allusion aux choses et au principe du théâtre que l'on trouve dans à peu près tous les livres alchimiques, doit être entendue comme le sentiment (dont les alchimistes avaient la plus extrême conscience) de l'identité qui existe entre le plan sur lequel évolue les personnages, les objets, les images, et d'une manière générale, tout ce qui constitue la réalité virtuelle du théâtre, et le plan purement supposé et illusoire sur lequel évoluent les symboles de l'alchimie.”

Enfim, ocorre a interação na realização de ações consensuais e em congruência na realidade física e virtual.

Já em 1939, estereoscópios que utilizavam filmes coloridos da Kodak foram lançados; eram os *View-Master*, conforme pode ser observado na Figura 9. Por meio desses filmes coloridos, era possível visualizar fotografias tridimensionais.

Figura 9 – View Master, da Sawyer's Inc (1939)



Fonte: Página Do you remember?²¹

Em 1945, McCollum patenteou o primeiro dispositivo televisivo estereoscópico, como pode ser visto no Anexo 1 o registro da patente ilustrado. Esse dispositivo permitia que as imagens de uma televisão fossem visualizadas estereoscopicamente.

Ainda, nesse mesmo ano, Vannevar Bush, grande responsável por diversos financiamentos militares na época e um dos responsáveis pelo desenvolvimento da bomba atômica e precursor do conceito de hipertexto – de impossível execução à época, devido a evolução tecnológica da época, escreveu, em julho, um artigo chamado *As we may think* (Como podemos pensar), onde discutia a aplicação de máquinas de maneira a aprimorar as complementaridades para o intelecto humano.

Máquinas com peças intercambiáveis podem agora ser construídas com grande economia de esforço. Apesar de muita complexidade, eles funcionam de forma confiável. Testemunhe a humilde máquina de escrever, a câmera de cinema ou o automóvel. Os contatos elétricos deixaram de ficar quando foram totalmente compreendidos. Observe a central telefônica automática, que possui centenas de milhares de contatos e, ainda assim, é confiável. Uma teia de aranha de metal, selada em um recipiente de vidro fino, um fio aquecido até brilhar, em suma, o tubo termiônico de aparelhos de rádio, é feito pelos cem milhões, jogados em pacotes, conectados a tomadas - e funciona! Suas partes leves, a localização exata e o alinhamento envolvidos em sua construção, teriam ocupado um mestre artesão da corporação por meses; agora é construído por trinta centavos. O mundo chegou a uma idade de dispositivos

²¹ Disponível em: <<https://www.doyouremember.co.uk/memory/view-master>>. Acesso em: 28 out. 2018.

complexos e baratos de grande confiabilidade; e algo está prestes a acontecer. (BUSH, 1945, p. 102, tradução nossa)²²

Percebemos que as tecnologias tiveram um grande salto evolutivo no âmbito técnico e isso trouxe avanços às formas de interação entre os seres humanos, assim como na capacidade de armazenamento da mente humana, por meio de associações, e o campo da visão estereoscópica possibilitou, em seu progresso, inúmeros processos interativos e previamente imersivos. Esse artigo, uma reescrita ampliada de *Mechanization and the Record*, publicado na revista *Fortune* de 1939, juntamente com a experiência de Douglas Engelbart, renomado cientista que ficou amplamente conhecido pela invenção do mouse, permitiram que Douglas começasse a construir as primeiras noções de interface (LEMOS, 2013), conceito importantíssimo para o que viria nos passos seguintes da história da evolução da RV.

Embora as primeiras experiências com estereoscópios e outros dispositivos analógicos tenham se dado do meio do século XIX até a década de 40, os primeiros passos relacionados à significação da RV surgem pouco antes da Segunda Guerra Mundial, com simuladores de voo que a força Aérea norte-americana implantou com a finalidade de aperfeiçoar o treinamento de seus pilotos. Nesse período, não se tinha o conceito de RV concebido, sendo denominados apenas como aparelhos de simulação com finalidades bélico-científicas (JACOBSON, 1994).

O propósito desses dispositivos era que não se distinguisse o material do virtual. Uma das pessoas que mais contribuíram para o desenvolvimento da RV foi Morton Heilig. Em vários artigos é considerado “o pai da RV”. Diplomado em Direção de Cinema, Bacharel em Filosofia e Mestre em Artes da Comunicação, o cineasta foi pioneiro em tecnologia de RV.

De acordo com o site do próprio Morton Heilig²³, sua primeira invenção foi a Máscara Telesférica, mostrado na Figura 10, sob a patente nº 2.955.156, em 1960.

²² *Machines with interchangeable parts can now be constructed with great economy of effort. In spite of much complexity, they perform reliably. Witness the humble typewriter, or the movie camera, or the automobile. Electrical contacts have ceased to stick when thoroughly understood. Note the automatic telephone exchange, which has hundred of thousands of such contacts, and yet is reliable. A spider web of metal, sealed in a thin glass container, a wire heated to brilliant glow, in short, the thermionic tube of radio sets, is made by the hundred million, tossed about in packages, plugged into sockets - and it works! Its gossamer parts, the precise location and alignment involved in its construction, would have occupied a master craftsman of the guild for months; now it is built for thirty cents. The world has arrived at an age of cheap complex devices of great reliability; and something is bound to come of it.*

²³ <http://www.mortonheilig.com/InventorVR.html>.

É o primeiro dispositivo a se ter uma tela montada na cabeça, que fornece visão estereoscópica ampla e som estéreo real.

Figura 10 – Máscara Telesférica (1960)



Fonte: página de Morton Heilig²⁴

Soma-se a isso, em 1960, a Bell Helicopter Company, que trabalhou sobre várias pesquisas acerca de realidade aumentada a partir de câmeras. Um dos projetos possuía um monitor montado na cabeça do usuário com uma câmera infravermelha que lhes dava visão noturna e permitia detectar terrenos acidentados. “Uma câmera infravermelha, que se movia enquanto a cabeça do piloto se movia, era montada no fundo de um helicóptero. O campo de visão do piloto era o da câmera.”²⁵ (GLASSDEVELOPMENT, 2014, online, tradução nossa).

Iniciado em 1957 e patenteado em 1962 sob patente nº 3.050.870, por meio do Sensorama (que pode ser observado na Figura 11), criado por Morton Heilig, podia-se usufruir da experiência de passear com uma motocicleta imóvel por um ambiente virtual que simulava a ilha nova-iorquina de Manhattan, nos Estados Unidos, o Sensorama consistia de uma tela onde eram transmitidas imagens da cidade, além de outros dispositivos que potencializavam a experiência àquela realidade, com aroma, som estéreo, vibrações do assento e vento no cabelo para criar possibilitar a imersão.

“O usuário, sentado em uma motocicleta estacionária, fica olhando para uma tela onde vão desfilando imagens, podendo, ao mesmo tempo, escutar ruídos, sentir odores e ver a cidade” (LEMOS, 2013, p. 156). Em outras palavras, consistia numa cabine com dispositivos de visão estereoscópica – reprodução de imagens

²⁴ Disponível em: <<http://www.mortonheilig.com/InventorVR.html>> Acesso em: 22 out. 2018.

²⁵ *An infrared camera, which moved as the pilot's head moved, was mounted on the bottom of a helicopter. The pilot's field of view was that of the camera.*

superficialmente díspares em cada panorama – que proporcionava ao usuário visão tridimensional, sensações táteis, som estéreo, visor de RV, vibrações mecânicas e circulação de ar por ventiladores, de forma que se pudesse experienciar “viagens” multissensoriais, como pode ser visto em um cartaz da época, apresentado na Figura 11.

Figura 11 – O Sensorama e um cartaz com sua propaganda



Fontes: página de Morton Heilig²⁶ e página do Glass Development²⁷

Embora não houvesse imersão nessa experiência (LEMOS, 2013), foi fundamentado nesse invento que outras aplicações foram surgindo: de jogos até demandas da área da saúde (como cirurgias a distância), de treinamento com uso de simuladores à projeção de edificações na esfera da construção civil. No âmbito educacional, diversos institutos estão realizando pesquisas na área também.

Douglas Engelbart publicou, em 1963, um artigo chamado *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework* (Aumentando o intelecto humano: uma estrutura conceitual²⁸), que trazia diversos conceitos relacionados à interação digital (mesmo que não fosse denominado assim na época) e ao uso daquilo que ele denominara “artefatos de computadores”.

O sistema que queremos melhorar pode, assim, ser visualizado como um ser humano treinado junto com seus artefatos, linguagem e metodologia. O novo sistema explícito que contemplamos envolverá artefatos de computadores e dispositivos de armazenamento de informações controlados por computador, de manipulação de informações e de exibição de informações. Os aspectos da estrutura conceitual que são discutidos aqui são principalmente aqueles relacionados à capacidade do ser humano

²⁶ Disponível em: <<http://www.mortonheilig.com/InventorVR.html>> Acesso em: 02 de out. de 2018.

²⁷ Disponível em <<https://glassdevelopment.wordpress.com/2014/04/17/hmd-history-and-objectives-of-inventions/>>. Acesso em 29 out. 2018.

²⁸ Tradução nossa.

de fazer uso significativo de tal equipamento em um sistema integrado (ENGELBART, 1963, p. 9, tradução nossa).²⁹

Nesse artigo, também, o autor fazia referências a um intelecto coletivo que seria viabilizado pelo uso de máquinas e de uma grande rede compartilhada, permitindo maior interação entre os usuários. Outro pioneiro no campo da RV foi Joseph Carl Robnett Licklider, cientista da computação que, em 1960, propôs que a interação entre homem e computador deveria ser mais simples e simbiótica (LE MOS, 2013).

A simbiose homem-computador é um desenvolvimento esperado na interação cooperativa entre homens e computadores eletrônicos. Envolverá um acoplamento muito estreito entre os membros humanos e eletrônicos da parceria. Os principais objetivos são: 1) permitir que os computadores facilitem o pensamento formulado, pois agora facilitam a solução de problemas formulados; e 2) capacitar homens e computadores a cooperar na tomada de decisões e no controle de situações complexas sem dependência inflexível de programas predeterminados.³⁰ (LICKLIDER, 1960, p. 4, tradução nossa)

É explicado por Licklider, portanto, que as metas são definidas pelos homens, enquanto que os computadores devem fazer o trabalho de rotina. De acordo com as análises do autor, essa parceria homem-computador permitiria operar na intelectualidade com maior eficácia do que apenas o homem poderia realizar.

No começo dos anos 60, Charles Comeau e James Bryan criaram o *Headsight*, pela Philco, um dispositivo que promovia estímulos visuais e reconhecimento de objetos (conforme a Figura 12), sendo considerado o primeiro HMD funcional. Seu objetivo principal era ser usado com um sistema de vídeo de circuito fechado controlado remotamente, para visualizar, em perspectiva, situações perigosas.

Segundo Comeau (1961), a fabricante de equipamentos Philco, [...], em 1958, desenvolveu uma interface que consistia em um par de câmeras

²⁹ *The system we want to improve can thus be visualized as trained human being together with his artifacts, language, and methodology. The explicit new system we contemplate will involve as artifacts computers and computer-controlled information-storage, information-handling and information-display devices. The aspects of the conceptual framework that are discussed here are primarily those relating to the human being's ability to make significant use of such equipment in an integrated system.*

³⁰ *Man-computer symbiosis is an expected development in cooperative interaction between men and electronic computers. It will involve very close coupling between the human and the electronic members of the partnership. The main aims are 1) to let computers facilitate formulative thinking as they now facilitate the solution of formulated problems, and 2) to enable men and computers to cooperate in making decisions and controlling complex situations without inflexible dependence on predetermined programs.*

controlado remotamente e o protótipo de um capacete com monitores acoplados que permitiam ao usuário experimentar o sentimento de estar presente dentro de um determinado ambiente. (FIALHO, 2018, p. 20)

O sistema também não era imersivo, uma vez que se podia enxergar através dos elementos transparentes do *hardware*. Entretanto, isso faz dele o primeiro dispositivo de realidade aumentada.

Figura 12 – Headsight (1961)



Fonte: Levelcapped

Por meio de rastreamento magnético, os movimentos da cabeça do usuário eram monitorados de outra sala a partir das condições de movimento. O dispositivo foi desenvolvido com a finalidade de utilizar esse sistema de rastreamento para mover uma câmera remota. Essa capacidade, contudo, fez com que o mesmo tivesse sucesso até em treinamentos militares e de voo. Ele foi idealizado com o intuito de cercar o usuário com informações tridimensionais que mudassem conforme ele se movesse por meio de um conjunto óptico de transmissão baseada em *Cathodic Ray Tube* (CRT) para cada olho.

De acordo com Lemos (2013), foi por meio dos estudos de Ivan Sutherland – famoso cientista da computação – e do desenvolvimento das primeiras interfaces gráficas com interação que este conseguiu, em 1966, realizar as primeiras experiências com HMDs. O dispositivo de Sutherland foi batizado de “*Ultimate Display*” e pode ser observado na Figura 13. Foi o primeiro *display*, também, a utilizar visibilidade omnidirecionada binocular (*Binocular Omni Orientation Monitor – BOOM*). Podemos considerar o *Sword of Damocles* como o pioneiro dentre todos os dispositivos de óculos digitais e RV. Segundo Kirner e Tori (2006, p. 4), “Sutherland demonstrou a possibilidade da imersão e da telepresença na laje de um edifício, cujos movimentos eram diretamente controlados pelos da cabeça do

observador usando o capacete no interior do edifício”. Dessa maneira, a partir do ponto de vista que o observador tivesse, ele poderia até mesmo sentir as mesmas emoções que sentiria se estivesse presencialmente no topo do edifício.

Figura 13 – Visualizador em realidade virtual de Ivan Sutherland, o Ultimate Display



Fonte: Sutherland (1968).

Este dispositivo exibia um corpo exageradamente grande, o que resultava em ter que parafusá-lo no teto e abaixá-lo por meio de um braço ajustável de forma a poder montá-lo na cabeça. Permitia, através da sua tela, que o usuário girasse em 360 graus em torno do eixo Z, acompanhando a visão de ambos os olhos, assim como a orientação e a posição da cabeça do usuário (PIMENTEL; TEIXEIRA, 1995).

O usuário tem um campo de visão de 40 graus da informação sintética exibida nos tubos de raios catódicos em miniatura. Espelhos semi-prateados nos prismas através dos quais o usuário olha permitem ver as imagens dos tubos de raios catódicos e objetos na sala simultaneamente. Assim, o material exposto pode ser feito para pendurar no espaço ou para coincidir com mapas, bancadas, paredes ou com as teclas de uma máquina de escrever.³¹ (SUTHERLAND, 1968, p. 297, tradução nossa)

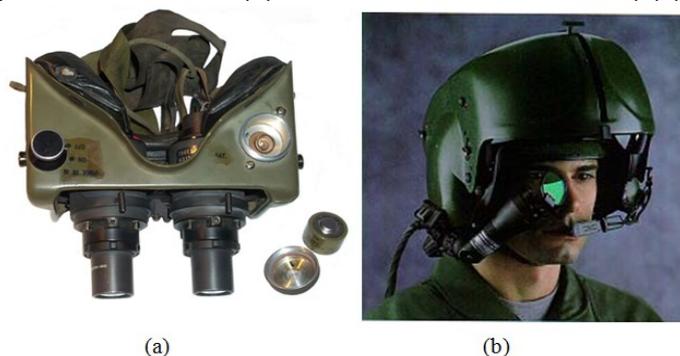
³¹ *The user has a 40 degree field of view for the synthetic information displayed on the miniature cathode ray tubes. Half-silvered mirrors in the prisms through which the user looks allow him to see both the images from the cathode ray tubes and objects in the room simultaneously. Thus displayed material can be made either to hang disembodied in space or to coincide with maps, desk tops, walls, or the keys of a typewriter.*

Sutherland continuou trabalhando na pesquisa de equipamentos de RV. Em 1968, junto com seu pupilo Robert Sproull (posteriormente, vice-presidente da SUN *Microsystems*), desenvolveu um sistema melhorado de RV com uso de HMD, chamando-o de *Sword of Damocles*. Este tinha o diferencial de ser conectado a um computador e não a uma câmera. Este computador gerava gráficos bastante primitivos de objetos e espaços. O dispositivo consistia em um capacete com duas telas posicionadas frente aos olhos a fim de dar uma visão estereoscópica, sendo que quando o usuário movia a cabeça, “um computador rapidamente recompunha as imagens na frente de cada olho para manter a ilusão de que o mundo renderizado por computador permanecia parado enquanto o usuário o explorava”³² (LANIER, 2001, p. 68, tradução nossa). Dessa maneira, temos o primeiro dispositivo estável de RV, embora ainda não tivesse essa alcunha.

O termo Realidade Virtual (RV) se baseia na expressão Realidade Artificial (RA) utilizado em 1969 nos estudos encabeçados por Myron Krueger. Nesses estudos, ele desenvolvia ambientes virtuais e responsivos, criados computacionalmente, onde era possível de se interagir. As pessoas que participavam dessa interação poderiam estar distantes umas das outras e ainda assim conseguiam se comunicar (JACOBSON, 1994).

Em 1973, começou a ser testado pela Força Aérea norte-americana um sistema de aplicações HMD de visão noturna chamado *Army/Navy Portable Visual Search (AN/PVS-5)*, como pode ser visto na Figura 14, onde o capacete possui um sistema de mira integrado chamado *Integrated Helmet And Display Sighting System (IHADSS)* e foi utilizado pela primeira vez em 1985 (D'ANGELO, 2016).

Figura 14 – AN/PVS-5 (a) e o sistema de mira IHADSS (b) (1985)

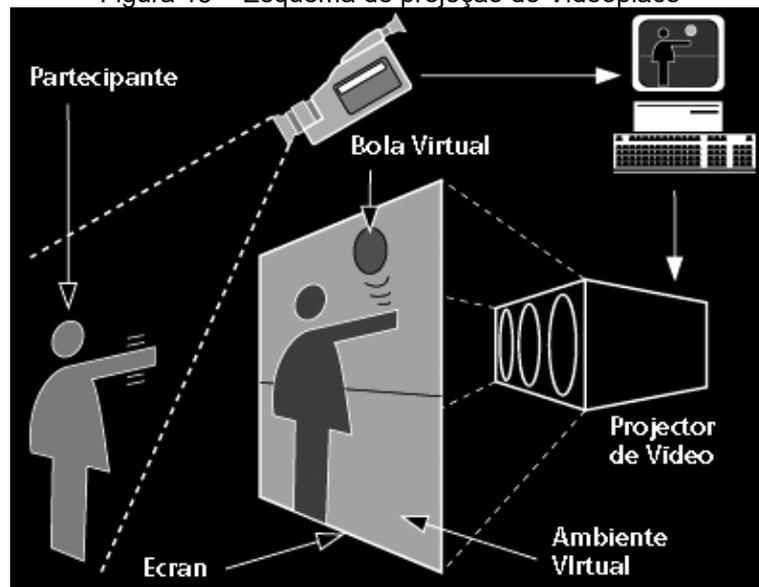


Fonte: Laboratório iMobilis (2016).

³² A computer would quickly recompute the images in front of each eye to maintain the illusion that the computer-rendered world remained stationary as the user explored it.

Myron Krueger também foi o responsável, em 1975, pela criação do método de RV de projeção e de um projeto chamado *Videoplace* – cujo esquema de funcionamento pode ser visto na Figura 15 –, um dispositivo composto por uma câmera que capturava a imagem do usuário e a projetava como uma sombra bidimensional em uma tela. Nessa tela, ocorria a interação dos participantes a partir do processamento de seus movimentos (JACOBSON, 1994).

Figura 15 – Esquema de projeção do Videoplace

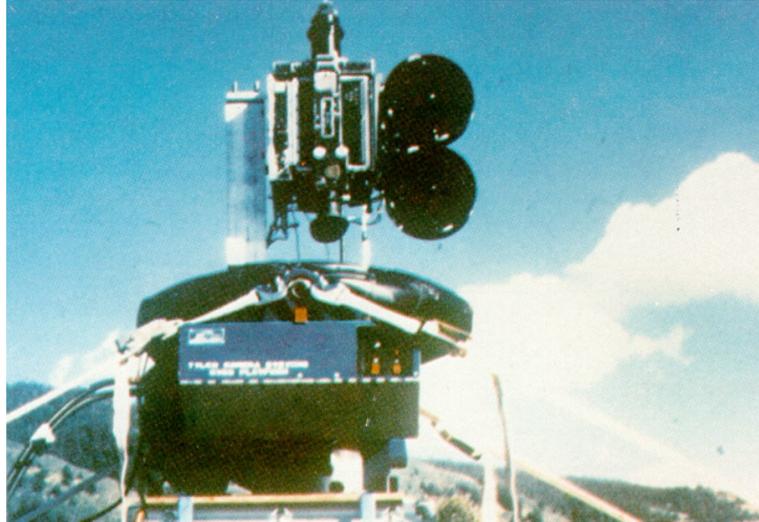


Fonte: Página Sistemas de Representação Interactivos³³

No ano de 1978, Andrew Lippman desenvolveu um sistema de hipermídia que ganhou certa notoriedade e foi batizado de *Aspen Movie Map*. Segundo Lippman (1980), o dispositivo consistia em um estabilizador giroscópico montado sobre um automóvel que contava com quatro câmeras que eram acionadas a cada 10 pés (cerca de três metros), como pode ser visto na Figura 16.

³³ Disponível em: <<https://sridc.wordpress.com/2007/11/29/videoplace-1974-myron-krueger/>>. Acesso em: 30 out. 2018.

Figura 16 – Equipamento de câmera estabilizada, com câmera de 35mm e lente anamórfica



Fonte: Lippman (1980)

É possível constatar que o *Aspen Movie Map* foi um precursor do *Google Street View*, outra tecnologia que captura imagens por câmera a fim de disponibilizá-las posteriormente em forma de mapa, promovendo uma interação com o usuário. Aqui, entretanto, não ocorria um processo de imersão, embora seja neste ponto que a realidade aumentada tenha dados grandes passos para o seu desenvolvimento.

