



Universidade de Brasília

Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação

# Um estudo bibliográfico de revisão sistemática sobre realidade virtual na educação

Victor Bessa Ribeiro

Monografia apresentada como requisito parcial  
para conclusão do Curso de Computação — Licenciatura

Orientadora  
Dra. Maria de Fátima Ramos Brandão

Brasília  
2023



# Dedicatória

Dedico esse trabalho aos meus pais, que me deram o maior bem que poderiam: o da educação.

# Agradecimentos

Agradeço à minha orientadora, Professora Maria de Fátima Ramos Brandão, por sua orientação, apoio e dedicação ao longo deste trabalho. Sua experiência e conhecimento foram essenciais para a realização deste trabalho de graduação e por suas orientações para assegurar a qualidade do texto.

Agradeço também à Universidade de Brasília, ao Departamento de Ciência da Computação, a Faculdade de Educação como também todos os professores e funcionários que contribuíram de alguma forma para minha formação e para a realização deste aprendizado superior.

# Resumo

O trabalho propõe um estudo bibliográfico sobre a aplicação da Realidade Virtual (RV) em contextos educacionais. O tema é motivado pela crescente popularização e evolução dessa tecnologia para criar ambientes de simulação e de aplicação em diversas áreas. As tecnologias e ferramentas de RV são consideradas potencialmente significativas para ampliar e diversificar o seu uso pedagógico pelos professores e alunos o que abre possibilidade para explorar o conhecimento pedagógico sobre sua aplicação em sala de aula. O trabalho propõe investigar as potencialidades da RV na educação básica segundo os estudos sobre as bases de conhecimento para o ensino.

A metodologia adotada foi o estudo bibliográfico da literatura em bases de dados nacionais e internacionais no período de 1997 a 2021. Os resultados mostram que a RV tem um grande potencial na educação, especialmente para ampliar e diversificar o uso pedagógico pelos professores e alunos. As considerações finais abordam os principais desafios e potencialidades sobre o seu uso pedagógico e buscam contribuir para a literatura sobre a aplicação da RV na educação, destacando suas potencialidades e desafios.

**Palavras-chave:** Realidade virtual, Conhecimento pedagógico, Formação docente, Computação, Ensino e Aprendizagem

# Abstract

This work presents a bibliographic study on the application of Virtual Reality (VR) in educational contexts. The theme is motivated by the growing popularity and evolution of this technology to create simulation environments and has applications in various fields. VR technologies and tools are considered potentially significant for expanding and diversifying their pedagogical use cases by teachers and students, opening up possibilities to explore diverse forms of knowledge in the classroom. The objective of this work is to investigate the potential of VR in education, considering the existing knowledge bases for teaching.

The methodology adopted was a bibliographic study of literature in national and international databases from 1997 to 2021. The analysis examined the educational applications of VR, its relationships, and observed effects with its use by students. The results show that VR has great potential in education, especially to expand and diversify its pedagogical use by teachers and students. The final considerations address the main challenges and potentialities of its pedagogical use and seek to contribute to the literature on the application of VR in education, highlighting its potential and challenges.

**Keywords:** Virtual Reality, Education, Computing, Teaching and Learning

# Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos da pesquisa . . . . .	2
1.2	Metodologia do trabalho . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Realidade Virtual na Educação</b>	<b>4</b>
2.1	Realidade virtual e suas tecnologias . . . . .	4
2.2	Imersão em ambientes de realidade virtual . . . . .	5
2.3	Plataformas sociais de realidade virtual . . . . .	5
2.4	Conhecimento pedagógico e ensino . . . . .	6
2.5	Método de pesquisa de revisão sistemática . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Conhecimento Pedagógico em Realidade Virtual</b>	<b>8</b>
3.1	Etapas do método de pesquisa . . . . .	8
3.2	Levantamento e seleção das fontes de pesquisa . . . . .	8
3.3	Considerações de pesquisa . . . . .	9
3.4	Fontes de literatura . . . . .	10
3.5	Palavras-chave . . . . .	11
3.6	Achados da pesquisa . . . . .	12
3.7	Filtragem . . . . .	12
3.7.1	Filtragem inicial . . . . .	12
3.7.2	Seleção dos Abstracts . . . . .	13
3.7.3	Leitura Completa . . . . .	13
3.8	Critérios de inclusão e exclusão . . . . .	13
3.9	Seleção . . . . .	15
3.10	Artigos Extras . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Achados da pesquisa</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Análise e discussão</b>	<b>20</b>
5.1	Comparações com meios tradicionais . . . . .	21

5.2	Limitações da realidade virtual . . . . .	21
5.3	Salas de aula virtuais . . . . .	22
5.4	Visitas em campo virtuais . . . . .	22
5.5	Treinamento de habilidades específicas . . . . .	23
5.6	Aprendizado em Grupo . . . . .	23
5.7	Tornando a tecnologia mais acessível . . . . .	24
5.8	Observações sobre a pesquisa metodológica . . . . .	24
5.9	Realidade Virtual no Futuro . . . . .	25
<b>6</b>	<b>Considerações Finais</b>	<b>26</b>
	<b>Referências</b>	<b>27</b>

# Lista de Figuras