Para Kirner (2006), a realidade aumentada é aquela que transporta o ambiente virtual para o ambiente físico do usuário, de maneira a que ele se adapte de forma mais naturalmente, promovendo a interação com a RV. Ou seja, pode-se compreender a realidade aumentada de maneira diferente da RV. Na realidade aumentada (RA) podemos abrilhantar o ambiente físico por meio de artefatos tecnológicos e digitais, de forma que tenhamos uma resposta em tempo real.

Em 1979, a Howledtt desenvolveu um equipamento para fotografias tridimensionais e amplo campo de visão estereoscópica que pode ser observado na Figura 17. Esse equipamento utiliza um sistema ótico chamado *Large Expanse Extra Perspective* (LEEP). O sistema LEEP é amplamente utilizado em dispositivos de RV. Desde então uma grande variedade de HMDs têm sido desenvolvidos e comercializados.

Figura 17 – Câmera LEEP (1979)



Fonte: Página da LeepVR³⁴

Na década de 80, Steve Mann desenvolveu o *EyeTap*: um computador em uma mochila conectado a um capacete com uma câmera e visor. Embora o equipamento de Mann se categorize mais como um dispositivo de realidade aumentada do que de RV, considera-se a importância do mesmo como um marco entre os equipamentos de RV, devido ao seu tamanho nada convencional para essa utilidade.

O EyeTap é um dispositivo que permite, em certo sentido, que o próprio olho funcione como visor e como câmera. O EyeTap é, ao mesmo tempo, o olho que exibe as informações do computador para o usuário e um dispositivo que permite ao computador processar e possivelmente alterar o que o usuário vê. Aquilo que o usuário olha é processado pelo EyeTap. Isso permite que o EyeTap, sob controle do computador, aumente, diminua ou altere de alguma forma a percepção visual de um usuário sobre seu ambiente, o que cria uma realidade mediada por computador. Além disso, idealmente, o EyeTap exibe informações geradas por computador na distância focal apropriada e no intervalo de tons³⁵. (EYETAP, 2018, online, tradução nossa)

Em outras palavras, a luz que seria processada pelo olho é desviada. O desviador é um espelho de dupla face ou um divisor de feixes de luz. Isto posto, a luz é coletada por um sensor, geralmente um sensor CCD de câmera. Os dados são processados e a imagem é exibida novamente como raios de luz. O *aremac* (a palavra “câmera” de trás para frente) é um dispositivo que exibe as informações já com a profundidade apropriada. Os raios de luz refletem novamente o desvio e

³⁴ Disponível em: <<http://www.leepvr.com/leepcamera.php>>. Acesso em: 29 out. 2018.

³⁵ *EyeTap is a device which allows, in a sense, the eye itself to function as both a display and a camera. EyeTap is at once the eye piece that displays computer information to the user and a device which allows the computer to process and possibly alter what the user sees. That which the user looks at is processed by the EyeTap. This allows the EyeTap to, under computer control, augment, diminish, or otherwise alter a user's visual perception of their environment, which creates a Computer Mediated Reality. Furthermore, ideally, EyeTap displays computer-generated information at the appropriate focal distance, and tonal range.* Disponível em: <<http://www.eyetap.org/research/eyetap.html>>. Acesso em: 29 out. 2018.

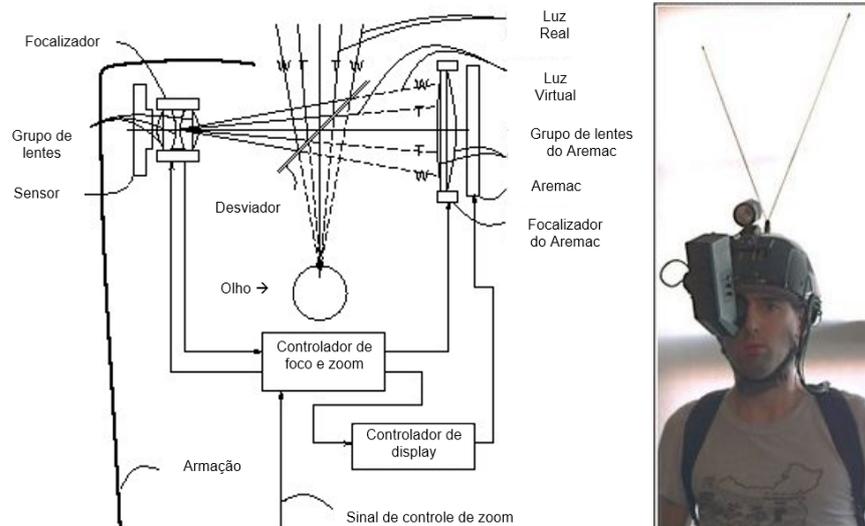
colidem com os raios de luz da cena. Dessa forma, os raios de luz que passam pelo desvio e o usuário percebe a luz virtual, como pode ser visto na Figura 18.

De acordo com a própria empresa desenvolvedora do *EyeTap*,

Em uma realidade mediada por computador, as imagens de uma câmera são vistas pelo usuário e, alterando o vídeo, os objetos do mundo real podem ser completamente obstruídos por informações geradas por computador. [...] os sistemas HMD transparentes de vídeo não colocam necessariamente a câmera no centro de projeção da lente de um olho de um usuário. Em vez disso, as câmeras são colocadas perto dos olhos de um usuário, e o usuário percebe apenas as imagens de vídeo³⁶ (EYETAP, 2018, online, tradução nossa).

Isso significa que o *EyeTap* não é como os HMDs que conhecemos, pois HMDs geralmente fornecem informações ou acrescentam informações perante o que um usuário percebe, mas tem significativa importância para a evolução dos HMDs e a forma como o conhecemos hoje. Na Figura 18 também podemos ver como era o *layout* externo do *EyeTap*.

Figura 18 – Fundamentos de operacionalidade do EyeTap e seu layout



Fonte: Página do EyeTap, adaptada pelo autor.³⁷ e página da Eyeglass³⁸.

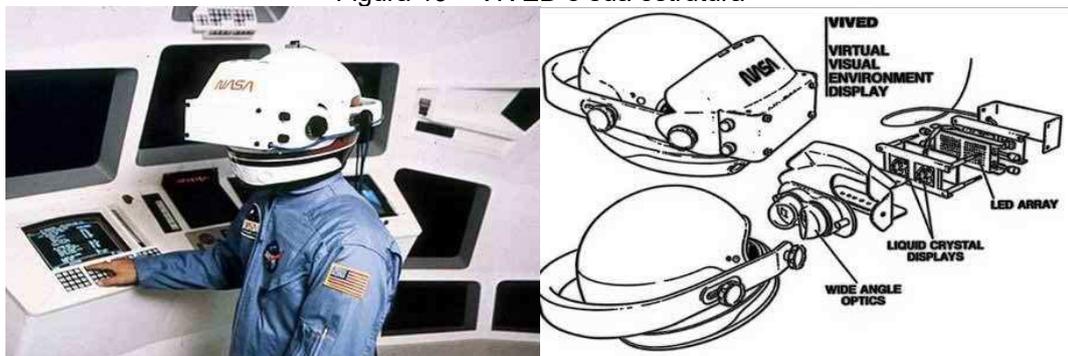
³⁶ In a Computer Mediated Reality, images from a camera are seen by the user, and, by altering the video, real world objects can be completely occluded by computer-generated information. [...] the Video see-through HMD systems do not necessarily place the camera at the centre of projection of the lens of an eye of a wearer. Rather, the cameras are placed close to the eyes of a wearer, and the wearer perceives only the video images.

³⁷ Disponível em <<http://www.eyetap.org/research/eyetap.html>>. Acesso em 29 out. 2018.

³⁸ Disponível em: <<https://glassdevelopment.wordpress.com/2014/04/17/hmd-history-and-objectives-of-inventions/>>. Acesso em: 29 out. 2018.

Em 1984, a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) desenvolveu um equipamento que gerava imagens estereoscópicas (RHEINGOLD, 1991). Por meio da agência, Michael McGreevy passou a desenvolver um projeto que ficou conhecido como *Virtual Visual Environment Display* (VIVED) e passou por alguns avanços à medida que outras tecnologias, como visores em *liquid-crystal display* (LCD) e o rastreamento dos movimentos da cabeça, foram evoluindo. A intenção desse HMD era tornar a interação na RV algo público e acessível a todos. O VIVED pode ser visto na Figura 19.

Figura 19 – VIVED e sua estrutura



Fonte: Virtual Reality headset Shop, VR Shop (2016)

Dando continuidade às suas pesquisas, a NASA desenvolveu, em 1988 um HMD que possui vários aspectos semelhantes aos dispositivos atuais, permitindo uma interação e uma imersão maior que seu antecessor pelo fato de possuir uma tecnologia visual mais avançada, recursos de áudio aprimorados e dispositivos “vestíveis” (*wearables*), como luvas com sensibilidade tátil e de movimento. Era o *NASA View HMD* (Figura 20), dispositivo utilizado, inclusive, por astronautas no intuito de fazer simulações espaciais (KALAWSKI, 1993).

Figura 20 – NASA View HMD (1988)

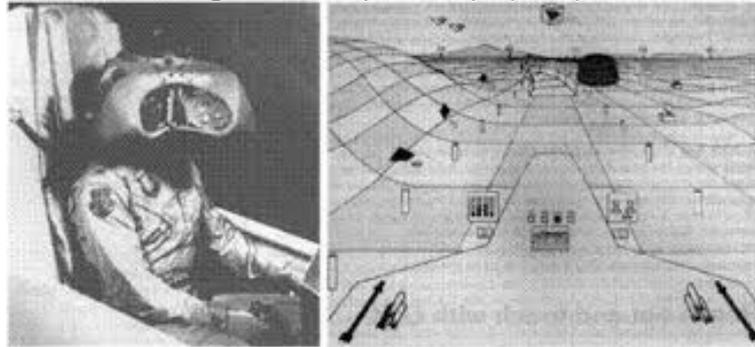


Fonte: Virtual Reality headset Shop, VR Shop³⁹ (2016)

³⁹ Disponível em: <<http://www.shop-virtual-reality-headsets.co.uk/nasa-view-hmd/>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

Já em 1986, Thomas A. Furness III – um dos pioneiros no estudo de HMDs e da RV – desenvolveu, a partir do sistema de RV *Visually Coupled Airborne Simulator*⁴⁰ (VCASS), de 1982, o sistema *Super Cockpit* – apresentado na Figura 21 –, um sistema interativo e imersivo que permitiu aos membros da Força Aérea inovar suas experiências em simuladores (PIMENTEL; TEIXEIRA, 1995; STEINICKE, 2016).

Figura 21 – Super Cockpit (1982)



Fonte: PIMENTEL; TEIXEIRA (1995)

Jaron Lanier, conhecido por muitos como o pai da RV (além de ser músico e perito na área de tecnologia), definiu o termo “realidade virtual” com a finalidade de diferenciar simulações computacionais típicas de simulações realizadas em espaços compartilhados. Lanier (2001, p. 69, tradução nossa) diz que “a realidade virtual combina a ideia de mundos virtuais com redes, colocando vários participantes em um espaço virtual usando monitores montados na cabeça”⁴¹. Lanier conseguiu, assim, estabelecer um dos primeiros conceitos concretos de RV, utilizado até os dias de hoje.

A VPL Research (*Visual Programming Language* ou *Virtual Programming Language*), empresa criada por Lanier em 84, foi responsável por comercializar diversos sistemas e dispositivos de RV, dentre eles o sistema *Reality Built for Two* – Realidade construída para dois (RB2), em 1989 (LANIER, 2001). Consoante a Lemos (2013), foi o RB2 o responsável por popularizar a RV, que pode ser visto na Figura 22. Era composto de capacetes – *eyephones* – e luvas de dados – *data*

⁴⁰ Na tradução literal, Simulador Aerotransportado Visualmente Acoplado (PIMENTEL; TEIXEIRA, 1995).

⁴¹ *Virtual reality combines the idea of virtual worlds with networking, placing multiple participants in a virtual space using head-mounted displays.*

gloves (criadas por Thomas Zimmerman) – de maneira que duas pessoas pudessem utilizá-lo simultaneamente.

Figura 22 – Eyephone



Fonte: página do artigo de Eric Chan, no Medium (2017)

No início dos anos 90 algumas tecnologias de RV se desenvolveram devido à popularidade de consoles de videogames que inseriram em seu contexto, equipamentos que permitiam tal interação. Inicialmente, podemos citar jogos de arcade⁴² (comumente chamado de fliperama) como os precursores no cruzamento entre equipamentos de RV e videogames (Figura 23). A partir desse momento, jogadores se tornam usuários de HMDs e passam a experimentar dessa interação imersiva-estereoscópica.

Figura 23 – Arcades com realidade virtual (~1990)



Fonte: página Futuro Exponencial⁴³ (2017)

⁴² Arcade, consoante a Clua e Bittencourt, “são máquinas de jogos de uso público, operados por fichas ou moedas, em casas especializadas ou não” (2005, p. 1316).

⁴³ Disponível em: <<https://futuroexponencial.com/evolucao-realidade-virtual/>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

Voltando-se à indústria cinematográfica, em 1992, temos o lançamento da ficção científica *O Passageiro do Futuro* (nome adaptado para o Brasil de *The Lawnmower Man*), escrito por Brett Leonard e Gimel Everett (IMDB⁴⁴), onde retrata um cientista que utiliza tecnologias digitais e, por meio da RV, transporta o usuário para um mundo totalmente digital e permite que o usuário desenvolva capacidades telepáticas e telecinéticas. Embora o enredo seja bastante quimérico, o filme apresenta uma proposta interessante à época no que tange a interação na RV e como conhecimentos e capacidades podem ser construídas por meio desta.

Voltando às tecnologias desenvolvidas no início da década de 90, podemos destacar a Sega como a primeira empresa de videogames a comercializar um dispositivo HMD para consoles. Surgiu no mercado em 1993, durante a *Winter Consumer Electronics Show*, exposição ocorrida no inverno, nos Estados Unidos. “O aparelho tinha telas de LCD, fones estéreo e sensores inerciais embutidos em seu headset, que permitiam detectar os movimentos do jogador” (CROCHE *et al.*, 2016, p. 3). Dessa forma, o jogador interagia, por meio de um processo imersivo, com as dinâmicas de alguns jogos, como pode ser visto na Figura 25.

Figura 24 – O Sega VR e a imagem do jogo Nuclear Rush (1993)



Fonte: página Sega Retro⁴⁵ (HMD) e Youtube⁴⁶ (jogo)

Seguindo a mesma fórmula, a Nintendo – famosa empresa japonesa de games – lançou, em julho de 1995, o *Virtual Boy*, um dispositivo de RV que por uma série de motivos, que vão de dores de cabeça a má ergonomia, se tornou uma verdadeira “falha virtual” (BOYER, 2009). Embora permitisse a interação por meio

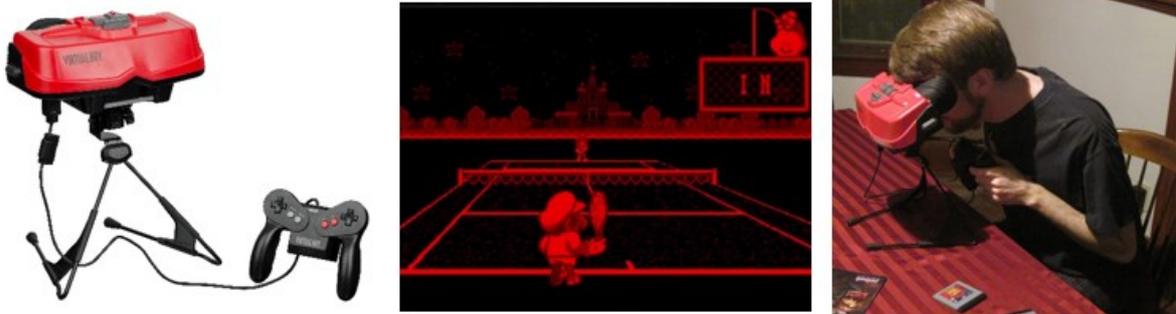
⁴⁴ Disponível em: <<https://www.imdb.com/title/tt0104692/>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

⁴⁵ Disponível em: <https://segaretro.org/Sega_VR>. Acesso em: 05 nov. 2018.

⁴⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mwY-EaUQ_Yc>. Acesso em: 05 nov. 2018.

de um controle, o dispositivo ficava em um tripé, onde o jogador deveria se inclinar para utilizar e os jogos possuíam gráficos empobrecidos, além de uma tonalidade avermelhada, como pode ser visto na Figura 25, causando náuseas e cefaleia.

Figura 25 – Virtual Boy, seus gráficos e como era utilizado



Fontes: fórum [Reddit](#)¹ (dispositivo), [Youtube](#)¹ (jogo) e página [Gamebits](#)¹ (usuário)

A indústria cinematográfica, em 1999, inovou ao trazer o filme Matrix retratando pessoas que vivem imersas em um mundo simulado onde a maioria dessas sequer têm a percepção de não viver no mundo material. A trilogia deste filme foi uma das responsáveis, inclusive, por trazer a temática da RV ao grande público (VIRTUAL REALITY SOCIETY, 2017).

Em 2011, é lançado no mercado o *iPhone Virtual Reality Viewer*, um dispositivo que funciona exclusivamente com um *iPhone* (Figura 26), permitindo uma visualização estereoscópica a partir de aplicativos que podem ser instalados no *smartphone*. Utilizando o acelerômetro embutido no *iPhone* e aplicativos disponíveis para *download*, permite que os ambientes tridimensionais se movam sempre que o *iPhone* for movido (ROMERO, 2018).

Figura 26 – iPhone Virtual Reality Viewer (2011)



Fonte: página Futuro Exponencial⁴⁷

⁴⁷ Disponível em: <<https://futuroexponencial.com/evolucao-realidade-virtual/>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

No ano seguinte, a Oculus VR, empresa dedicada ao desenvolvimento de dispositivos e pesquisas com RV, aumentada e mista, lançou o *Oculus Rift*, exibido na Figura 27, um HMD que permite ao usuário interagir em quaisquer direções em jogos programados para essa finalidade (DESAI, 2014). Devido ao fato de possuir alta e precisa capacidade de resposta aos movimentos da cabeça e da ausência de dispositivos analógicos, o *Oculus Rift* pode ser considerado como um dos mais avançados HMDs no que tange a capacidade de imersão.

Figura 27 – Oculus Rift (2012)



Fonte: Wikipedia⁴⁸

Em 2013, a Tactical Haptics desenvolveu uma tecnologia háptica, ou seja, sensível ao toque, que prometia aperfeiçoar a experiência e interação na RV com relação a sensibilidade da força, tração e vibração das mãos através de controles (PROVANCHER, 2014). Para esse aparelho se deu o nome de *Reactive Grip*⁴⁹, que pode ser visto na Figura 28. Os estudos relacionados à robótica e à engenharia da computação sugerem, à vista disso, que a interação por meio desses dispositivos é mais eficaz pelo fato de ampliar o sentido de interação não somente por meio da visão, mas por outros sentidos humanos, principalmente o toque. Essa eficácia se dá pela perturbação das sensações e das respostas que o corpo humano dá por meio delas, permitindo novas formas de se construir o conhecimento e de se analisar o ambiente em que se vive.

É por meio de pesquisas relacionadas aos dispositivos hápticos que podemos perceber como os processos de imersão, ou seja, o sentimento de presença no ambiente visualizado e o engajamento na ação na RV podem ser melhor explorados, principalmente quando se percebe, a partir da análise da linha

⁴⁸ Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift>. Acesso em: 05 nov. 2018.

⁴⁹ Na tradução, aderência reativa, nome esse que conceitua justamente a sua ação, ou seja, representa, a partir do seu nome, a sensibilidade ao toque.

do tempo realizada até o momento, que tais dispositivos ainda estão um passo atrás de tecnologias como o HMD.

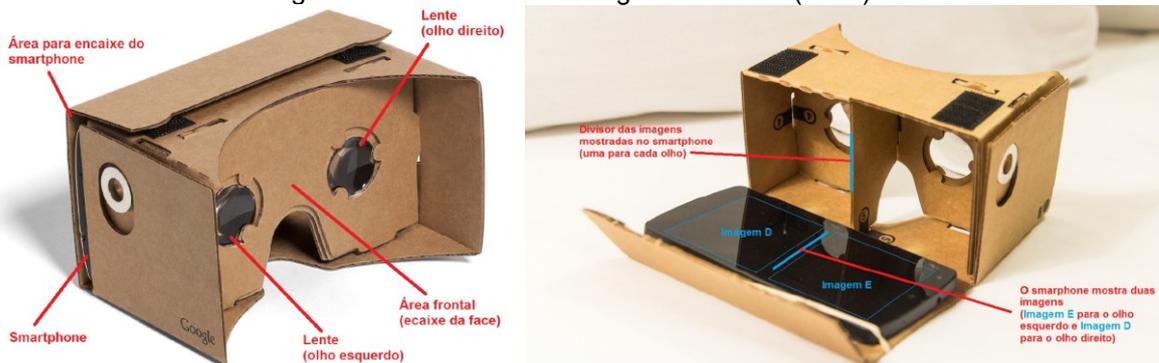
Figura 28 – Reactive Grip, da Tactical Haptics (2013)



Fonte: site Road to VR⁵⁰

A Google, em 2014, também trouxe inovações no campo da RV. “O *Google Cardboard* proporciona experiências de imersão para todos de uma forma simples e barata” (GOOGLE, 2018). Como pode ser visto na Figura 29, ele é feito em papelão e suas instruções de montagem são disponibilizadas por meio do site oficial⁵¹. É necessário, também, que se insira no seu interior um *smartphone* que possua compatibilidade com a tecnologia. Pelo fato de ter um custo-benefício bastante atraente, o *Google Cardboard* se tornou popular em aplicações voltadas às mais diversas áreas do conhecimento, aproximando a interação na RV de forma acentuada e proporcionando, inclusive, avanços em pesquisas científicas que tratam da RV e da realidade aumentada.

Figura 29 – Estrutura do Google Cardboard (2014)



Fonte: Magagnatto (2018)

⁵⁰ Disponível em: <<https://www.roadtovr.com/ces-2018-tactical-haptics-debuts-reconfigurable-controller/>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

⁵¹ Disponível em: <https://vr.google.com/intl/pt-BR_pt/cardboard/>. Acesso em: 05 nov. 2018.

A Samsung, por sua vez, lançou em 2015 um “concorrente” chamado *Samsung Gear VR*, que pode ser visto na Figura 30. Para funcionar, deve-se colocar o smartphone em seu interior com aplicativos devidamente instalados e compatíveis com a tecnologia. Entretanto, o mesmo opera apenas com aparelhos da linha *Galaxy*⁵² (SAMSUNG, 2018).

Figura 30 – Samsung Gear VR



Fonte: Página do Samsung Gear VR⁵³

Os dois últimos dispositivos citados funcionam exclusivamente por meio de *smartphones*, situação diferente do último artefato de RV citado nesta linha do tempo. Este, desenvolvido pela Microsoft, foi batizado em 2016 de *Microsoft HoloLens* (Figura 31). Embora permita o usuário interagir de maneira diferente, possui características técnicas que permitem a interação, tanto na RV quanto na realidade aumentada. Considerado o primeiro computador autônomo holográfico do mundo (MICROSOFT, 2018), possibilita a criação de hologramas ao redor do usuário, bem como a interação com eles.

Figura 31 – Microsoft HoloLens (2016)



Fonte: página do Microsoft HoloLens⁵⁴

⁵² Disponível em: <<https://www.samsung.com/br/wearables/gear-vr-r325/>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

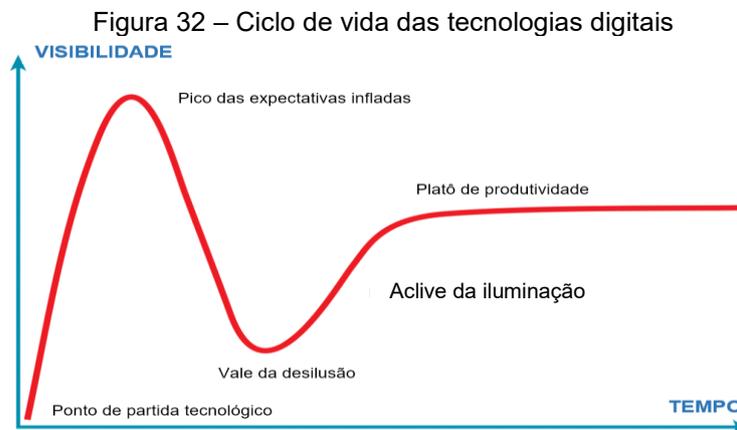
⁵³ Disponível em: <<https://www.samsung.com/br/wearables/gear-vr/>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

⁵⁴ Disponível em: <<https://www.microsoft.com/en-us/hololens>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

Com a atualidade, as tecnologias foram se desenvolvendo e as necessidades se modificaram com a interação entre as tecnologias e os seres humanos. Por meio da linha do tempo, podemos observar que os aspectos tecnológicos de cada artefato contribuíram para o desenvolvimento da forma de pensar, viver e conviver, adaptando-se em congruência aos interesses humanos e formando novos espaços de construção do conhecimento. Os HMDs podem abrir novos caminhos e espaços para essa construção, mediante estimulação visual.

Idealmente, a estimulação visual gerada por um HMD deve ser apresentada em um campo de visão (FOV, do inglês *Field of View*) de 200° na horizontal e de 125° na vertical, em uma resolução angular de 0.5 min de arco, com alcance dinâmico de 80db, em uma resolução temporal de 120Hz, e deve apresentar um design de um óculos comum (D'ANGELO, 2016).

Alguns estudos realizados na Carnegie Mellon University, em Pittsburgh, Pensilvânia, nos Estados Unidos, dizem que as tecnologias possuem períodos específicos de rendimento e produtividade. A visibilidade também é um fator que se mostra relativo ao tempo na avaliação de produtividade, como é visto na Figura 32.



Fonte: Página da My Cours ⁵⁵ (tradução nossa)

A partir desse gráfico, compreendemos que as tecnologias possuem um ponto de partida e um pico de expectativas acerca delas demasiadamente elevado no começo; passa por um período de estabilização, onde cai no chamado “vale da desilusão”; percorre pelo active da iluminação, onde geralmente novas formas de aplicabilidade são desenvolvidas tais como a produção de jogos com RV, em meados dos anos 80, alcançando um período de produtividade levemente crescente

⁵⁵ Disponível em: <<http://mycours.es/gamedesign2016/presentations/a-brief-history-of-virtual-reality/>>. Acesso em: 18 out. 2018.

(PEDERCINI, 2016). Se analisarmos o desenvolvimento de tecnologias de HMDs, percebemos um ponto de partida tecnológico no ano de 1945, uma elevação da visibilidade em um curto espaço de tempo, por meio do *Sensorama* e de dispositivos de simulação aérea, despontando em 1996, com o *Virtual Boy*, console da Nintendo que vendeu cerca de um milhão de unidades (MORENO, 2018).

De 1996 até meados de 2012, pouco ouvimos falar sobre o desenvolvimento e a disseminação de dispositivos de RV, caracterizando o período até a chegada do “Vale da desilusão”. O auge nomeado de “auge da iluminação” ocorre após a arrecadação de fundos no site Kickstarter para o desenvolvimento do *Oculus Rift* e as tecnologias que seguem posteriormente completam, por fim, o platô de produtividade, onde a tendência é permanecer por maior tempo com uma visibilidade não muito íngreme.

Esses aspectos na RV promovem uma leve aceleração na evolução e desenvolvimento humano dentro da área educacional. É fundamental trazer para a nova era elementos contemporâneos com uma linguagem coerente à realidade dos estudantes.

Adquire-se a capacitação como uma capacidade de fazer e refletir sobre o fazer, apenas se o processo de aprendizagem ocorrer desde a possibilidade de ser responsável pelo que se faz. A capacitação, portanto, requer a criação efetiva dos espaços de ação envolvidos (MATURANA; REZEPKA, 2003, p.18).

Utilizando técnicas específicas da RV é possível transfigurar artefatos tradicionais, como anotações em caderno e quadro, e integrá-las em um ambiente computadorizado, levando em conta que, ao contrário do que ocorria há vinte anos atrás, não é possível desassociar o mundo real do mundo virtual, já que, atualmente, um é extensão do outro (LÉVY, 1999).

3.3 EDUCAÇÃO NA ERA DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS

O mundo passa por diferentes mudanças e todas elas nos desafiam diariamente a nos adaptarmos a elas e a renovar a atuação sobre este mundo. É por meio do educar que conseguimos realizar essas mudanças em meio às perturbações que as relações com o mundo nos provocam. Maturana e Varela (2013) ressaltam que na experiência, todo o viver é transformador, principalmente aquela relacionada a nós, mesmo que muitas mudanças não nos sejam perceptíveis.

Para Moraes (2003, pp. 27-28),

[...] temos que mudar, congruentes com as mudanças que ocorrem no mundo, com o que acontece no nosso entorno. [...] para continuar existindo, todo sistema vivo necessita de muita flexibilidade estrutural para que possa dar conta das perturbações, desafios e problemas e se reorganizar sempre que necessário.

Essa mudança necessária deve ocorrer pelos processos de aprendizagens. Entende-se a “compreensão da aprendizagem como expressão do acoplamento estrutural, que manterá uma compatibilidade entre o funcionamento e meio em que ele decorre” (MATURANA; VARELA, 2013, p. 192). Assim, podemos dizer que todo aprender se dá pelas interações com os outros sistemas, bem como com o entorno, sendo o resultado da troca de energias e informações entre os seres humanos.

Almeja-se para a educação atual a emergência e ressignificação às rápidas transformações existentes no viver e conviver, assim como na forma de ser, de sentir e de fazer. Para compreendermos melhor como a educação está em congruência com o período atual, explanaremos acerca de conceitos referentes à sociedade nos dias de hoje.

A sociedade, nos últimos 20 anos, tem se transformado, deixando no seu passado o modelo industrial e se enquadrando em um novo modelo que chamamos de sociedade do conhecimento, bem como da informação, que se espalha em rede (CAPRA, 2007). Da mesma forma como ocorreu durante a revolução industrial, o momento atual vem se destacando pelas intensas mudanças no viver, no conviver e no modo de interação entre as pessoas. Se a revolução industrial foi o período que permitiu ao homem se aperfeiçoar em relação ao trabalho braçal, o período em que vivemos pode possibilitar a ampliação das suas intelectualidades e emoções. É neste período que o poder deixa de estar centrado nos recursos físicos e materiais para se centrar nos aspectos humanos, já que este é um ser de relações.

Para Moraes (1997), estamos vivendo num tempo que pode ser chamado de Era das Relações, uma vez compreendido que o mundo, o viver, o entorno e tudo ao nosso redor está interligado como em uma grande teia, repleta de intersecções. Nesta era devemos ver a integração entre homem e natureza ocorrendo de forma mais intensa, o desenvolvimento da autoconsciência e o respeito ao espírito humano e à diversidade cultural, de maneira que o ser humano e a sociedade caminhem de maneira equilibrada em direção a novos contextos interpessoais e transpessoais.

Capra (2007) ainda sugere que, diante desse paradigma, todos os conceitos e áreas do conhecimento estão interligados, ou seja, o mundo nada mais é que uma grande rede relacional, onde a mudança em um ponto pode provocar a perturbação ou alteração em outros pontos. Vale ressaltar que é necessária a reflexão conjunta, pois é por ela que tomamos consciência do próprio pensamento, bem como do poder deste na capacidade de se reconhecer como um ser humano qualificado em compreender por meio de seu próprio pensar (MORAES, 1997). O conhecimento e o pensamento são expressões e construções humanas com constantes alterações, ou melhor, nunca estão finalizados, estando sempre passíveis de mudanças conforme o processo de reflexão.

Essa era das relações requer que novos espaços de aprendizagem sejam configurados, de maneira que as informações percorram todo o circuito da teia de relações e que a construção do conhecimento e o desenvolvimento da cognição e da compreensão sensível sejam as estruturas principais para alcançarmos uma consciência coletiva aprimorada. A educação na era das relações conjectura uma nova escrita na história, no que tange a evolução humana e a correção das desarmonias, disparidades e desigualdades em diferentes âmbitos, de maneira que se desenvolvam outros meios edificantes de se viver e conviver.

Consonante a Moraes (1997), a educação tem a capacidade de criar condições que permitam o desenvolvimento humano, assim como identificar e compreender a identidade humana em sua totalidade e focar na formação integral do ser, tanto com relação ao seu pensamento, sua inteligência e intuição quanto em autonomia e responsabilidade social. Assim, o ser humano passa a agir coletivamente, transformando-o em um ser humano capaz de pensar criticamente, refletir sobre ideias e produzir suas próprias conclusões e decisões.

Para isso, a educação na era das relações precisa abranger os processos de autonomia e cooperação para que se construam sujeitos globalizados, interdisciplinares, multiculturais e com preocupações solidárias à sociedade. A demanda por novos saberes, inovação e formação humana cresce constantemente e, mesmo com tamanha demanda, muitos espaços de aprendizagem carecem estruturalmente e intelectualmente de conceitos e processos de ensino e de aprendizagem que correspondam a essa nova era, dando prosseguimento às metodologias ativas já existentes no contexto.

Os espaços são configurações que ocorrem na interação para a construção do conhecimento, em que os seres humanos cooperam no compartilhamento das representações. Nesse operar das ações mobilizam a autonomia, a imaginação e a criatividade, para a autopoiese a partir das principais reflexões no seu processo de viver e conviver. Por essa razão, o professor participa da configuração de espaço de convivência. Devido a isso, são relevantes a problematização e o olhar atento acerca do uso de tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem, bem como a atenção às teorias que dão base ao seu ofício.

Nessa perspectiva, o professor deixa de ser apenas um transmissor de informações e de saberes da tradição cultural – visão já exposta nas teorias de Dewey e Anísio Teixeira. É importante que, com a internet e o acesso facilitado às informações e tecnologias digitais, o professor saiba articular experiências condizentes à realidade de cada um e promova uma reflexão com os estudantes acerca de suas próprias vivências e relações com o mundo e com a construção de seus conhecimentos, ou seja, interpelar o ser humano em sua totalidade.

Sob essa perspectiva sistêmica, até o conceito de conhecimento necessita de ressignificação. Assim como na física quântica, onde os objetos são relativos ao olhar do observador e nunca serão olhados igualmente mais de uma vez, o conhecimento não é algo definitivo e a realidade sempre será vista de um modo singular, não havendo verdades absolutas, mas sim relacionais e, por sua vez, provisórias (TEIXEIRA, 2015).

Além disso, nosso sistema nervoso possui uma riqueza plástica que se justifica não no fato de que ele memoriza as representações do nosso entorno, mas sim pela constante transformação congruente às transformações ocorridas no meio, de maneira que cada transformação nos afeta e nos confere outros sentidos ao viver em comunidade de alguma forma (MATURANA; VARELA, 2013). Assim como a água se molda ao vasilhame onde está inserida, nosso sistema nervoso se molda conforme as mudanças ocorridas ao nosso redor, de maneira fluida crescente e constante. “Daí se segue que todo conhecer é fazer, como correlações sensório-efetoras nos domínios de acoplamento estrutural em que existe o sistema nervoso” (MATURANA; VARELA, 2013, p. 185). Da mesma maneira que a água, o conhecer se constrói e se molda a partir da observação do entorno e das interações ocorridas com o meio social.

Uma vez que não há verdades absolutas, toda a percepção e conhecimento são provisórios e devem considerar o olhar de quem a observa, já que cada ser humano tem sua própria ontogenia e cada experiência será única e distinta para aquele observador (TEIXEIRA, 2015). Portanto, o novo paradigma propõe que se privilegie as interações e relações, enfatizando a ação do processo, não do resultado final, ou seja, priorizando a autorrealização no lugar de priorizar a funcionalidade do ensinar e do aprender.

Essa nova prática exige ambientes que extrapolem o espaço da sala de aula, ocupando de modo mais assíduo não apenas os laboratórios e os espaços sociais da escola, como também os disponíveis na Comunidade, realizando atividades colaborativas em que as experiências sejam vivenciadas individualmente e em grupo, atividades que privilegiem a dinâmica de projetos, que invistam o aluno de responsabilidades reais ante o seu aprendizado e o mundo que o cerca, atividades que sejam avaliadas, mais do que por uma avaliação de conteúdos, pela autorrealização que elas proporcionem. Neste contexto, o aulismo passa a ser coisa do passado, abrindo caminho para a pedagogia do "estar no mundo". A sala de aula deixa de ser o templo da transmissão e da repetição do saber para sediar importantes momentos de socialização do aprendizado individual e de experiências em grupo, do diálogo e do confronto entre essas experiências e a teoria, da formulação de problemas e da busca de soluções (TEIXEIRA, 2015, p. 2).

A partir deste ponto encontramos um desafio: a exploração de tecnologias digitais nos processos de ensino e de aprendizagem, de maneira que se crie oportunidades aos estudantes de contextualizar o conhecimento, propiciando crescimento intelectual, intuitivo e emocional, não apenas fortalecendo habilidades técnicas. É nessa conjuntura que professores e estudantes constroem aprendizagens e a coordenam suas relações, da forma a ressignificar seus conceitos de presença, comportamento, interação e cooperação.

Em uma explicação mais analítica desses três últimos pontos, podemos dizer que “o comportamento é a descrição – feita por um observador das mudanças de estado de um sistema em relação a um meio, ao compensar as perturbações que dele recebe” (MATURANA; VARELA, 2013, p. 181). Então, o comportamento passa a ser a ocorrência entre a relação que nós, observadores, compreendemos entre o organismo e o meio, sendo um aspecto resultante do circuito de relações que ocorrem internamente em nosso organismo.

A interação é o conviver; sem convivência não há interação. Maturana e Varela (2013, p. 191) nos dizem que “se as estruturas que tornam possíveis determinadas condutas nos membros de uma espécie se desenvolvem somente se há uma história particular de interações, diz que as estruturas são ontogênicas e

que as condutas são aprendidas”. Parafraseando Backes (2007), a interação acontece no conviver, ou seja, o ser humano compartilha sua perspectiva de ser vivo a partir da sua ontogenia, de suas experiências de vida e de transformações nesta.

Por fim, a cooperação é também peça-chave para o conviver. Para Maturana e Varela (2002), a cooperação está presente na constituição do ser humano, da mesma forma que está presente na constituição do social. A cooperação também está oposta à competição, pois

O fenômeno de competição que se dá no âmbito cultural humano, e que implica a contradição e a negação do outro, não se dá no âmbito biológico. Os seres vivos não humanos não competem, fluem entre si e com outros em congruência recíproca, ao conservar sua autopoiese e sua correspondência com um meio que inclui a presença de outros, ao invés de negá-los (MATURANA; VARELA, 2002, p. 21).

Assim, compreende-se a inexistência de contradições entre o social e o individual num âmbito biológico, uma vez que, se a cooperação está presente na constituição do humano, então toda contradição, assim como a competição passam a ser fenômenos de origem culturais, não ocorrendo no contexto biológico.

Para discutir a prática na ressignificação desses conceitos, a cibercultura traz em si características importantes como a ubiquidade e a mobilidade tecnológica. (MANTOVANI, 2016). Compreende-se por cibercultura a cultura dos dias de hoje, associada às tecnologias digitais – tais como a virtualização, o ciberespaço, a simulação, dentre outros –, criando uma nova relação entre a técnica e a vida social (LEMOS, 2013).

Quando falamos em ubiquidade, nos referimos à articulação com os artefatos tecnológicos digitais, sejam eles fixos ou móveis, de forma a conceder maior acesso às informações e a novas formas de interação, no intuito de aprimorar as capacidades humanas (SANTAELLA, 2013), possibilitando, assim, que ocupemos lugar no espaço físico ao mesmo tempo que podemos ocupar lugar no espaço virtual. Para melhor compreender esse contexto, precisamos entender que os espaços são imbricados, ou seja, o espaço físico – material – se mistura constantemente com o espaço virtual devido ao fluxo de interações existentes por meio da comunicação e tecnologias digitais que proporcionam essa interação entre seres humanos e tecnologia. Assim, o espaço se configura como híbrido e com presencialidade ubíqua, isto é, simultaneamente presente no espaço físico e no

espaço virtual, comunicando-se de maneiras diferentes nesses contextos, conforme permite a flexibilização nos tecidos do tempo e do espaço (MANTOVANI, 2016).

Considera-se como híbrido quando duas unidades se tornam indissociáveis, ou seja, quando misturam a um ponto que uma não pode ser compreendida sem a presença da outra (LATOURE, 2008). Assim, é possível dizer que um espaço híbrido permite mudanças nas formas que o conhecimento é construído, assim como permite mudanças nas práticas sociais, já que as interações entre seres humanos e o meio estão cada vez mais imbricadas pelo advento da cultura digital.

É a partir desse cenário que se levanta a importância e relevância do hibridismo tecnológico na educação. Justifica-se essa relevância a partir das palavras de Backes (2011, p. 94):

O hibridismo tecnológico digital consiste num conjunto coerente (mesmo que contraditório) de possibilidades de realização da ação humana. Esta integração se efetiva na medida em que os seres humanos se apropriam, elaboram ou mobilizam os instrumentos (TDV⁵⁶) em suas interações.

Assim, consoma-se o estado de fluxo, ou seja, uma constante troca de energias e materiais por meio das interações realizadas entre seres humanos e o entorno (MORAES, 2003). É possível se constatar que, a partir da interação que o hibridismo tecnológico digital promove, podemos ampliar as comportas por onde esse fluxo de energias transpassa, já que a mistura entre o mundo físico e virtual aumentam nossas capacidades de atuação e, por sua vez, de construção do conhecimento, criando, um novo contexto relacional.

[...] a avaliação de se há ou não conhecimento ocorre sempre num contexto relacional, no qual as mudanças estruturais que as perturbações desencadeiam num organismo aparecem para o observador como um efeito sobre o ambiente da mesma maneira, o fato de viver corresponde a conhecer no âmbito do existir (MATURANA; VARELA, 2013, p. 194).

A interação na RV possui uma natureza perturbadora e é por meio dessa natureza que deve se dar a sua aplicação no contexto educacional, pois é através da compensação dessas perturbações e pelas interações que os seres humanos constroem seus conhecimentos e, assim, criam “novos mundos” (BACKES, 2011). Entretanto, é válido ressaltar que não basta a mera utilização de recursos imersivos para possibilitar novos processos no ensino e na aprendizagem, pois a forma de

⁵⁶ Tecnologias Digitais Virtuais.

interação nesses meios será a chave fundamental para que haja a compensação das perturbações.

O uso de HMDs para promover os processos de interação na RV traz um elemento muito importante para o processo de imersão: a telepresença. A telepresença é um conceito utilizado para denominar a sensação de estar, de fato, em outro lugar que é acessado remotamente. Dessarte, a telepresença é uma maneira de se comunicar onde é possível interagir à distância com outras pessoas e objetos, passando a ter a sensação de estar presente naquele entorno – que pode estar inacessível fisicamente –, compondo, assim, uma presença digital virtual (SCHLEMMER; TREIN; OLIVEIRA, 2008).

Levy (1999) ressalta também que, por meio da telepresença, podem ocorrer diferentes tipos de interatividade. Essas diferenças acontecem conforme o tipo de diálogo e conforme a mensagem é transmitida, podendo ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 – Tipos de interatividade

Relação com a Mensagem / Dispositivo de comunicação	Mensagem linear não-alterável em tempo real	Interrupção e reorientação do fluxo informacional em tempo real	Implicação do participante na mensagem
Difusão unilateral	Imprensa Rádio Televisão Cinema	<ul style="list-style-type: none"> • Bancos de dados multimodais • Hiperdocumentos fixos • Simulações sem imersão nem possibilidade de modificar o modelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Videogames com um só participante • Simulações com imersão (simulador de voo) sem modificação possível do modelo
Diálogo Reciprocidade	Correspondência postal entre duas pessoas	<ul style="list-style-type: none"> • Telefone • Videofone 	Diálogos através de Mundos Virtuais, cibersexo
Diálogo entre vários participantes	<ul style="list-style-type: none"> • Rede de correspondência • Sistema das publicações em uma comunidade de pesquisa • Correio eletrônico • Conferências Eletrônicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Teleconferência ou videoconferência com vários participantes • Hiperdocumentos abertos acessíveis on-line / leitura de uma comunidade • Simulações (com possibilidade de atuar sobre o modelo) • Como de suportes e debates de uma comunidade 	<ul style="list-style-type: none"> • RPG multiusuário no ciberespaço • Videogame em RV com vários participantes • Comunicação em Mundos Virtuais, negociação contínua entre participantes sobre suas imagens e a imagem da sua situação em comum

Fonte: (LÉVY, p. 83)

4 ABORDAGEM METODOLÓGICA

O presente estudo procura compreender se é possível ressignificar a construção do conhecimento a partir das diferentes interpretações sobre o processo de interação no contexto da RV digital com o uso de HMD na educação. Trata-se de uma dissertação de caráter teórico e qualitativo. Quanto ao seu procedimento, possui uma proposta metodológica que inclui uma revisão bibliográfica com a aspiração de construir uma sistematização pertinente de produção de dados decorrentes de múltiplas fontes, acerca de um assunto específico.

4.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Constitui-se numa revisão bibliográfica com a finalidade de realizar o levantamento de obras na literatura. Esta metodologia permite o reconhecimento de novos caminhos e tendências, reincidências e brechas na área do conhecimento analisado a partir da literatura existente.

[...] é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas (GIL, 2002, p. 44).

A revisão bibliográfica também se enquadra com a temática epistemológica definida (a construção do conhecimento, de acordo com a Biologia do Conhecer), uma vez que se visa compreender em que ponto diacrônico os estudos já publicados cientificamente estão relacionados com o tema deste projeto estão. Essa compreensão é essencial para o desenvolvimento de novos projetos que permitam o avanço de conhecimentos relacionados às ocorrências sucedidas.

Gil (2002) entende que tal metodologia possui como vantagem o fato de que o pesquisador possui uma amplitude de observação de fenômenos maior do que a observada em uma pesquisa direta.

Na tentativa de interligar as abordagens analisadas com o referencial teórico levantado, fez-se necessária a aplicação da técnica de Análise de Conteúdo. Para Bardin (2011, p. 19), analisar conteúdos “é seguir passo a passo o crescimento quantitativo e a diversificação qualitativa dos estudos empíricos apoiados na utilização de uma das técnicas classificadas sob a designação genérica de análise de conteúdo”. Visando o entendimento sobre como conhecimento é construído no ser humano em congruência com a RV, como compreender o processo de interação

entre os seres humanos e artefatos tecnológicos na RV, bem como de que maneira ocorreu a evolução dos artefatos tecnológicos no contexto da RV, foi fundamental realizarmos uma análise a partir de publicações científicas disponíveis.

De forma que o levantamento de dados retorne resultados mais precisos, no que tange os critérios científicos e com certa relevância para esta dissertação, seguem as etapas para a organização da análise. Primeiramente, foi realizada a pré-análise, ou seja, a organização da documentação com a finalidade de categorizar as ideias e escolher os documentos a serem analisados definidos (BARDIN, 2011).

4.2 INSTRUMENTOS DE OBSERVAÇÃO DOS DADOS EMPÍRICOS

Alguns critérios foram reparados nos trabalhos, de maneira a se selecionar melhor as publicações. Para esses critérios, levou-se em consideração a noção e técnicas descritas por Bardin (2011) acerca da análise documental. Esta, é “uma operação ou um conjunto de operações visando representar o conteúdo de um documento sob uma forma diferente do original, a fim de facilitar num estado posterior, a sua consulta e referenciação” (BARDIN, 2011, p. 51). Os critérios foram os seguintes:

- A disponibilização completa da publicação em bases de dados eletrônicas;
- Alinhamento de temas acerca da construção do conhecimento, processos de interação, evolução de artefatos tecnológicos relevantes à RV;
- A produção concreta em pesquisas de campo;

Partindo do princípio dos critérios listados acima, foi feito um levantamento de publicações científicas concernentes à construção do conhecimento na interação na RV, por meio da internet, em bases de dados eletrônicas.

4.3 ANÁLISE DE CONTEÚDO

Escolhemos a Análise de Conteúdo com a finalidade de descrever as diferentes interpretações sobre o processo de interação entre os seres humanos e artefatos tecnológicos digitais na RV, bem como compreender as concepções distintas sobre os artefatos tecnológicos digitais no contexto da RV e a sua evolução, além de pesquisar sobre a construção do conhecimento em congruência

com o ser humano na RV. Dessa forma, tentamos dialogar com as principais ideias dessas produções.

Na técnica de análise de conteúdo, a partir das orientações de Bardin, seguimos por três polos norteadores: “1) a pré-análise; 2) a exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação” (BARDIN, 2011, p. 125). As bases de dados utilizadas foram: Biblioteca Digital de Teses e Dissertações⁵⁷ (BDTD) e *Scientific Eletronic Library Online*⁵⁸ (SciELO).

4.3.1 Pré-análise

Esta etapa compreende buscar e organizar os trabalhos encontrados que possuem relação com a pesquisa e serão analisados. As palavras-chave escolhidas para a busca foram:

- Construção do conhecimento;
- Realidade virtual;
- Processo de interação;
- Head Mounted Display;

Os descritores utilizados no processo de busca foram:

1º Construção do conhecimento + realidade virtual;

2º Construção do conhecimento + processo de interação;

3º Construção do conhecimento + *head mounted display*;

4º Realidade virtual;

5º Head mounted display;

6º Realidade virtual + processo de interação;

7º Construção do conhecimento + processo de interação + realidade virtual;

Esta análise não tem a pretensão de esgotar as possibilidades interpretativas sobre o tema, bem como eliminar outras inferências sobre o *corpus*. Por essa razão, é apresentada a lista de resultados (Apêndice I) e de objetos dessa análise (Apêndice II), de maneira que se possa acompanhar as interpretações realizadas.

Foram encontradas, neste primeiro momento, diversas publicações que possuem esses descritores em seu título ou nas próprias palavras-chave, variando

⁵⁷ Disponível em: <<http://bdttd.ibict.br>>. Acesso em: 10 de jan. de 2019.

⁵⁸ Disponível em: <<http://www.scielo.org/>>. Acesso em: 07 de abr. de 2019.

entre os anos de 2001 e 2018. Levantou-se, 97 trabalhos a partir das buscas iniciais, consolidando-se, assim, com 13 publicações, cujos trechos foram analisados. Estes resultados podem ser observados no Apêndice I e no Apêndice II.

Na sequência, os materiais foram organizados conforme o título, o resumo e as palavras-chave, elencando as principais temáticas retornadas – construção do conhecimento, realidade virtual, processo de interação e *head mounted display* –, a pré-análise é a fase onde se realiza a organização, ordenando as ideias para que se possa traçar uma estrutura completa dos próximos passos a serem tomados (BARDIN, 2011).

Para manter uma coerência no material analisado, utilizamos as seguintes regras:

Regra da exaustividade: uma vez definido o campo do corpus [...], é preciso ter-se em conta todos os elementos desse corpus. Em outras palavras, não se pode deixar de fora qualquer um dos elementos por esta ou aquela razão [...], que não possa ser justificável no plano do rigor. Esta regra é completada pela de não seletividade.

Regra da representatividade: a análise pode efetuar-se numa amostra desde que o material a isso se preste. A amostragem diz-se rigorosa se a amostra for uma parte representativa do universo inicial. Neste caso, os resultados obtidos para a amostra serão generalizados ao todo.

Regra da homogeneidade: os documentos retidos devem ser homogêneos, isto é, devem obedecer a critérios precisos de escolha e não apresentar demasiada singularidade fora desses critérios.

Regra da pertinência: os documentos retidos devem ser adequados, enquanto fonte de informação, de modo a corresponderem ao objetivo que suscita a análise. (BARDIN, 2011, p. 126 - 127)

Tendo em vista o cuidado tomado na análise, com base nas regras citadas acima, a fim de manter a relevância dos dados e avançar no campo da pesquisa, compreendemos a importância das etapas da análise de conteúdo e a importância desta na aquisição de critérios para a seleção dos materiais.

Na busca pelos termos “construção do conhecimento” e “realidade virtual”, encontramos 145 resultados. Com base no alinhamento dos temas, ou seja, na proximidade teórica percebida após a leitura dos resumos, ao selecionarmos desse montante um total 14 materiais (artigos e dissertações), escolhemos três para compor a discussão acerca dos referidos temas. A Tabela 2 apresenta o volume inicial de trabalhos que retornaram nessa primeira busca.

Tabela 2 – Resultados dos descritores construção do conhecimento + realidade virtual

Construção do conhecimento + realidade virtual	
ANO	TRABALHOS
2005	1
2007	1
2008	2
2009	1
2012	1
2014	2
2015	2
2016	1
2017	2
2018	1
TOTAL	14

Fonte: produção nossa

A quantidade de resultados obtidos aponta que houve interesse em pesquisar a construção do conhecimento e a realidade virtual. A partir desse resultado, dirigimo-nos a uma “leitura flutuante”⁵⁹ dos resumos, na finalidade de se levantar informações acerca dos problemas de pesquisa, objetivos e tendências do referido grupo de documentos.

Utilizando os termos “construção do conhecimento” e “processo de interação”, encontramos 1.184 documentos de onde selecionamos 22 e, dessa quantidade, filtramos quatro, conforme a sua data de produção e o alinhamento do estudo com esta dissertação. Podemos ver esses resultados na tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos descritores Construção do conhecimento + processo de interação

Construção do conhecimento + processo de interação	
ANO	TRABALHOS
2005	1
2007	1
2008	2
2009	1
2010	2
2011	3
2012	3
2013	3
2015	2
2016	1
2017	3
TOTAL	22

Fonte: produção nossa

⁵⁹ A leitura flutuante consiste em uma leitura sintética do material, de forma a se ter um primeiro contato com ele (BARDIN, 2011).

De maneira simplificada, os descritores “construção do conhecimento” e “processo de interação” trouxeram trabalhos que abordam o desenvolvimento de capacidades por meio da colaboração em espaços virtuais. Nenhuma das pesquisas abordam, entretanto, a construção do conhecimento e processos de interação na RV.

Os termos “construção do conhecimento” e “*head mounted display*” também foram procurados, mas não retornaram nenhum estudo. O primeiro ponto observado aqui é a ausência de trabalhos ao buscarmos por esses termos combinados, fator esse que indica um baixo índice de exploração acerca dessa tecnologia no campo científico e educacional.

Em seguida, pesquisamos unicamente pelo termo “realidade virtual”, obtendo um total de 1.283 teses e dissertações. Desse montante, selecionamos 33 e filtramos dois trabalhos. Observamos os resultados obtidos a partir do descritor “realidade virtual” na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados do descritor realidade virtual

Realidade virtual	
ANO	TRABALHOS
2001	1
2002	2
2003	1
2004	1
2008	2
2009	4
2010	2
2012	3
2013	1
2014	4
2015	4
2016	2
2017	4
2018	2
TOTAL	33

Fonte: produção nossa

Após isso, realizamos a busca por “*head mounted display*” e obtivemos um retorno de seis trabalhos, do qual três foram selecionados para compor a análise. Os resultados com esse descritor podem ser observados na tabela 5.

Tabela 5 – Resultados do descritor *head mounted display*

Head mounted display	
ANO	TRABALHOS
2012	1
2014	1
2015	1
2016	2
2018	2
TOTAL	7

Fonte: produção nossa

Buscamos, também pelos descritores “realidade virtual” + “processo de interação” e obtivemos 18 resultados, sendo dois escolhidos desse montante. A quantidade de trabalhos, ordenada por ano, pode ser observada na tabela 6.

Tabela 6 – Resultados dos descritores realidade virtual + processo de interação

Realidade virtual + processo de interação	
ANO	TRABALHOS
2004	1
2006	1
2007	2
2011	4
2012	1
2013	2
2014	1
2016	3
2017	1
2018	2
TOTAL	18

Fonte: produção nossa

Finalmente, ao pesquisar pelos termos “construção do conhecimento”, “processo de interação” e “realidade virtual” encontramos 43 estudos, sendo que escolhemos cinco desse total e, desses cinco, dois para serem analisados, conforme a familiaridade com a temática desta pesquisa. Na tabela 7 podemos observar esse levantamento.

Tabela 7 – Resultados do descritor *head mounted* construção do conhecimento + processo de interação + realidade virtual

Construção do conhecimento + processo de interação + realidade virtual	
ANO	TRABALHOS
2005	1
2010	2
TOTAL	3

Fonte: produção nossa

Na seleção final, portanto, foram escolhidos 16 trabalhos para a composição do *corpus*. Ao agrupar o montante de trabalhos que compõem a análise desta pesquisa, realizamos a leitura completa dos materiais no intuito de distinguir os principais temas que possibilitaram o cumprimento da categorização dos documentos.

Segundo Bardin (2011), a categorização é “a operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com critérios previamente definidos”. Ou seja, categorizar é organizar e classificar os materiais conforme a ideia principal sobre um determinado tema.

A categorização dos materiais foi realizada a partir da classificação analógica dos elementos, ou seja, aquilo que Bardin (2011) chama de “procedimento por acervo”. Por meio desse método de categorizar, definimos o título de cada categoria apenas no final das leituras, de maneira a categorizá-las conforme a afinidade temática de cada texto lido. A partir da classificação dos temas, definimos três categorias que permitiram condensar e refletir sobre as informações, como pode ser vista na Tabela 8.

Tabela 8 – Categorias

Trabalhos por categoria	
Categoria	Quantidade
Processo de interação	7
Construção do conhecimento	4
Realidade Virtual	5
TOTAL	16

Fonte: Produção nossa

A categoria Processo de interação traz à discussão a interação ocorrida em congruência com a RV e na relação com os outros. As produções inseridas na categoria Construção do conhecimento busca compreender se a compreensão de construção do conhecimento nas pesquisas possui familiaridade com a Teoria da Biologia do Conhecer. Por fim, a categoria Realidade virtual discute a atuação de profissionais mediante a interação na RV. Com base no material coletado, categorizado por temas, foi realizado o processo de tratamento e interpretação dos dados.

4.3.2 Exploração do material

Na segunda fase da análise realizamos a leitura detalhada dos materiais levantados na fase anterior, ou seja, exploramos o material. Para Bardin (2011, p. 131), “se as diferentes operações da pré-análise forem convenientemente concluídas, a fase de análise propriamente dita não é mais do que a aplicação sistemática das decisões tomadas”. Durante a leitura, muitas observações foram feitas e um mapa mental (Apêndice III) foi construído – podendo ser analisado no Apêndice III –, sendo composto das principais ideias dos trabalhos, de maneira que a fase seguinte se tornasse promissora no que se refere à interpretação e o entrecruzamento das ideias.

No tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação – onde, segundo Bardin (2011), os resultados primários são tratados válida e relevantemente –, ligamos as informações para que pudéssemos compreender e construir o conhecimento e, assim, chegar a uma explicação frente ao objetivo traçado. O processo de tratamento dos resultados é realizado a partir de três etapas:

- 1) Descrição dos temas dos materiais e a computação das principais características;
- 2) Elaboração de deduções e;
- 3) Interpretação, ou seja, o significado dado às características encontradas, permitindo, dessa forma, compreender a qualidade dos dados levantados.

5 ANÁLISE QUALITATIVA DOS DADOS

A análise qualitativa dos dados se apoia numa exposição das teses, dissertações e artigos que compõem o *corpus* da análise. Segundo Bardin (2011), a análise qualitativa possibilita a realização de estudos detalhados acerca dos temas que integram os documentos analisados e indicam os principais conceitos presentes nesses textos. Este estudo pretende desenvolver uma súmula com base nos resultados dos descritores da pesquisa e estabelecer diálogos com a Teoria da Biologia do Conhecer e com a interação na RV.

Durante a fase da exploração do material, lemos os materiais separados e elencamos as principais ideias-chave de cada estudo, de forma a trazer para a discussão os principais elementos que permitem refletirmos sobre as questões levantadas nesta dissertação. A análise será discutida a partir da exposição e da reflexão sobre os principais pensamentos dos autores escolhidos, com base nos resultados das etapas anteriores da análise de dados.

Inicialmente, apresentaremos as diferentes interpretações que encontramos sobre o processo de interação entre seres humanos e artefatos tecnológicos digitais, dialogando e entrecruzando as ideias dos autores previamente selecionados para esse debate. A seguir, discutiremos as principais compreensões levantadas sobre os artefatos tecnológicos no contexto da RV e a sua evolução. Por fim, apresentaremos um levantamento das principais ideias encontradas na pesquisa sobre a construção do conhecimento em congruência com a RV.

As novas formas de comunicação promovidas pelo desenvolvimento tecnológico digital denotam a emergência da discussão acerca das relações nos ciberespaços – meio de interação advindo do desenvolvimento das redes de computadores (LÉVY, 1999). Apesar dessa emergência, é importante ressaltar que essas novas formas de comunicação, principalmente quando inseridas em ambientes de ensino e de aprendizagem, não se excluem entre si (SANTOS; PIRES; MACAMBIRA; BRUNI, 2013). Pelo contrário, são complementares; desde processos baseados em livros didáticos àqueles baseados em RV podem ser trabalhados em conjunto de maneira a realizar mudanças distintas nas funções sociais das tecnologias implementadas.

Considerando que a interação na RV e o conhecimento construído a partir dessa interação compõe parte da discussão sobre a emergência de artefatos tecnológicos e sua aplicação em ambientes educacionais, foi realizada – como parte

sequencial da análise de dados – a exploração dos materiais previamente selecionados. No educar realizamos as mudanças em meio às perturbações que as relações com o mundo nos provocam. Analisamos três pontos principais que são congruentes a essa afirmação: as diferentes interpretações sobre o processo de interação entre seres humanos e artefatos tecnológicos digitais na RV, as compreensões sobre os artefatos tecnológicos no contexto da RV e a sua evolução, e a construção do conhecimento em congruência com a RV.

Como citado anteriormente, cada categoria foi criada a partir das afinidades dos conceitos de cada material analisado com relação à ideia central, permitindo o agrupamento dos trabalhos e os arranjos das categorias. As três categorias, foram nomeadas como Processo de Interação, Construção do conhecimento e RV. Os materiais analisados se encontram relacionadas nas categorias, conforme mostra a Tabela 9.

Tabela 9 – Trabalhos por categoria

Categorias	Autores
Processo de interação	NOVAK (2005)
	BACKES (2007)
	DURAN (2014)
	VALENTINI; BISOL (2008)
	PIRES (2010)
	CADAVIECO; GOULÃO; TAMARGO (2014)
	SILVA (2012)
Construção do conhecimento	SANTOS (2010)
	CAMPEIZ (2017)
	ROCHA (2015)
	DOMENIQUELLI (2010)
Realidade Virtual	CORRÊA (2012)
	DUNKER (2016)
	SCHEIBER (2018)
	SOUZA (2007)
	SALES (2010)

Fonte: produção nossa

A partir dessa organização, pretendemos realizar interpretações e construir pensamentos acerca os temas abordados nessas pesquisas, levando em consideração as singularidades de cada categoria.

5.1 AS DIFERENTES INTERPRETAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE INTERAÇÃO ENTRE OS SERES HUMANOS E ARTEFATOS TECNOLÓGICOS

À medida que novas formas de interação surgem, tanto entre seres humanos quanto entre seres humanos e máquinas, “novas relações com o saber vão se instituindo num processo híbrido entre o homem e máquina, tecendo teias complexas de relacionamentos com o mundo” (SANTOS, 2002, p. 121). Então, pode ser por meio desses processos que podemos pensar em formas de promover uma educação libertadora.

Para discutir acerca da interação entre seres humanos e artefatos tecnológicos na RV foram analisadas a tese de doutorado em Educação, de autoria de Cinthya Cosme Gutierrez Duran, de 2014, que traz como título “Paulo Freire e a Simulação na Formação Médica”, a dissertação de Mestrado em Educação de autoria de Luciana Backes, de 2007, cujo título é *Mundos Virtuais na Formação do Educador: Uma Investigação Sobre os Processos de Autonomia e de Autoria*; a dissertação de título “O problema da interação na era da aprendizagem autônoma: Pressupostos epistemológicos da educação a distância na perspectiva construtivista”, de Silvestre Novak, do ano de 2005; o artigo “Análise dos processos cognitivos e autopoieticos em um ambiente virtual de aprendizagem”, de autoria de Carla Beatriz Valentini e Cláudia Alquati Bisol, do ano de 2008; a dissertação “Educação online em metaverso: a mediação pedagógica por meio da telepresença e da presença virtual via avatar em mundos digitais virtuais em 3 dimensões”, de autoria de Daiana Trein Pires, no ano de 2010; o artigo “Melhorar a atratividade da informação através do uso da realidade aumentada”, dos autores Javier Fombona Cadavieco, Maria de Fátima Goulão e Marco Antonio Garcia Tamargo, do ano de 2014; e a dissertação de título “O potencial educacional dos mundos virtuais tridimensionais: um estudo de caso do Second Life”, do ano de 2012 e de autoria de Rodrigo Gecelka da Silva.

Os autores integrantes desta parte da análise interpretam que o processo de interação faz parte do processo pedagógico e que o conhecimento se constrói a partir da interação entre seres humanos e entre seres humanos e o meio. Para Novak (2005, p. 58)

Os processos de interação, psíquica ou social, pavimentam o caminho para a construção dos conhecimentos, não como um produto acabado, mas como uma instância latente, em permanente devir, fruto de coordenações de ação. A ruptura paradigmática e epistêmica, que

representa a educação a distância, especialmente da era digital, em face das possibilidades de interação, nos ambientes virtuais, na ideia do trabalho cooperativo e colaborativo, e da aprendizagem autônoma, faz crer que as lições trazidas pelas abordagens construtivistas, se mostram bastante úteis na orientação desses processos educativos.

As tecnologias digitais virtuais permitem uma via para que ocorra a interação e não devem ser consideradas substitutas dos processos de construção do conhecimento, mas sim uma aliada nesse ponto. É fundamental, para tanto, eu modelos sejam construídos de forma que professores e estudantes encontrem novas formas de interagir a partir de espaços virtuais.

Valentini e Bisol (2008, p. 183) reforçam que

O sistema humano precisa viver e experienciar para conhecer e se apropriar. O limite dessa experiência é a troca. As trocas recíprocas de ação do sujeito com o objeto de conhecimento ocorrem quando uma ação intelectual sobre o objeto retira dele qualidades que a ação e a coordenação das ações do sujeito colocam nele. Podemos analisar a troca qualitativa a partir do modelo piagetiano, considerando os fatores que regulam os processos sucessivos de equilibração no intercâmbio de pensamento e cooperação nas trocas interindividuais e intraindividuais. A partir da troca, o sujeito sai de si e volta para si, num processo contínuo de auto-regulação (PIAGET, 1973). A essa troca estamos denominando de interação. Ao discutir os mecanismos das trocas intelectuais, Piaget (1973) apresenta algumas relações possíveis nas interações com outros sujeitos: o sujeito enunciando uma proposição (verdadeira ou falsa), o seu interlocutor entrando em acordo ou desacordo, o que estabelece a possibilidade de continuação dessas interações e esse engajamento na interação confere um valor à primeira proposição que deflagrou a continuidade das trocas.

É a partir desses processos de interação que emerge a autonomia que, na teoria piagetiana não é vista com o teor individualista que, muitas vezes, somos inclinados a ver. Para Pires (2010), diferente de se ter um olhar próprio e competitivo, a autonomia ocorre a partir da cooperação, ou seja, a partir da interação entre os seres humanos e por meio da comunicação.

Duran (2014) questiona aquilo que Freire (2002) chamou de educação “bancária”, isto é, aquela onde o educador é a única autoridade e o educando é passivo, sendo apenas um receptáculo de informações e, muitas vezes, desconexas. Nessa configuração não há diálogo e nem a participação direta e/ou voluntária do estudante, pois a realidade pedagógica é opressora, diferente daquela citada por Freire (2002) como “educação libertadora”.

Entendemos a educação libertadora como aquela que os sujeitos participam do processo de construção do conhecimento como algo transformador, por meio da prática do diálogo, a fim de se praticar a liberdade. A interação entre os seres humanos passa a ser o centro da aprendizagem, ou seja, “o “homem se faz

homem” por meio da palavra, mediatizado” pelo mundo e há, portanto, a construção do conhecimento de forma coletiva, compondo novas palavras para dizer e escrever seu mundo, suas ideias, seu pensamento. (DURAN, 2014). Portanto, em análise, compreendemos que o processo de interação entre seres humanos, por meio de uma educação libertadora, tem características humanistas para uma vida social, tais como a participação coletiva, o compartilhamento de experiências e novas percepções sobre o outro e sobre o meio.

Para garantir a educação libertadora, Freire (2006) levantou três preceitos que precisam ser compreendidos: a) não há docência sem discência; b) ensinar não é transferir conhecimento; e c) ensinar é uma especificidade humana. É a partir daí, por meio da educação, que os sujeitos se tornam propulsores da transformação social. Assim, o conhecimento será construído do entendimento e da consciência crítica da realidade, na relação horizontalizada entre educador e educando. Isso não significa que sempre encontraremos uma resposta ou um findar da linha, pois, para Freire (2006), somos inconclusivos enquanto seres humanos.

O processo de interação para Duran (2014, p. 66) é compreendido a partir das práticas de simulação na formação médica, conceituando-as como “um programa complexo que associa variadas funções intelectuais e psicomotoras, desenvolvendo habilidades técnicas, cognitivas e comportamentais”. Podemos inferir que a partir dessa tese a aplicação da simulação em práticas educacionais promove a interação tanto entre seres humanos e artefatos tecnológicos digitais como entre diferentes áreas, de modo a consolidar a construção do conhecimento, com práticas realizadas que enfatizem a construção desse conhecimento de maneira menos segmentada, ou seja, entrelaçando os conhecimentos e os aplicando em uma mesma finalidade a fim de se obter novas experiências. Por essa razão, é possível realizar uma articulação com a teoria de Maturana e Varela (2011) com o intuito de compreender a nova experiência de vida como um novo conhecimento, já que “viver é conhecer” (p. 194).

Backes (2007, p. 57) explica que “a interação ocorre em um espaço de convivência, onde o ser vivo compartilha sua percepção e perspectiva de ser vivo, construído ao longo da história de transformação”. Isto posto, a interação se dá a partir das percepções dos seres humanos ao longo da história e quando compartilhada com outros seres humanos em um espaço de convivência. As interações também se dão com o meio ou com os objetos de conhecimento

(BACKES, 2007). Assim como Duran (2014), Backes (2007) entende a interação como um processo social, que ocorre com a presença do outro. A interação passa a ser o processo pelo qual o viver e conviver ocorre, aonde acontecem as trocas e o fluxo de percepções entre os seres e meio, promovendo transformações nos seres vivos e, assim, transformando também esse espaço de convivência.

Segundo Duran (2014), o ser humano é provido da vocação ontológica em desejar “ser mais”. Para a autora (*ibid.*), o homem, ao perceber que sabe pouco de si e de sua “posição no Universo”, se inquieta. “Entretanto, a descoberta desse pouco saber motiva o homem mais ainda a indagar, a obter respostas e a continuar questionando” (p. 29). O reconhecimento crítico de mundo, as transformações e os pronunciamentos são consequências de um empoderamento, da emancipação e da liberdade dos seres humanos perante a criação e a recriação.

Esse reconhecimento crítico de mundo se dá por meio da educação. Entretanto, “ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo; os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 2002, p. 78). Ou seja, a educação ocorre a partir da tomada de consciência da necessidade do educar, a estimulação do pensamento crítico, do diálogo – sendo a base da relação para os processos de ensino e de aprendizagem –, compondo então a interação com o outro e com o ambiente.

“O conhecimento fragmentado [...] e o aprendizado baseado em técnicas passivas, como aulas teóricas, diminuem a retenção do conhecimento e a aplicabilidade na prática, prejudicando a formação [...]” (DURAN, 2014, p. 17). Com o intuito de ir para além da retenção do conhecimento, entendemos que as tecnologias digitais têm ido ao encontro das expectativas da sociedade contemporânea, compreendendo o processo de aprendizagem mediado pelos artefatos como uma construção e reconstrução do conhecimento.

Backes (2007) identifica as tecnologias digitais como máquinas alopoiéticas, a partir do conceito de Maturana e Varela, onde os autores dizem que máquinas alopoiéticas são aquelas que

[...] produzem com o seu funcionamento algo diferente delas mesmas [...]. Estas máquinas não são autônomas, já que as mudanças que experimentam estão necessariamente subordinadas à produção de um produto diferente delas (MATURANA; VARELA, 1997, p. 73).

As máquinas alopoiéticas não realizam autopoiese, fazendo com que ela não se caracterize como um ser vivo e seus limites são dados a partir de um

observador que determina suas entradas e saídas, relativas ao seu funcionamento (PIRES, 2010). As máquinas alopoiéticas possuem uma configuração ajustável de acordo com o fluxo de interações das máquinas autopoieticas (BACKES, 2007) como, por exemplo, a RV, já que esta pode ser configurada como um espaço de convivência personalizável a partir das interações dos seres humanos nesta realidade. Podemos considerar, dessa maneira, o artefato de RV como uma unidade alopoiética que pode ser configurado com a finalidade de interagir com unidades autopoieticas – seres humanos (avatar).

Com o avanço tecnológico digital em larga escala e em todos os contextos sociais, devemos pensar na mediação das tecnologias virtuais no âmbito educacional. Se a partir da educação conseguimos contribuir para a transformação do mundo e as tecnologias digitais têm viabilizado diversas formas de ensino e de aprendizagem, é emergente abordar a RV no contexto educacional e como se dá a construção do conhecimento a partir desta interação.

Para Backes (2007), ambientes em RV, considerados como um dos tipos de espaços digitais virtuais, são compostos a partir de um *hardware* e um *software* e podem ser aplicados para o desenvolvimento de um espaço digital virtual de convivência. Entretanto, é fundamental que os participantes das interações em RV sejam ativos e dinâmicos nessa atuação, de forma que se configure o espaço conforme as relações e interações na realidade física e na virtual.

Duran (2014) entende a simulação e a RV como metodologias inovadoras que valorizam a integração de saberes e necessita da participação ativa dos estudantes, justificando que elas favorecem o aprendizado com situações previamente planejadas e semelhantes às situações do mundo material, permitindo que o estudante aprenda enquanto vivencia a situação proposta. Entretanto, Duran apresenta uma visão distinta entre as duas realidades, principalmente ao expor que essas podem ser acessadas, como um “entrar e sair” de cada uma delas. Backes (2007) considera a realidade como híbrida, tomando a consciência de que interagimos tanto na RV quanto na realidade física, simultaneamente, em espaços configurados de forma diversa.

Backes (2007) caracteriza a representação da RV como um contexto que possibilita a imersão do usuário em um mundo graficamente fantástico, geralmente criado em tecnologias digitais 3D. São os mundos virtuais criados nessa realidade que permitirão – juntamente com a realidade física –, ampliar as interações, os

espaços de convivência e as formas de se construir o conhecimento, desenvolvendo, dessa maneira, a autonomia e a autoria.

Para Novak (2005), experiências em mundos virtuais favorecem a aprendizagem autônoma, embora não representem a garantia desta. Por meio da interação em mundos virtuais, podemos compreender que a aprendizagem, tanto para estudantes quanto para professores, viabiliza uma educação mais dialógica, já que abre espaço para a discussão sobre a construção que cada um realiza do conhecimento trabalhado na RV.

Pela interação na RV é possível redefinir a maneira sobre como os seres humanos interagem e se comunicam, ampliando a gama de opções possíveis, para a construção do conhecimento. Para Cadavieco, Goulão e Tamargo (2014) a interação na RV viabiliza aos aprendizes e professores uma melhor compreensão da realidade.

Após analisar os diferentes pensamentos nas bibliografias pesquisadas nesse primeiro momento, foi possível constatar que os processos de interação na RV podem ocorrer pelo diálogo e cooperação entre os seres humanos, de maneira que essa cooperação promova a construção de novos conhecimentos e por vias antes não pensadas. É por meio de regras de convivência nesses espaços virtuais, bem como da configuração e exploração desse espaço – devido a inquietação dos participantes que os processos de interação podem se desencadear. “O mundo virtual pode ser elemento de perturbação para os usuários, pois possibilita a imersão do ser vivo por meio de um avatar que é um personagem em 3D que o representa no mundo” (BACKES, 2007, p. 62).

Então, na RV a interação ocorre na ação de um ser humano com outro ser humano. A interação também pode ocorrer em relação ao ambiente em que se encontra, promovendo transformações em todas as partes envolvidas. É a partir da interação que ocorre a troca de ideias, de formas de pensar, a reflexão do seu próprio pensar, a tomada de consciência, o desenvolvimento da autonomia e a construção do conhecimento.

5.2 COMPREENSÕES SOBRE OS ARTEFATOS TECNOLÓGICOS NO CONTEXTO DA REALIDADE VIRTUAL E A SUA EVOLUÇÃO

Desde o surgimento do computador, o ser humano imagina a sua atuação no mundo virtual. A primeira aparição do termo espaço cibernético que temos surge em 1984, quando Gibson (2016) cita o espaço cibernético como algo característico da realidade virtual digital e, mesmo parecendo ficção científica, para o autor, a realidade virtual digital permite a convergência de várias disciplinas científicas não-ficcionais. A RV é compreendida aqui, como uma representação gráfica do espaço cibernético.

A realidade virtual digital é um mundo composto e desenvolvido a partir de cálculos computacionais. Para Moreno (2018) o virtual se desenvolve a partir da simulação de uma máquina. O termo RV desponta também na intenção de identificar capacetes com visores e vestimentas sensíveis ao movimento.

Segundo Correa (2012), artefatos tecnológicos digitais corroboram para que haja singularidade nos processos de interação na RV e também entre humanos e sistemas computacionais. Isso significa que esses dispositivos tornam possíveis experiências imersivas e que a interação com o ambiente e com outras pessoas ocorrem a partir dessa imersão.

Dentre os diversos dispositivos que contribuem para a imersão e a ocorrência dos processos de interação na RV está o HMD. “Capacetes para realidade virtual, ou HMD, são dispositivos com capacidade de projetar imagens de um mundo virtual em um aparato ótico montado próximo aos olhos do usuário” (CORREA, 2012, p. 14). Expressamo-nos aqui como “diversos dispositivos” pelo fato do HMD não ser exclusivo e/ou principal, mas sim mais um artefato que permite compor um conjunto de sensações que promovem a imersão nos processos de interação na RV.

Correa (2012) também ressalta que o HMD, por meio de programação computacional e computação gráfica, proporciona um alto nível imersivo-visual em mundos virtuais digitais, e a sua capacidade de isolar o campo de visão do usuário da luz do ambiente e projetar visões distintas para cada olho através de uma visão “estereoscópica binocular” potencializa essa imersão.

Lima (1999), em seu estado da arte da RV, determina que essa é caracterizada por especificações técnicas, e por meio da combinação dessas especificações os usuários conseguem interagir no mundo virtual a partir de suas

reações físicas. O ambiente gráfico computacional criado deve possuir coordenadas em um gráfico tridimensional, ou seja, eixos x, y e z, de maneira que o usuário consiga interagir nos seis graus de liberdade (6GDL), quer dizer, para frente e para trás, para cima e para baixo, para a esquerda e para a direita.

Na análise sobre RV, realizamos a leitura das seguintes pesquisas: a tese de título “Simulador de realidade virtual para o treinamento de biópsia por agulhas de nódulos da glândula tireoide”, do ano de 2007, de autoria de Ilana de Almeida Souza; a dissertação “Colaboração em sistemas de realidade virtual voltados ao treinamento médico: um módulo para o framework Cubermed”, de Bruno Rafael de Araújo Sales, do ano de 2010; a dissertação “Simulação do protocolo médico de punção pleural com realidade virtual”, de Éllen dos Santos Corrêa, apresentada em 2012; a pesquisa “Uma Ferramenta de Telepresença de Baixo Custo usando Oculus Rift: Desenvolvimento e Avaliação num Cenário de Videoconferência”, de Philip Kuster Dunker, do ano de 2016; e “Experiência de Usuário em Jogos com Óculos HMD sob os Pontos de Vista de Primeira e Terceira Pessoa com Ênfase em Corporificação”, de autoria de Cristina de Almeida Scheibler, do ano de 2018.

Num primeiro momento, reparamos a diversidade de áreas do conhecimento que abordam a temática, tais como a saúde e a engenharia. Os autores compreendem que a discussão sobre RV leva em consideração a importância da evolução dos artefatos tecnológicos que permitiram a utilização destes em diferentes áreas.

No ensino, Sales (2010) afirma que a interação na RV potencializa a aprendizagem colaborativa, ou seja, por meio da cooperação, e que esta é importante fonte de construção do conhecimento. Além disso, ressalta que, para o ensino na área médica, a RV se torna uma aliada.

O ensino de anatomia, por exemplo, é basicamente ilustrativo podendo obter ganho potencialmente significativo quando da utilização de ferramentas de RV [Cunha et al., 2006]. Estas permitem que estruturas anatômicas possam ser visualizadas e analisadas a partir de modelos tridimensionais, o que aumenta a percepção estrutural dos estudantes sobre tais estruturas. Além disso, a RV, através das simulações, surge como alternativa de substituição de métodos de aprendizado que demandam custo financeiro e infringem preceitos éticos (SALES, 2010, p. 26)

Segundo Scheibler (2018, p. 16), “o segmento de HMD é o responsável pela maior parcela do mercado de RV mundial e é esperado que continue a crescer e dominar o uso desta tecnologia”. Para a autora, devido a um conjunto de sensações

que emergem na interação na RV, o corpo pode se manifestar como se as ocorrências da RV estivessem acontecendo, daquela maneira, na realidade física.

Um experimento clássico que demonstra como um objeto externo ao corpo pode ser percebido como sendo biologicamente de uma pessoa é a ilusão da mão de borracha (Rubber Hand Illusion) (BOTVINICK; COHEN, 1998). No cenário de teste, a mão verdadeira do sujeito é obstruída do seu campo de visão, enquanto uma mão de borracha é colocada no lugar da sua mão. Ao sentir um toque na mão de verdade e na mão de borracha simultaneamente, este sente como se a mão de borracha fosse a sua mão real e passa a reagir instintivamente quando a mão de borracha é ameaçada. Além disso, quando solicitado para que aponte para a posição da mão escondida, o sujeito tende a erroneamente apontar para o local da mão de borracha (a mão verdadeira).

Correa (2012, p. 14) caracteriza a composição de um HMD da seguinte maneira:

Um HMD típico é composto de uma unidade de processamento de sinais de vídeo, duas telas de projeção, sendo uma para o olho direito e a outra para o olho esquerdo, um conjunto de lentes e um suporte no formato de um capacete para acomodar os componentes óticos e também isolar a entrada de luz do ambiente externo, a fim de eliminar as interferências da visão do mundo real.

Além disso, salienta-se também a necessidade de suprir as extensões angulares do campo de visão⁶⁰ em um ambiente de forma a aproximar a visão virtual daquela considerada em um ambiente físico.

Valores típicos para humanos se consideramos apenas um dos olhos são 150° na horizontal e 120° na vertical, quando utilizamos os dois olhos a FOV aumenta de 150° para 180° na horizontal, permanecendo os 120° na vertical [...]. Uma porção central do volume de visualização representa a área da visão com capacidade para distinguir a profundidade, área esta chamada de estereopsia, onde ambos os olhos registram a mesma imagem. Esta sobreposição binocular, é denominada em inglês pelo termo *overlap* é de aproximadamente 120° na horizontal. O cérebro usa o deslocamento horizontal na posição da imagem registrada pelos dois olhos para mensurar a profundidade, ou distância do observador em relação ao objeto virtual apresentado na cena [...] (CORREA, 2012, p. 15).

Da patente de McCollum, em 1945, ao Google Cardboard, percebemos que muitas ideias e patentes nessa área acabam por sequer serem concebidas fisicamente. Moreno (2018) afirma que atividades com simuladores podem aprimorar experiências, além de permitirem gravar, reproduzir e analisar posteriormente tais atividades.

Por anos, a Força Aérea norte-americana utilizou um capacete de RV que possibilitava aos pilotos duplicarem os acertos em alvos inimigos durante a

⁶⁰ Do inglês, *Field of View* (FOV) (CORREA, 2012).

simulação. Segundo Moreno (2018, p. 39), “a forma como o usuário interage com aquele universo está diretamente relacionada com a sua interface”.

Durante a Análise dos Dados, foi perceptível a evolução tecnológica digital existente no âmbito da RV, uma vez a maior parte dos trabalhos analisados trazem resultados iminentes e promissores, tendo em vista os objetivos de cada pesquisa. Exemplificando, Dunker (2015), com o objetivo de “proporcionar uma experiência de telepresença imersiva, com uma interface de baixo custo e simples de usar”, infere que, por meio de um capacete de RV, amplia-se as possibilidades de comunicação como, por exemplo, em uma videoconferência. Nela, o usuário interagiu com o avaliador ao passo, simultaneamente, conseguia avaliar o espaço ao redor, devido a visualização do ambiente em 3D, permitindo boa sensação imersiva, assim como maior número de acertos em testes de percepção posteriores.

Duran (2014), em suas práticas de simulação na formação médica, deixa claro que o uso de artefatos tecnológicos de RV digital, como o HMD, possibilita inovações metodológicas nos processos de ensino e de aprendizagem, pois as vivências em experiências de simulação podem levar à emancipação do sujeito de aprendizagem, considerando o contexto social e o papel do professor como agente de formação. Tais experiências também podem enfatizar a comunhão de ideias, a tomada de consciência sobre questões a serem superadas, o desenvolvimento do pensamento crítico, o diálogo, a interação e a cooperação entre seres humanos na vivência e na construção de conhecimentos de professores e estudantes.

Uma das principais compreensões concebidas foram de que os artefatos tecnológicos digitais possuem grande importância pelo fato de serem mediadores, ou seja, a ponte que leva o usuário à RV e o imerge em diferentes níveis, conforme a sua evolução e configuração tecnológico-digital. Os HMDs, por meio de sua composição, podem transportar virtualmente o usuário a um mundo previamente configurado e permitir que se desenvolvam processos de interação com outros usuários e com o entorno tridimensional – além do estímulo de outros pontos sensoriais, como a audição e o tato.

Segundo Souza (2008), a RV tem aperfeiçoado os processos de interação homem-máquina, da mesma forma que tem sido buscada por diferentes áreas, pois permitem que novos métodos auxiliem os usuários a melhorar suas qualidades de saúde e de vida. Por meio da RV, aprendizes podem explorar e interagir sob

diferentes perspectivas, além de possibilitar diferentes demonstrações e explorações acerca da área do conhecimento onde é implementada.

5.3 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO EM CONGRUÊNCIA COM A REALIDADE VIRTUAL

Se, para Maturana e Varela (2011, p. 32), “todo conhecer é um fazer daquele que conhece”, então em toda ação de viver e conviver nesses espaços virtuais, constrói-se um novo conhecer. Borges (2018) ressalta que o uso da RV, bem como a integração de artefatos tecnológicos digitais pode ajudar na transformação do ensino, pois, por intermédio do lúdico, tende a aumentar o interesse dos estudantes, aprimorando suas vivências. Outra concepção contemplada é que, por meio de experiências com HMDs, a maneira de se construir e se relacionar com o conhecimento e com o mundo, em geral, possibilita a reflexão sobre aprendizados fundamentais, como “o que significa ser um ser humano?” (2011, p. 217).

Backes (2007, p. 115), ao tratar dos processos de autonomia e autopoiese na formação do educador, diz que “a autonomia do educador não está somente em ser livre para fazer o que quiser, mas para poder construir uma prática [...] onde há a promoção humana [...], dos estudantes e dele próprio, considerando-se como legítimos no contexto educacional [...]”. Por meio da RV e da representação gráfica da percepção que ela permite, podemos criar metáforas relacionadas na construção do conhecimento (BACKES, 2007). A partir dessas constatações, é possível denotar que a RV pode se caracterizar como um elemento perturbador no ser humano, pois a partir da construção do conhecimento advinda dos processos de interação na nessa realidade, podemos melhor desenvolver a autonomia e a autopoiese de forma a edificar a si e ao outro e a criar novos elementos para a promoção humana.

“Ao utilizar a tecnologia para a educação, é fundamental que o educador conheça as limitações e potencialidades para que assim possa criar um espaço digital virtual de convivência com os estudantes” (BACKES, 2007, p. 122). Então, a RV não deve ser vista como uma solução única e absoluta para a educação, mas sim como um artefato tecnológico digital que potencializa a construção do conhecimento dentro das limitações físicas dos dispositivos e das limitações cognitivas dos participantes.

Nesta parte da análise, realizamos a leitura das seguintes pesquisas: a dissertação “Tecnologias em rede e a construção de conhecimento: uso das redes sociais na atividade docente”, do ano de 2010, de autoria de Leandro Alves dos Santos; a dissertação “O sentido da escola na perspectiva dos adolescentes imersos à tecnologia digital”, de Ana Flávia Campeiz, do ano de 2017; a dissertação “Análise das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como mediadoras de relações e da construção do conhecimento de adolescentes”, de Érika Giacometti Rocha, apresentada em 2015; e a pesquisa “A relação pedagógica na tutoria à distância: um estudo a partir do curso de pedagogia”, de Alessandra Moreno Talavera Domeniquelli, do ano de 2010.

Nessa categoria, Santos (2010), ressalta que na aprendizagem onde o estudante interatua com o meio para a construção do conhecimento, se utiliza da aprendizagem colaborativa, de maneira que cada um no processo de ensino e de aprendizagem possa contribuir com suas experiências individuais para essa construção. As tecnologias digitais, então, enriquecem a interação e a cooperação de forma que haja a construção do conhecimento.

De acordo com Campeiz (2017, p. 39),

o processo educativo vai além de ensinar e aprender, as práticas pedagógicas tradicionais seguem o modelo de ensinar e depois praticar; já os nativos digitais exploram, arriscam, aprendem praticando buscas nos dispositivos móveis tecnológicos; querem fazer parte do processo de construção do conhecimento e não ser meros espectadores.

Nas análises de Santos (2010) e Campeiz (2017), os estudantes veem o ambiente escolar como uma fonte de construção do conhecimento, embora não seja exclusividade dela, uma vez que ela é estimulada pelas relações com o outro e com o mundo, podendo desenvolver múltiplas formas de aprendizagem.

Para construir o conhecimento necessitamos da interação e da experiência com o outro e com o entorno, em diversos espaços distintos, como o virtual. Para isso, deve-se considerar, dessa maneira, em que contexto o mundo digital e a disseminação de artefatos tecnológicos digitais atuam nos processos de aprendizagem, levando em conta que a interação com esses artefatos afetam a socialização nos seus tempos e espaços.

Os artefatos tecnológicos digitais apresentam idiosincrasias no que tange um processo de ensino e de aprendizagem personalizado e podem atender as diferenças existentes entre estudantes. Consoante a Campeiz (2017, p. 92),

Antes, a escrita era o único meio para demonstrar uma resposta correta, mas hoje com as tecnologias, os estudantes podem utilizar novas ferramentas para expressar a construção do conhecimento, como por meio de vídeos, portfólios, músicas, maquetes, textos em diferentes estilos, teatro, descrição oral, relatórios, entre outros.

Por essa razão, as mudanças de uso e interação com diferentes tipos de tecnologias digitais são emergentes no processo de construção do conhecimento. ROCHA (2018, p. 108) aponta um grande entusiasmo da parte dos estudantes ao interagirem com as tecnologias digitais na educação, considerando que esta se torna um “espaço privilegiado de construção do conhecimento, de possibilidade de encontro, de entretenimento, de comunicação, de lazer, pelas múltiplas possibilidades que oferece”.

A autora observa, também, que é necessário se aprofundar nas técnicas de ensino que usufruem as potencialidades das tecnologias digitais para que possa ocorrer a construção do conhecimento de maneira efetiva, não eficiente ou eficaz, no intuito de atender apenas demandas mercadológicas. Consoante a isso, Demo (2006) salienta que a RV não substitui a realidade física, entretanto, ela pode se manifestar, de acordo com o grau de imersão, de maneira tão real quanto à física.

A dimensão virtual é nativa dos seres humanos, já que os laços de afinidade e afeto podem ser alimentados à distância. Com isso, fica evidente que a construção do conhecimento na RV pode ocorrer a partir das emoções desencadeadas e pelo fato de que nossas emoções se dão no ínterim do estado de fluxo (MORAES, 2003) que acontece na realidade em que estamos interagindo, ou seja, é plausível que a construção do conhecimento em congruência com a RV se dê a partir do fluxo de interações, bem como a troca de energias com o outro e com o ambiente.

Para Backes (2007), a construção do conhecimento em congruência com a RV pode ser propiciada a partir da realização de uma prática pedagógica com conteúdos e objetivos claros. A autora também salienta que o processo de autoria pode se manifestar nessas interações de três maneiras distintas entre si: a pré-autoria – quando apontamos a produção de outro, como uma releitura; a autoria transformadora – que se dá quando determinada ação transcende uma ação já outorgada naquele ambiente –; e a autoria criadora, que consiste em coordenar uma ação a partir de sua própria autonomia.

O ser humano é caracterizado, a partir da Biologia do Conhecer, de Maturana e Varela (2001), como um sistema autopoietico, ou seja, pode ser interpretado como um integrante de uma teia de formações de elementos na qual

estes elementos sustenta a circularidade que os (re)produz. O ser e o fazer dos seres vivos são indelévels e indissociáveis, já que não há como desassociar o “autor” da sua “autoria” em uma unidade autopoietica. Na autopoiese os seres humanos são compreendidos como sistemas que se autoproduzem.

A autonomia, entendida como um domínio das unidades autopoieticas, representa a busca pela conservação da organização dessas unidades. A compreensão da autonomia está conectada ao conceito de interdependência, ou seja, são compreensões indissociáveis, também, para se compreender a auto-organização.

Desse modo, por meio de processos de interação na RV, ou seja, a vivência e convivência com outros e a troca de informações com o entorno podemos desenvolver os processos de autoria, resultando na cooperação das pessoas para a construção do conhecimento. Assim, a construção do conhecimento em congruência com a RV possibilita a criação de novos acoplamentos entre os participantes por meio de experiências imersivas em diferentes graus, o desenvolvimento de processos de autoria e autonomia, ocorrendo acoplamentos de terceira ordem, de forma que perturbações superadas promovem mudanças ontogênicas no ser humano e criam caracteres recorrentes em suas ações, devido a congruência das derivas ontogênicas dos elementos envolvidos.

6 CONCLUSÃO

Vivemos em um contexto onde estamos rodeados de notícias diárias acerca de atentados em escolas, desrespeito à comunidade escolar, precariedade em recursos financeiros para a educação, paralizações devido à falta de reconhecimento e à manutenção básica dos direitos dos profissionais da educação e outras mazelas que fazem questionar, algumas pessoas questionarem a relevância de assuntos relacionados à tecnologia digital na educação. Entretanto, podemos vislumbrar ao longo deste trabalho as possibilidades transformadoras que as tecnologias digitais possibilitam nas mais diversas circunstâncias, a fim de que possamos melhorar as relações interpessoais e entre as diferentes áreas do conhecimento.

A pesquisa foi estruturada do levantamento da seguinte questão: é possível ressignificar a construção do conhecimento a partir de diferentes interpretações sobre o processo de interação no contexto da RV com HMD? Para isso, partimos de um referencial teórico em relação à Biologia do Conhecer, de Humberto Maturana e Francisco Varela. Dessa maneira, analisamos os processos de interação na RV digital e como o conhecimento pode ser construído a partir dos procedimentos que desencadeiam essa interação.

Por meio de Maturana e Varela, compreendemos que o conhecimento não deve ser retratado como algo a ser absorvido ou apreendido, mas sim construído. Os autores também nos direcionam à noção de que todo viver é um fazer daquele que o vive, ou seja, cada novo segundo complementa um histórico de interações e conhecimentos já construídos. Ao construir conhecimentos, desenvolvemos novas práticas e aprimoramos outras, fundamentando-se no fato de que o aprendizado é constante.

A partir de uma revisão de bibliografia e de uma análise de conteúdo, foram analisadas pesquisas relacionadas à interação na RV e de que maneira essas interações promoviam a construção do conhecimento, contextualizando-nos sobre o significado e a compreensão de outros autores, a partir de dados empíricos e permitindo o questionamento e a possibilidade de (re)significação.

Devido ao fato de analisarmos a construção do conhecimento, conseguimos elencar também, ao longo da escrita, significados pertinentes aos processos que direcionam o ser humano a esta construção como, por exemplo, o desenvolvimento da autonomia e da autoria nos seres humanos em espaços híbridos de convivência

(BACKES, 2007), assim como a concepção de valorização dos saberes dos estudantes e suas relações dialógicas e no processo de construção do conhecimento. Assim, conseguimos desenvolver a noção de que é possível trazer novos significados para a construção do conhecimento, seja por meio práticas de simulação com HMD e estímulos sensoriais que este promove, videoconferências com HMDs, que proporciona ao usuário a sensação de imersão ao ponto de conseguir interagir com o outro e com objetos na RV até à construção de conhecimentos em mundos virtuais com recursos gráficos e a interação desses “construtores” nesses mundos.

Sob essa óptica, os HMDs e a interação na RV digital que ele promove podem nos direcionar a novos caminhos nos processos de ensino e de aprendizagem, no desenvolvimento da autonomia, no viver e no conviver. Para isso, a tecnologia necessita atender às idiosincrasias práticas pedagógicas. Contudo, as tecnologias digitais virtuais e os HMD não devem ser compreendidos como a chave que abre todas as portas trancadas e soluciona a todos os problemas educacionais. Devem ser entendidas como artefatos digitais que promovem transformações em conjunto a uma prática pedagógica que respeite a representatividade e as expressões de cada ser humano, conforme a sua ontogenia.

Na cronologia e evolução dos HMDs, bem como em suas aplicações contemporâneas, percebemos um cenário de desenvolvimento coletivo que permitiu o desbravamento de diversos recursos e dispositivos que não poderíamos imaginar que tinham suas linhas do tempo cruzadas com os capacetes de RV. Identificamos a presença de perturbações e a tomada de consciência delas na criação de diversos dispositivos estereoscópicos, bem como a relação de diálogo formada pelos profissionais que fomentam a área de computação, RV e seus desdobramentos, os processos de interação desencadeados por essas relações dialógicas, o desenvolvimento da autonomia e o resultado, em forma de dispositivos, dos processos de autoria exercitados por esses inventores.

As análises também apontam maior interesse por parte dos estudantes durante processos de interação na RV com HMD, além de atenção direcionada às atividades, trazendo um estado de experiência ótima aos participantes. Para Moraes (2003),

Uma experiência ótima é uma situação na qual a atenção está livremente engajada no alcance das metas às quais um indivíduo se propõe, já que

não há nenhuma desordem psíquica, nem ameaça para que a personalidade tenha que se defender (p. 65).

Esse fato decorre das atividades, geralmente, serem desafiantes e requererem o desenvolvimento de habilidades físicas e mentais, a assimilação entre ação e consciência, a promoção de retroalimentação imediata, ou seja, nessas experiências havia um retorno premente das ações realizadas, além da perda da autoconsciência e da transformação da noção da passagem do tempo (MORAES, 2003). Foi possível perceber, assim, que os relatos dos pesquisadores apontavam para sensações de aprendizado positivo e de entusiasmo perante os conhecimentos previamente construídos.

Embora a RV esteja associada a processos de ensino e de aprendizagem contemporâneos, muitos ambientes educacionais sequer têm acesso a estas tecnologias, seja por desconhecimento, por escassez de recursos financeiros ou até pela carência de informação acerca dos desenvolvimentos dessas tecnologias em sala de aula. Acreditamos, porém, que esse cenário deve ser modificado com o tempo, pois a interação com a RV, numa visão sistêmica, é indelével. É fundamental, para que essa transformação ocorra, que o pensamento da comunidade escolar esteja direcionado num caminho de apropriação tecnológica e de implementação de artefatos tecnológicos no contexto pedagógico, a fim de que novas formas de estimular o pensamento crítico em professores e estudantes.

A compreensão de que vivemos em uma realidade híbrida, ou seja, ao mesmo tempo em dois espaços diferentes – o físico e o virtual – deve se fazer presente, pois assim caminhamos em direção a novos significados e compreensões acerca da construção do conhecimento. A interação na RV por meio de HMDs, bem como os processos de ensino e de aprendizagem em diferentes contextos são ilimitadas, uma vez que para cada vivência experienciada se constrói um novo conhecimento.

Este trabalho permitiu ao pesquisador ampliar e construir conhecimentos acerca da RV, do uso de HMDs e do processo de interação ocorrido na congruência com a realidade física e a virtual. Foi possível perceber que o conhecimento é construído a partir dos processos de interação e dos acoplamentos estruturais promovidos entre os sujeitos. Não foi um trabalho fácil e se encontrou muitos obstáculos no percurso, ao ponto de se modificar a metodologia da pesquisa. Inicialmente, esta seria uma pesquisa de campo, onde se averiguaria as

possibilidades de construção do conhecimento mediante atividades realizadas em congruência na RV e a qualidade dessa construção. A pesquisa de campo foi impossibilitada devido ao desligamento do pesquisador do local de aplicação (ocasionando um desgaste emocional que se reflete na escrita), fato que ocasionou a criação desta pesquisa bibliográfica. Mesmo com muito esforço, esta pesquisa merece, futuramente, um aprofundamento, a fim de sintetizar melhor todas as ideias e aplicações encontradas

Para propostas futuras, pretende-se ampliar a pesquisa para bases de dados internacionais e abrir espaço para a criação de um estado da arte sobre a RV nos processos de ensino e de aprendizagem. Dessa forma, objetiva-se compreender essa área do conhecimento a partir de teses, dissertações, artigos de periódicos e publicações em eventos.

Os estudos denominados estado da arte, bastante usuais na pesquisa norte-americana (BRANDÃO, 1986), vêm sendo desenvolvidas com maior frequência no Brasil. Tem seu termo traduzido literalmente do inglês e como proposta, parte do princípio de levantar o conhecimento sobre um tema com base em pesquisas e analisar o seu estado atual (ROMANOWSKI; ENS, 2006).

A partir desse processo, será possível ampliar o diálogo acerca desse tema, bem como ordenar as informações e resultados das produções realizadas, contribuindo com a teoria, a prática e a sistematização das informações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE LETRAS. **Dicionário escolar da língua portuguesa**. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008.

AGHINA, M. Mesa de controle virtual para treinamento de operadores: um estudo de caso para um simulador de usina nuclear. **Dissertação submetida ao corpo docente do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em ciências em engenharia civil**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009. Disponível em: <<https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/21182939>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

ALMEIDA, M; DUARTE, M. **Atores responsáveis pela educação e seus papéis**. Rio de Janeiro: Brasport, 2011.

_____. **Docentes e discentes na sociedade da informação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2012.

_____. **Virtualização das relações: um desafio da gestão escolar**. Rio de Janeiro: Brasport, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520: Informação e documentação – Citações em documentos – Apresentação**. Rio De Janeiro, 2002.

AXWORTHY, J. **The origins of virtual reality**. Disponível em: <<https://www.wareable.com/wearable-tech/origins-of-virtual-reality-2535>>. Acesso em: 18 out. 2018.

BACKES, L. **Mundos virtuais na formação do educador: uma investigação sobre os processos de autonomia e de autoria**. Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Educação, UNISINOS, 2007.

_____. **A configuração do espaço de convivência digital virtual: a cultura emergente no processo de formação do educador**. Tese de Doutorado. Programa de pós-graduação em Educação, UNISINOS e Université Lumière Lyon 2, 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos desenvolvimento e aplicações**. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.

BORGES, M. **Avaliação de uma Metodologia Alternativa para a Aprendizagem de Programação**. VIII Workshop de Educação em Computação – WEI 2000. Paraná, 2002.

BORGES, P. **Trem-fantasma e realidade virtual**. Tese de doutorado. São Paulo, 2018.

BOYER, S. A Virtual Failure: Evaluating the Success of Nintendo's Virtual Boy. In: **The Velvet Light Trap**, Number 64. University of Texas Press, 2009. Disponível em: <<https://www.utexaspressjournals.org/doi/pdf/10.5555/vlt.2009.64.23>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

BUSH, V. As We May Think. **The Atlantic Magazine**, July 1945. Disponível em: <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/1945/07/as-we-may-think/303881>>. Acesso em: 19 out. 2018.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix, 2012.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 10ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

CHAN, E. **A brief history and glossary of Virtual Reality**. Disponível em: <<https://medium.com/@Chanman/a-brief-history-and-glossary-of-virtual-reality-942cc8f15dd>>. Acesso em: 30 out. 2018.

CLUA, E.; BITTENCOURT, J. **Desenvolvimento de Jogos 3D: Concepção, Design e Programação**. Anais da XXIV Jornada de Atualização em Informática do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, São Leopoldo, julho de 2005.

CORREA, E. **Simulação do protocolo médico de punção pleural com realidade virtual**. Dissertação de mestrado. 2012.

CROCHE, L. *et. al.* Realidade virtual – A viabilidade da imersão total na atualidade. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, julho de 2016. Disponível em: <<http://www.eumed.net/rev/cccss/2016/03/realidade-virtual.html>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

D'ANGELO, T. **Tecnologias HMD para Realidade Aumentada – PARTE 1**. Laboratório iMobilis - Computação Móvel, 2016. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/imobilis/tecnologias-hmd-para-realidade-aumentada-parte-1/>>. Acesso em: 30 out. 2018.

_____. **Tecnologias HMDs para Realidade Aumentada – PARTE 2**. Laboratório iMobilis - Computação Móvel, 2016. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/imobilis/tecnologias-hmds-para-realidade-aumentada-parte-2/>>. Acesso em: 19 out. 2018.

_____. **Tecnologias HMDs para Realidade Aumentada – PARTE 3**. Laboratório iMobilis - Computação Móvel, 2016. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/imobilis/tecnologias-hmds-para-realidade-aumentada-parte-3/>>. Acesso em: 19 out. 2018.

_____. **Tecnologias HMDs para Realidade Aumentada – PARTE 4**. Laboratório iMobilis - Computação Móvel, 2016. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/imobilis/tecnologias-hmds-para-realidade-aumentada-parte-4/>>. Acesso em: 19 out. 2018.

_____. **Tecnologias HMDs para Realidade Aumentada – PARTE 5.** Laboratório iMobilis - Computação Móvel, 2016. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/imobilis/tecnologias-hmds-para-realidade-aumentada-parte-5/>>. Acesso em: 19 out. 2018.

_____. **Tecnologias HMDs para Realidade Aumentada – PARTE 6.** Laboratório iMobilis - Computação Móvel, 2016. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/imobilis/tecnologias-hmds-para-realidade-aumentada-parte-6/>>. Acesso em: 19 out. 2018.

DEMO, Pedro. **Formação Permanente e Tecnologias Educacionais.** Petrópolis: Vozes, 2006.

DESAI, P. *et. al.* A Review Paper on Oculus Rift – A Virtual Reality Headset. In: **International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)** – Volume 13 Number 4 – Jul. 2014. Disponível em: <<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1408/1408.1173.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

DURAN, C. **Paulo Freire e simulação na formação médica.** Tese de doutorado. 2014.

ENGELBART, D. Augmenting human intellect: a conceptual framework. Republicação de **Vistas in Information Handling.** Washington D.C.: Spartan Books: 1963. Disponível em: <http://www.dougenelbart.org/pubs/papers/scanned/Doug_Engelbart-AugmentingHumanIntellect.pdf>. Acesso em: 19 out. 2018.

FELICE, M. **Net-ativismo: da ação social para o ato conectivo.** São Paulo: Paulus, 2017.

FIALHO, A. **Realidade virtual e aumentada: tecnologias para aplicações profissionais.** São Paulo: Érica, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** São Paulo: Paz e Terra, 2002.

_____. **Pedagogia da autonomia.** São Paulo: Paz e Terra, 2006.

GIBSON, W. **Neuromancer.** 5ª ed. São Paulo: Aleph, 2016.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLASS DEVELOPMENT. **HMD – History and objectives of inventions.** 2014. Disponível em: <<https://glassdevelopment.wordpress.com/2014/04/17/hmd-history-and-objectives-of-inventions/>>. Acesso em: 16 out. 2018.

GOOGLE. **Google Cardboard – Google VR.** Disponível em: <https://vr.google.com/intl/pt-BR_pt/cardboard/>. Acesso em: 05 nov. 2018.

GRAU, O. **Arte Virtual.** Da ilusão à imersão. São Paulo: Editora Senac, 2007.

HEGEL, G. **Razão na História.** São Paulo: Centauro, 2012.

HOSN, N.; COSTA, C. Realidade Virtual Imersiva. **Trabalho de Conclusão de Curso** apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Tecnólogo em Processamento de Dados pelo Centro de Ensino Superior do Pará - CESUPA no ano de 1999. Disponível em: <<http://www.oocities.org/raidhosn/index.htm>>. Acesso em: 16 out. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PNAD Contínua 2016: 51% da população com 25 anos ou mais do Brasil possuíam apenas o ensino fundamental completo.** Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>>

/agencia-noticias/2013-agencia-de-noticias/releases/18992-pnad-continua-2016-51-da-populacao-com-25-anos-ou-mais-do-brasil-possuiam- apenas-o-ensino-fundamental-completo.html>. Acesso em: 25 out. 2018.

JACOBSON, L. **Realidade virtual em casa**. Rio de Janeiro: Berkeley, 1994.

KALAWSKY, R. **The Science of Virtual Reality and Virtual Environments: A Technical, Scientific and Engineering Reference on Virtual Environments**. Addison-Wesley, 1993.

KING'S COLLEGE LONDON. **The stereoscope**. Disponível em: <<http://www.kingscollections.org/exhibitions/archives/wheatstone/optics/stereoscope>>. Acesso em: 19 out. 2018.

KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos de realidade aumentada. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**, v. 1, p. 22-38, 2006.

KIYOKAWA, K. Head-Mounted Display Technologies for Augmented Reality, In: BARFIELD, Woodrow. **Fundamentals of Wearable Computing and Augmented Reality**. Boca Raton, FL: CRC Press, 2015. pp. 59-84.

KLEINA, N. **A história da Realidade Virtual**. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/mercado/123579-a-historia-da-realidade-virtual.htm>>. Acesso em: 16 out. 2018.

KUENZER, A. **Ensino de 2º grau: o trabalho como princípio educativo**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 1997.

_____. **Ensino Médio: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. São Paulo: Cortez, 2000.

LANIER, J. Virtually there. **Scientific American**, v. 284, n. 4, p. 52-61, 2001.

LEMO, A. **Cibercultura: tecnologia e vida social na cultura contemporânea**. 6ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2013.

LÉVY, P. **O Que é Virtual?**. São Paulo: Editora 34, 1996.

_____. **Cibercultura**. 1ª ed. São Paulo: Editora 34, 1999.

LICKLIDER, J. Man-computer symbiosis. In: **Transactions on Human Factors in Electronics**, volume HFE-1, p. 4-11, Março de 1960.

LIMA, C. O estado da arte da realidade virtual. In: **INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO: teoria & prática**. 1999.

LIPPMAN, A. Movie-maps: An application of the optical videodisc to computer graphics. **Proceedings of the 7th annual conference on Computer graphics and interactive techniques**, Seattle, Washington, United States, 1980.

MANTOVANI, A. **A ubiquidade na comunicação e na aprendizagem: ressignificação das práticas pedagógicas no contexto da cibercultura**. Tese de Doutorado. PUC-RS, 2016.

MATURANA, H. **Emoções e linguagens na educação e na política**. 3ª ed. Belo Horizonte: UFMG, 2002.

MATURANA, H.; REZEPKA S. **Formação Humana e Capacitação**. Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

MATURANA, H; VARELA, F. **A Árvore do Conhecimento**: As bases biológicas do entendimento humano. 9ª ed. São Paulo: Palas Athena, 2011.

_____. **De Máquinas e Seres Vivos**. Autopoiese – A organização do vivo. 1ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

MICROSOFT. **Microsoft Hololens**. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/en-us/hololens>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

MILGRAM, P. *et. al.* Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. **Telemanipulator and Telepresence Technologies**, SPIE, V.2351, p. 282-292.

MORAES, M. **Paradigma Educacional Emergente (o)**. Campinas: Papirus, 1997.

_____. **Educar na biologia do amor e da solidariedade**. Petrópolis: Vozes, 2003.

MORTON H. **Morton Heilig**. 3-D Inventor, Writer, Director, Cameraman. Disponível em: <<http://www.mortonheilig.com/resume1.html>> e <<http://www.mortonheilig.com/resume2.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

MURRAY, J; STREET, A. **The Stereoscope**. Its history, theory and construction. London, 1856.

NATIONAL MUSEUMS SCOTLAND. **The stereoscope**. Disponível em: <<https://www.futurelearn.com/courses/stereoscopy/0/steps/16687>>. Acesso em: 18 out. 2018.

NETTO, A.; MACHADO, L.; OLIVEIRA, M. **Realidade Virtual** - Definições, Dispositivos e Aplicações. Disponível em: <http://www.di.ufpb.br/liliane/publicacoes/2002_reic.pdf>. Acesso em: 16 out. 2018.

OLIVEIRA, R. **VIDEOPLACE (1974)** // Myron Krueger. Disponível em: <<https://sridc.wordpress.com/2007/11/29/videoplace-1974-myron-krueger/>>. Acesso em: 30 out. 2018.

OXFORD DNB. **Brewster, Sir David**. Disponível em: <www.oxforddnb.com/view/10.1093/ref:odnb/9780198614128.001.0001/odnb-9780198614128-e-3371>. Acesso em: 22 out. 2018.

PEDERCINI, P. **A brief history of Virtual Reality**. 2016. Disponível em: <<http://mycours.es/gamedesign2016/presentations/a-brief-history-of-virtual-reality/>>. Acesso em: 18 out. 2018.

PIMENTEL, K.; TEIXEIRA, K. **Virtual reality** – through the new looking glass. New York: McGraw-Hill, 1995.

PROVANCHER, W. Creating Greater VR Immersion by Emulating Force Feedback with Ungrounded Tactile Feedback. In: **IQT Quaterly Fall**, Volume 6, Number 2, 2014. Disponível em: <http://tacticalhaptics.com/files/IQT_Quarterly_Fall2014_Provancher.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2018.

RAPKIEWICZ, C. E.; FALKEMBACH, G.; *et. al.* Estratégias pedagógicas no ensino de algoritmos e programação associadas ao uso de jogos educacionais. **Novas Tecnologias na Educação** V. 4 nº 2. CINTED - UFRGS, 2006.

RHEINGOLD, H. **Virtual reality**. New York: Touchstone, 1991.

RHODES, B. **A brief history of wearable computing.** Disponível em: <<https://www.media.mit.edu/wearables/lizzy/timeline.html>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

ROAD TO VR. **50 years of VR with Tom Furness: The Super Cockpit and More.** Disponível em: <<https://www.roadtovr.com/50-years-vr-tom-furness-super-cockpit-virtual-retinal-display-hit-lab-virtual-world-society/>>. Acesso em: 18 out. 2018.

ROMERO, Y. **Development of an User Interface for Virtual Reality.** Dissertação de Mestrado em Engenharia da Computação. Funchal, Portugal, janeiro de 2018. Disponível em: <<https://digituma.uma.pt/handle/10400.13/1899>>. Acesso em: 05 nov. 2018.

RUYG, M.; TEUNISSE, C.; VERHAGE, S. **Virtual reality for the web: Oculus Rift.** Leida: Leiden University. 2014. Disponível em: <http://mediatechnology.leiden.edu/images/uploads/docs/wt2014_oculus_rift.pdf> Acesso a 01 nov. 2018

SAMSUNG. **Samsung Gear VR com controle.** Disponível em: <<https://www.samsung.com/br/wearables/gear-vr-r325/>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

SANTAELLA, L. **Comunicação ubíqua – Repercussões na cultura e na educação.** São Paulo: Paulus, 2013.

SANTOS, E. **Formação de professores e cibercultura: novas práticas curriculares na educação presencial e a distância.** Revista da FAEEBA, Salvador, v. 11, n. 17, p. 113-122, jan./jun., 2002.

SANTOS, M.; PIRES, E.; MACAMBIRA, M.; BRUNI, A. A construção do conhecimento sobre ensino e aprendizagem em contabilidade: um olhar sobre os Congressos USP e anpcont no período de 2007 a 2011. **Revista Evidenciação Contábil & Finanças**, v. 1, n. 1, p. 71-84, Janeiro-Junho, 2013. (Qualis B3 em ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E TURISMO)

SCHLEMMER, E.; TREIN, D.; OLIVEIRA, C. Metaverso: a telepresença em Mundos Digitais Virtuais 3D por meio do uso de avatares. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2008. p. 441-450.

SPEECH INTERNET GROUP. **Interactive Movie Map.** Disponível em: <https://web.archive.org/web/20070531231727/http://www.media.mit.edu/speech/sig_videos.html>. Acesso em: 19 out. 2018.

_____. **World Of Windows.** Disponível em: <https://web.archive.org/web/20070531231727/http://www.media.mit.edu/speech/sig_videos.html>. Acesso em: 19 out. 2018.

STEINICKE, F. **Being Really Virtual.** Immersive Natives and the Future of Virtual Reality. Suíça: Springer company, 2016.

Stereoscopic Workspace. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20070531231727/http://www.media.mit.edu/speech/sig_videos.html>. Acesso em: 19 out. 2018.

SUTHERLAND, I. A head-mounted three dimensional display. **Proceedings of the AFIPS Fall Joint Computer Conference**, pp. 757-764. Washington, D.C.: Thompson Books, 1968.

TAKACS, B. How and why affordable virtual reality shapes the future of education. **The International Journal of Virtual Reality**, 2008.

TEIXEIRA, G. **A prática docente na era da globalização**. 2015. Disponível em: <http://www.miniweb.com.br/Historia/Artigos/i_contemporanea/pratica_docente.html>. Acesso em: 20 out. 2018.

THE VR SHOP. **NASA VIVED – Retro VR**. 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=q5wtumKRAz0>>. Acesso em: 20 out. 2018.

TOFFLER, A. **A Terceira Onda**. São Paulo: Record, 2012.

_____. **Palestra de Alvin Toffler no Congresso Nacional de Informática da SUCESU**, 1993. Disponível em: <http://www.projeto.unisinos.br/humanismo/antropos/Terceira_Onda.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2018.

VIRTUAL REALITY HEADSET SHOP, VR SHOP. **NASA VIEW HMD**. Disponível em: <<http://www.shop-virtual-reality-headsets.co.uk/nasa-view-hmd/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

_____. **NASA VIVED**. Disponível em: <<http://www.shop-virtual-reality-headsets.co.uk/nasa-vived/>>. Acesso em: 10 out. 2018.

VIRTUAL REALITY SOCIETY. **History Of Virtual Reality**. Disponível em: <<https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>>. Acesso em: 19 out. 2018.

VOICES OF VR PODCAST. **#245: 50 years of VR with Tom Furness**: The Super Cockpit, Virtual Retinal Display, HIT Lab, & Virtual World Society. Disponível em: <<http://voicesofvr.com/245-50-years-of-vr-with-tom-furness-the-super-cockpit-virtual-retinal-display-hit-lab-virtual-world-society/>>. Acesso em: 18 out. 2018.

WEINBAUM; S. **Pygmalion's Spetacles**. Wonder Stories. Estados Unidos: Beacon Publications, 1935.

WHEATSTONE, C. **Contributions to the physiology of vision**. – Part the first. on some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision. Philosophical transactions of the Royal Society of London, n. 128, p. 371-394, 1838. Disponível em: <<http://www.stereoscopy.com/library/wheatstone-paper1838.html>>. Acesso em: 18 out. 2018.

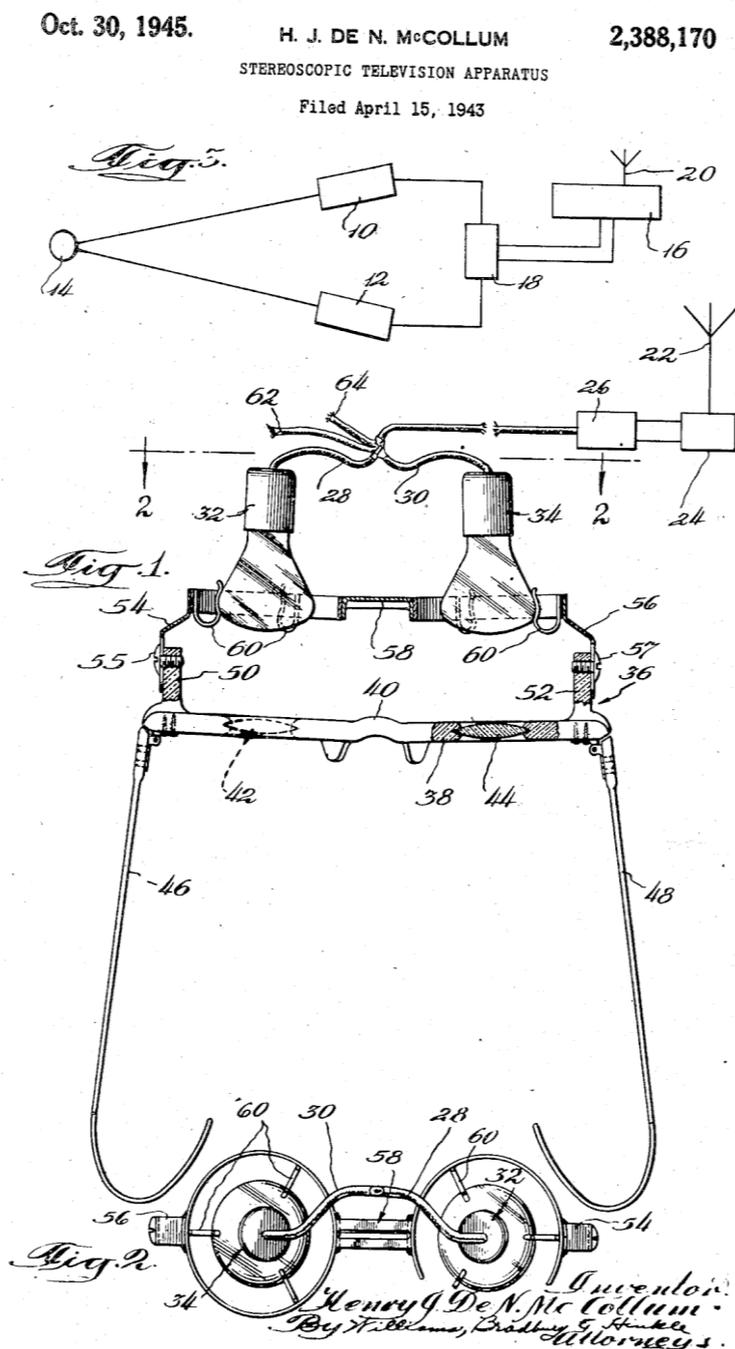
WIKIPEDIA. **Charles Wheatstone**. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Charles_Wheatstone>. Acesso em: 19 out. 2018.

_____. **Helmet Mounted Display**. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Helmet-mounted_display>. Acesso em: 29 set. 2018.

_____. **Stereoscope**. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/Stereoscope>>. Acesso em 18 out. 2018.

ANEXO I – PATENTE DO DISPOSITIVO TELEVISIVO ESTEREOSCÓPICO DE MCCOLLUM

Figura 10 – patente do dispositivo televisivo estereoscópico de McCollum (1945)



Fonte: Página do Glass Development⁶¹

⁶¹ Disponível em: <<https://glassdevelopment.wordpress.com/2014/04/17/hmd-history-and-objectives-of-inventions/>>. Acesso em: 02 out. 2018.

APÊNDICE I – TABELA DE TRABALHOS LEVANTADOS NA ANÁLISE DE DADOS

Descritores	Autor	Ano de publicação	Local	Tipo	Título
Construção do conhecimento + realidade virtual	SILVESTRE NOVAK	2005	RS	Dissertação	O PROBLEMA DA INTERAÇÃO NA ERA DA APRENDIZAGEM AUTÔNOMA: Pressupostos epistemológicos da educação a distância na perspectiva construtivista
Construção do conhecimento + realidade virtual	LUCIANA BACKES	2007	RS	Dissertação	MUNDOS VIRTUAIS NA FORMAÇÃO DO EDUCADOR: UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE OS PROCESSOS DE AUTONOMIA E DE AUTORIA
Construção do conhecimento + realidade virtual	MARCOS MEDEIROS DE SOUZA	2008	SP	Dissertação	EDUCAÇÃO E CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO: DO UNIVERSO INDIVIDUAL À INTELIGÊNCIA COLETIVA
Construção do conhecimento + realidade virtual	Vilma de Carvalho	2008	RJ	Artigo	SOBRE A OBJETIVIDADE NA RELAÇÃO SUJEITO-OBJETO NO PLANO DA IMAGEM OU DA ESFERA INSTRUMENTAL/ORGANIZACIONAL: UM PONTO DE VISTA PARA A PESQUISA NA ENFERMAGEM
Construção do conhecimento + realidade virtual	ADAUTO GALVÃO DA ROCHA	2009	SP	Dissertação	REPRESENTAÇÕES SOCIAIS SOBRE NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO: novos alunos, outros olhares
Construção do conhecimento + realidade virtual	Rafael Andrés Nieto Göller	2012	MÉXICO	Artigo	EDUCACIÓN VIRTUAL O VIRTUALIDAD DE LA EDUCACIÓN
Construção do conhecimento + realidade virtual	CINTHYA COSME GUTIERREZ DURAN	2014	SP	Tese	PAULO FREIRE E A SIMULAÇÃO NA FORMAÇÃO MÉDICA
Construção do conhecimento + realidade virtual	CARINE DE OLIVEIRA FRANK	2014	RS	Dissertação	O ENSINO DE LÍNGUA ESPANHOLA POR MEIO DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS VIRTUAIS NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS
Construção do conhecimento + realidade virtual	DÉBORA TEIXEIRA ARRUDA	2015	AM	Dissertação	O USO DE AMBIENTE VIRTUAL DE ENSINO APRENDIZAGEM NA MEDIAÇÃO DAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS INCLUSIVAS: CONTRIBUIÇÕES PARA A DISCIPLINA LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS - LIBRAS

Construção do conhecimento + realidade virtual	MÔNICA CRISTINA BARBOSA PEREIRA	2015	AM	Dissertação	MEDIAÇÃO TECNOLÓGICA: REPERCUSSÕES NA CONSTITUIÇÃO DA INTELIGÊNCIA COLETIVA
Construção do conhecimento + realidade virtual	LUCIANA CRISTINA CARDOSO	2016	SP	Tese	APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DA DOCÊNCIA EM UM ESPAÇO HÍBRIDO DE FORMAÇÃO: O TERCEIRO ESPAÇO
Construção do conhecimento + realidade virtual	RAMON MISSIAS-MOREIRA	2017	BA	Tese	REPRESENTAÇÕES CORPORAIS DE PROFESSORES UNIVERSITÁRIOS DE EDUCAÇÃO FÍSICA NO FACEBOOK
Construção do conhecimento + realidade virtual	LEONARA RADDAI GUNTHER MARA REGINA ROSA RIBEIRO	2017	SC	Artigo	O MÉTODO DA BRICOLAGE EM PESQUISAS EM SAÚDE E ENFERMAGEM – CONSTRUINDO O CAMINHO AO CAMINHAR
Construção do conhecimento + realidade virtual	Sanderli José da Silva Segundo Wagner Junqueira de Araújo Guilherme Ataíde Dias	2018	PB	Artigo	Prospecção de cenários futuros: estudo aplicado a biblioteca virtual Paul Otlet
Construção do conhecimento + processo de interação	LUDMILLA BELOTTI ANDREU FUNO	2011	SP	Dissertação	TELETANDEM E A FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES VINCULADOS À REDE PÚBLICA DE ENSINO DO INTERIOR PAULISTA: UM ESTUDO DE CASO
Construção do conhecimento + processo de interação	NATANAEL DA VERA-CRUZ GONÇALVES ARAÚJO	2008	MA	Dissertação	O NORMAL SUPERIOR TELE-PRESENCIAL E A TRILOGIA: POLÍTICA EDUCACIONAL, FORMAÇÃO DE PROFESSORAS(ES) E EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA
Construção do conhecimento + processo de interação	ANA CLÁUDIA BILHÃO GOMES	2012	RS	Dissertação	O DESENVOLVIMENTO DA COMPETÊNCIA PARA O TRABALHO EM EQUIPE À DISTÂNCIA COM O USO DO METAVERSO SECOND LIFE
Construção do conhecimento + processo de interação	Magda Guimarães de Araujo Faria	2015	RJ	Tese	Interação em processos de construção compartilhada do conhecimento: uma experiência de educação a distância com enfermeiros da saúde a família

Construção do conhecimento + processo de interação	Sueli Aparecida Falsarella	2010	SP	Dissertação	ANÁLISE DE AMBIENTES COMPUTACIONAIS PARA REALIZAÇÃO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
Construção do conhecimento + processo de interação	MARIA EDUARDA DE LIMA MENEZES	2013	SP	Dissertação	TECNOLOGIAS E MÍDIAS DIGITAIS NO PROCESSO EDUCATIVO E A AUTORIA DE ALUNOS: LIMITES, CONTRIBUIÇÕES E POSSIBILIDADES
Construção do conhecimento + processo de interação	MÁRCIO LUIZ BESS	2016	SP	Tese	CONSTRUÇÃO DE ESPAÇOS VIRTUAIS COLABORATIVOS VOLTADOS PARA A EDUCAÇÃO COM SUBSÍDIO DA WEB 2.0: O CASO DE UM CURSO DE ARTES
Construção do conhecimento + processo de interação	MARILENA ESTRELLA FACURI	2011	SP	Dissertação	MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA: MA RELAÇÃO DE CONSTRUÇÃO E DESCOBERTAS NO AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM NA MODALIDADE SEMIPRESENCIAL
Construção do conhecimento + processo de interação	RENATA CRISTINA DOS REIS	2009	SP	Dissertação	COMO ATINGIR A INTERAÇÃO, VISANDO À CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO E À APRENDIZAGEM DE LÍNGUA PORTUGUESA EM AMBIENTES VIRTUAIS
Construção do conhecimento + processo de interação	MARIA DE FÁTIMA ALVES	2005	PE	Tese	INTERAÇÃO E COGNIÇÃO EM SALA DE AULA
Construção do conhecimento + processo de interação	FERNANDO JOSÉ LOPES	2013	SP	Dissertação	TEORIAS DA APRENDIZAGEM CONSTRUTIVISTAS: UMA PROPOSTA DE ENSINO UTILIZANDO AMBIENTES VIRTUAIS DE ENSINO APRENDIZAGEM PARA PROPOR UMA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA NO ENSINO PRESENCIAL
Construção do conhecimento + processo de interação	LEANDRO ALVES DOS SANTOS	2010	SP	Dissertação	TECNOLOGIAS EM REDE E A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO: USO DAS REDES SOCIAIS NA ATIVIDADE DOCENTE
Construção do conhecimento + processo de interação	Lizandra Calife Soares	2017	MG	Dissertação	ARTE CONTEMPORÂNEA, MÍDIA-EDUCAÇÃO E MUSEUS NA WEB: REMIXANDO UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO MÉDIO
Construção do conhecimento +	ANA FLÁVIA CAMPEIZ	2017	SP	Dissertação	O SENTIDO DA ESCOLA NA PERSPECTIVA DOS ADOLESCENTES IMERSOS À TECNOLOGIA DIGITAL

processo de interação					
Construção do conhecimento + processo de interação	DÉBORA RODRIGUES VAZ	2017	SP	Tese	BLOG COMO AMBIENTE DE APOIO À INTERAÇÃO, COLABORAÇÃO E REFLEXÃO NO ENSINO À DISTÂNCIA
Construção do conhecimento + processo de interação	SEBASTIÃO GOMES DE ALMEIDA JÚNIOR	2013	MG	Dissertação	ADOLESCENTES NA CIBERCULTURA: SOCIABILIDADE E CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO – INTEPRETAÇÃO DE REGISTROS DE UMA PESQUISA DE CAMPO
Construção do conhecimento + processo de interação	ÉRIKA GIACOMETTI ROCHA	2015	SP	Dissertação	Análise das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como mediadoras de relações e da construção do conhecimento de adolescentes
Construção do conhecimento + processo de interação	ROSANA RAMOS SOCHA	2011	SP	Dissertação	A DINÂMICA DAS INTERAÇÕES EM SALA DE AULA E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO
Construção do conhecimento + processo de interação	Sílvia Meirelles Leite Patricia Alejandra Behar	2007	PR	Artigo	A construção coletiva com crianças em ambientes virtuais de aprendizagem
Construção do conhecimento + processo de interação	Fábio Edenei Mainginski Luis Maurício Martins de Resende Adriane de Lima Penteadó	2012	MG	Artigo	UTILIZAÇÃO DE WEBQUESTS NA FORMA DE BLOG COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA CIÊNCIA DOS MATERIAIS
Construção do conhecimento + processo de interação	Maria Ligia Rangel Ana de Oliveira Barbosa Nicia Cristina Rocha Riccio Joseilda Sampaio de Souza	2012	SP	Artigo	Redes de aprendizagem colaborativa: contribuição da Educação a Distância no processo de qualificação de gestores do Sistema Único de Saúde - SUS

Construção do conhecimento + processo de interação	Carla Beatris Valentini Claudia Alquati Bisol	2008	PR	Artigo	Análise dos processos cognitivos e autopoieticos em um ambiente virtual de aprendizagem
Realidade virtual	HELENA AVANZO	2015	BA	Dissertação	A ARQUITETURA DE INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR NO CONTEXTO DA CULTURA DIGITAL
Realidade virtual	PAULO ROGÉRIO BORGES	2018	SP	Tese	TREM-FANTASMA E REALIDADE VIRTUAL
Realidade virtual	NANCI NEVES CARDIM	2014	RJ	Dissertação	EaD E CIBERESPAÇO: UM ESTUDO SOBRE A DIDÁTICA NOS AMBIENTES VIRTUAIS DE PRENDIZAGEM E AS POSSIBILIDADES DE CONSTRUÇÃO DE SABERES
Realidade virtual	FÁBIO MARTINS DO CARMO	2013	SP	Dissertação	MUNDO VIRTUAL 3D EM PLATAFORMA ABERTA COMO INTERFACE PARA AMBIENTES DE APRENDIZAGEM
Realidade virtual	ANDRÉA OTONI ANTUNES SALES DA CRUZ	2016	MG	Dissertação	INTERAÇÃO DOS JOVENS A PARTIR DAS MÍDIAS DIGITAIS: IMPLICAÇÕES NO COTIDIANO ESCOLAR
Realidade virtual	BÁRBARA BERNARDINI DE FRANCO	2009	SP	Dissertação	Convergência digital de sistemas de aprendizado colaborativo, considerando ambientes da Web e da TV Digital no Brasil
Realidade virtual	Antúlio de Oliveira	2012	PE	Dissertação	Utilização de Interfaces Multi-Touch em Sistemas Virtuais de Ensino como Meio de Ampliação da Acessibilidade para Deficientes Visuais
Realidade virtual	Aglay Sanches Fronza-Martins	2009	SP	Dissertação	Realidade Virtual & Educação Não-Formal experiências educativas não-formais em ambiente museológico virtual
Realidade virtual	TANIA ROSSI GARBIN	2008	SP	Tese	AMBIENTES DE COMUNICAÇÃO ALTERNATIVOS COM BASE NA REALIDADE AUMENTADA PARA CRIANÇAS COM PARALISIA CEREBRAL: UMA PROPOSTA DE CURRÍCULO EM AÇÃO
Realidade virtual	ADILSON LUIZ GONÇALVES	2008	SP	Dissertação	ENTRE O PRESENCIAL E O VIRTUAL: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES DO ENSINO SUPERIOR SOBRE A UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE COMUNICAÇÃO À DISTÂNCIA E SUAS IMPLICAÇÕES NO TRABALHO DOCENTE
Realidade virtual	UGO BARBOSA DE MELLO	2014	BA	Dissertação	FORMAÇÃO EM ORGANIZAÇÃO DA CULTURA: ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA ONLINE DO CURSO-PILOTO DE FORMAÇÃO DE GESTORES CULTURAIS
Realidade virtual	FELIPE SERVILHA MORENO	2018	SP	Dissertação	A COOPERAÇÃO DESIGN DE GAMES E NEUROCIÊNCIA COMO ESTRATÉGIA À SUPERAÇÃO DO CYBERSICKNESS
Realidade virtual	DANIEL FIGUEIREDO DE OLIVEIRA	2017	PB	Tese	SOBRE HUMANOS E MÁQUINAS: MARCOS EPISTÊMICOS, ONTOLÓGICOS E ÉTICOS PARA COMPREENSÃO DO CIBORGUE E APRENDIZAGEM HUMANA NA CULTURA DIGITAL

Realidade virtual	PAULO VINÍCIUS DE FARIAS PAIVA	2014	PB	Dissertação	UM AMBIENTE VIRTUAL COLABORATIVO PARA A EDUCAÇÃO DE EQUIPES CIRÚRGICAS
Realidade virtual	NICIA CRISTINA ROCHA RICCIO	2010	BA	Tese	AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM NA UFBA:A AUTONOMIA COMO POSSIBILIDADE
Realidade virtual	DAIANA TREIN PIRES	2010	RS	Dissertação	EDUCAÇÃO ONLINE EM METAVERSO: A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA POR MEIO DA TELEPRESENÇA E DA PRESENÇA VIRTUAL VIA AVATAR EM MUNDOS DIGITAIS VIRTUAIS EM 3 DIMENSÕES
Realidade virtual	ANA BEATRIZ SIQUEIRA TROIANO	2009	SP	Dissertação	EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES: O CURSO 'REAS VERDES NO MUNICÍPIO DE ALFENAS - MG
Realidade virtual	Margarete Axt Eny M.M. Schuch	2001	SP	Artigo	Ambientes de realidade virtual e educação: que real é este?
Realidade virtual	Javier Fombona Cadavieco Maria de Fátima Goulão Marco Antonio Garcia Tamargo	2014	MG	Artigo	Melhorar a atratividade da informação através do uso da realidade aumentada
Realidade virtual	Dariel de Carvalho Eduardo José Manzinp	2017	SP	Artigo	Aplicação de um Programa de Ensino de Palavras em Libras Utilizando Tecnologia de Realidade Aumentada
Realidade virtual	O. Faella R. De Luca	2015	SP	Artigo	Living under attack in a one-dimensional virtual world
Realidade virtual	SUELEN MORAES DE LORENZO LÍGIA MARIA PRESUMIDO BRACCIALLI RITA DE CÁSSIA TIBÉRIO ARAÚJO	2015	SP	Artigo	Realidade Virtual como Intervenção na Síndrome de Down: uma Perspectiva de Ação na Interface Saúde e Educação
Realidade virtual	Leticia Rocha Machado Patricia Alejandra Behar	2015	RS	Artigo	Educação a Distância e Cybersêniors: um foco nas estratégias pedagógicas

Realidade virtual	ANA MARGÔ MANTOVANI	2016	RS	Tese	A UBIQUIDADE NA COMUNICAÇÃO E NA APRENDIZAGEM: RESSIGNIFICAÇÃO DAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS NO CONTEXTO DA CIBERCULTURA
Realidade virtual	Andréa Toti Matos	2003	SP	Artigo	A biblioteca em realidade virtual como um ambiente colaborativo
Realidade virtual	Silvana Drumond Monteiro	2004	DF	Artigo	Aspectos filosóficos do virtual e as obras simbólicas no ciberespaço
Realidade virtual	Maria Lourdes Blatt Ohira Noêmia Schoffen Prado	2002	DF	Artigo	Bibliotecas virtuais e digitais: análise de artigos de periódicos brasileiros (1995/2000)
Realidade virtual	Eloiza Silva Gomes Oliveira	2017	PR	Artigo	Adolescência, internet e tempo: desafios para a Educação
Realidade virtual	Antônio Vanderlei dos Santos Selan Rodrigues dos Santos Luciane Machado Fraga	2002	SP	Artigo	Sistema de Realidade Virtual para Simulação e Visualização de Cargas Pontuais Discretas e seu Campo Elétrico
Realidade virtual	Allan dos Santos da SILVA Paola Janeiro VALENCIANO Dirce Shizuko FUJISAWA	2017	SP	Artigo	Atividade Lúdica na Fisioterapia em Pediatria: Revisão de Literatura
Realidade virtual	Carlos Subuhana	2009	SP	Artigo	A experiência sociocultural de universitários da África Lusófona no Brasil: entremeando histórias
Realidade virtual	Rodrigo Dalla Vecchia Marcus Vinicius Maltempi	2012	SP	Artigo	Modelagem Matemática e Tecnologias de Informação e Comunicação: a realidade do mundo cibernético como um vetor de virtualização
Realidade virtual	Richele Grengue Vignoli Maria Inês Tomael	2012	MG	Artigo	American Library Association (ALA) no Second Life (SL)
Head mounted display	ÉLLEN DOS SANTOS CORRÊA	2012	RJ	Dissertação	SIMULAÇÃO DO PROTOCOLO MÉDICO DE PUNÇÃO PLEURAL COM REALIDADE VIRTUAL
Head mounted display	Philip Kuster Dunker	2016	RJ	Dissertação	Uma Ferramenta de Telepresença de Baixo Custo usando Oculus Rift: Desenvolvimento e Avaliação num Cenário de Videoconferência

Head mounted display	SANDRA REGINA DOS REIS	2015	SP	Tese	ESTÁGIO SUPERVISIONADO NO CURSO DE PEDAGOGIA A DISTÂNCIA: APROXIMAÇÕES E DIFERENÇAS DO ENSINO PRESENCIAL
Head mounted display	Cristina de Almeida Scheibler	2018	CE	Dissertação	Experiência de Usuário em Jogos com Óculos HMD sob os Pontos de Vista de Primeira e Terceira Pessoa com Ênfase em Corporificação
Head mounted display	Junichiro Ishioka, Kazunori Kihara, Saori Higuchi, Takayuki Nakayama, Hideki Takeshita, Soichiro Yoshida, Yasukazu Nakanishi, Toshiki Kijima Yoh Matsuoka, Noboru Numao, Kazutaka Saito, Yasuhisa Fujii	2014	JAPÃO	Artigo	New head-mounted display system applied to endoscopic management of upper urinary tract carcinomas
Head mounted display	Sebastian Xavier Samur	2016	RS	Artigo	Uma Comparação entre Presença Cênica e Presença na Realidade Virtual
Head mounted display	Soliane Scapin	2018	SC	Dissertação	REALIDADE VIRTUAL COMO TERAPIA COMPLEMENTAR NA RECUPERAÇÃO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES QUE SOFRERAM QUEIMADURAS: ESTUDO CLÍNICO CONTROLADO NÃO RANDOMIZADO
Realidade virtual + processo de interação	Marcos Luis Barbato	2017	RJ	Dissertação	O Vídeo Imersivo e a Realidade Virtual 3D
Realidade virtual + processo de interação	LUCAS ASSIS PEREIRA CACAU	2013	SE	Dissertação	Realidade virtual como ferramenta complementar à reabilitação de pacientes em pós operatório de cirurgia cardíaca
Realidade virtual + processo de interação	MARCOS ANTONIO CAVALHIERI	2006	SP	Dissertação	MODELO COMPORTAMENTAL BASEADO EM CRENÇAS E TEORIA BAYESIANA PARA SIMULAÇÕES DE VIDA ARTIFICIAL COM HUMANOS VIRTUAIS
Realidade virtual + processo de interação	Alana Elza Fontes Da Gama	2016	PE	Tese	Improvement of Computational Rehabilitation Support Systems Based on Virtual and Augmented Reality: Clinical Similarity and Biomechanical Movement Recognition

Realidade virtual + processo de interação	JERÔNIMO GUSTAVO GRANDI	2018	RS	Tese	Collaborative 3D Interactions and Their Application on Virtual, Augmented and Mixed Reality Interfaces
Realidade virtual + processo de interação	ANTHONY FERREIRA LA MARCA	2011	SP	Dissertação	SISTEMA GERADOR DE APOIO A UM DICIONÁRIO TEMÁTICO VISUAL-GESTUAL BASEADO EM REALIDADE VIRTUAL
Realidade virtual + processo de interação	MILENA MARQUEZIN OLHER	2004	SP	Dissertação	META-MODELO PARA O PROCESSO DE SISTEMAS COM RV PAUTADO POR ENFOQUE NO USUÁRIO, ITERATIVIDADE DE PROJETO E CRITÉRIOS DE USABILIDADE
Realidade virtual + processo de interação	Rafael Guimarães Pedroso	2016	SP	Dissertação	INTERAÇÃO COM OBJETOS DIGITAIS 3D EM ESTÚDIOS VIRTUAIS
Realidade virtual + processo de interação	Samira Bissoli Saleme	2007	ES	Dissertação	InterFACES virtuais: ANÁLISE MICROGENÉTICA DE PROCESSOS DE INTERAÇÃO SOCIAL NO JOGO "THE SIMS®"
Realidade virtual + processo de interação	CESAR AUGUSTO BAILO SANTOS	2011	SP	Tese	DA IMERSÃO À PERFORMATIVIDADE: VETORES ESTÉTICOS DA OBRA-DISPOSITIVO
Realidade virtual + processo de interação	Soliane Scapin	2018	SC	Dissertação	REALIDADE VIRTUAL COMO TERAPIA COMPLEMENTAR NA RECUPERAÇÃO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES QUE SOFRERAM QUEIMADURAS: ESTUDO CLÍNICO CONTROLADO NÃO RANDOMIZADO
Realidade virtual + processo de interação	Rodrigo Gecelka da Silva	2012	SC	Dissertação	O POTENCIAL EDUCACIONAL DOS MUNDOS VIRTUAIS TRIDIMENSIONAIS: UM ESTUDO DE CASO DO SECOND LIFE
Realidade virtual + processo de interação	ILANA DE ALMEIDA SOUZA	2007	SP	Tese	SIMULADOR DE REALIDADE VIRTUAL PARA O TREINAMENTO DE BIÓPSIA POR AGULHAS DE NÓDULOS DA GLÂNDULA TIREÓIDE
Realidade virtual + processo de interação	Marcele Regine de Carvalho Rafael Thomaz da Costa Antonio Egidio Nardi	2011	RJ	Artigo	Simulator Sickness Questionnaire: tradução e adaptação transcultural

Realidade virtual + processo de interação	Liliane dos Santos Machado Ronei Marcos de Moraes Fatima de Lourdes dos Santos Nunes Rosa Maria Esteves Moreira da Costa	2011	SP	Artigo	Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica
Realidade virtual + processo de interação	Lucas de Assis Pereira Cacau, Géssica Uruga Oliveira, Luana Godinho Maynard, Amaro Afrânio de Araújo Filho, Walderi Monteiro da Silva Junior, Manoel Luiz Cerqueria Neto, Angelo Roberto Antonioli, Valter J. Santana-Filho	2013	SP	Artigo	The use of the virtual reality as intervention tool in the postoperative of cardiac surgery
Realidade virtual + processo de interação	Andreza Tomaza, Maurício Malavasi Ganança, Adriana Pontin Garcia, Natalia Kessler, Heloisa Helena Caovilla	2014	SP	Artigo	Postural control in underachieving students
Realidade virtual + processo de interação	Maira Izzadora Souza Carneiro, Déborah Marques De Oliveira, Adriana Baltar Do Rêgo Maciel, Ana Cláudia De Andrade Cardoso,	2016	PE	Artigo	Applicability of a motor rehabilitation system in stroke victims

	Verônica Teichrieb, Kátia Monte-Silva				
Construção do conhecimento + processo de interação + realidade virtual	ALESSANDRA MORENO TALAVERA DOMENIQUELLI	2010	SP	Dissertação	A RELAÇÃO PEDAGÓGICA NA TUTORIA À DISTÂNCIA: UM ESTUDO A PARTIR DO CURSO DE PEDAGOGIA
Construção do conhecimento + processo de interação + realidade virtual	EDGAR MARÇAL DE BARROS FILHO	2005	CE	Dissertação	VIRTRAM: UM FRAMEWORK PARA O DESENVOLVIMENTO DE TREINAMENTOS UTILIZANDO REALIDADE VIRTUAL EM DISPOSITIVOS MÓVEIS
Construção do conhecimento + processo de interação + realidade virtual	BRUNO RAFAEL DE ARAÚJO SALES	2010	PB	Dissertação	COLABORAÇÃO EM SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL VOLTADOS AO TREINAMENTO MÉDICO: UM MÓDULO PARA O FRAMEWORK CUBERMED

APÊNDICE II – TABELA DE TRABALHOS SELECIONADOS PARA A ANÁLISE

Descritores	Autor	Ano de publicação	Local	Tipo	Título
Construção do conhecimento + realidade virtual	SILVESTRE NOVAK	2005	RS	Dissertação	O PROBLEMA DA INTERAÇÃO NA ERA DA APRENDIZAGEM AUTÔNOMA: Pressupostos epistemológicos da educação a distância na perspectiva construtivista
Construção do conhecimento + realidade virtual	LUCIANA BACKES	2007	RS	Dissertação	MUNDOS VIRTUAIS NA FORMAÇÃO DO EDUCADOR: UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE OS PROCESSOS DE AUTONOMIA E DE AUTORIA
Construção do conhecimento + realidade virtual	CINTHYA COSME GUTIERREZ DURAN	2014	SP	Tese	PAULO FREIRE E A SIMULAÇÃO NA FORMAÇÃO MÉDICA
Construção do conhecimento + processo de interação	LEANDRO ALVES DOS SANTOS	2010	SP	Dissertação	TECNOLOGIAS EM REDE E A CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO: USO DAS REDES SOCIAIS NA ATIVIDADE DOCENTE
Construção do conhecimento + processo de interação	ANA FLÁVIA CAMPEIZ	2017	SP	Dissertação	O SENTIDO DA ESCOLA NA PERSPECTIVA DOS ADOLESCENTES IMERSOS À TECNOLOGIA DIGITAL
Construção do conhecimento + processo de interação	ÉRIKA GIACOMETTI ROCHA	2015	SP	Dissertação	Análise das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como mediadoras de relações e da construção do conhecimento de adolescentes
Realidade virtual	DAIANA TREIN PIRES	2010	RS	Dissertação	EDUCAÇÃO ONLINE EM METAVERSO: A MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA POR MEIO DA TELEPRESENÇA E DA PRESENÇA VIRTUAL VIA AVATAR EM MUNDOS DIGITAIS VIRTUAIS EM 3 DIMENSÕES
Realidade virtual	Javier Fombona Cadavieco Maria de Fátima Goulão Marco Antonio Garcia Tamargo	2014	MG	Artigo	Melhorar a atratividade da informação através do uso da realidade aumentada
Head mounted display	ÉLLEN DOS SANTOS CORRÊA	2012	RJ	Dissertação	SIMULAÇÃO DO PROTOCOLO MÉDICO DE PUNÇÃO PLEURAL COM REALIDADE VIRTUAL

Head mounted display	Philip Kuster Dunker	2016	RJ	Dissertação	Uma Ferramenta de Telepresença de Baixo Custo usando Oculus Rift: Desenvolvimento e Avaliação num Cenário de Videoconferência
Head mounted display	Cristina de Almeida Scheibler	2018	CE	Dissertação	Experiência de Usuário em Jogos com Óculos HMD sob os Pontos de Vista de Primeira e Terceira Pessoa com Ênfase em Corporificação
Realidade virtual + processo de interação	Rodrigo Gecelka da Silva	2012	SC	Dissertação	O POTENCIAL EDUCACIONAL DOS MUNDOS VIRTUAIS TRIDIMENSIONAIS: UM ESTUDO DE CASO DO SECOND LIFE
Realidade virtual + processo de interação	ILANA DE ALMEIDA SOUZA	2007	SP	Tese	SIMULADOR DE REALIDADE VIRTUAL PARA O TREINAMENTO DE BIÓPSIA POR AGULHAS DE NÓDULOS DA GLÂNDULA TIREÓIDE
Construção do conhecimento + processo de interação + realidade virtual	ALESSANDRA MORENO TALAVERA DOMENIQUELLI	2010	SP	Dissertação	A RELAÇÃO PEDAGÓGICA NA TUTORIA À DISTÂNCIA: UM ESTUDO A PARTIR DO CURSO DE PEDAGOGIA
Construção do conhecimento + processo de interação + realidade virtual	BRUNO RAFAEL DE ARAÚJO SALES	2010	PB	Dissertação	COLABORAÇÃO EM SISTEMAS DE REALIDADE VIRTUAL VOLTADOS AO TREINAMENTO MÉDICO: UM MÓDULO PARA O FRAMEWORK CUBERMED

APÊNDICE III – MAPA MENTAL

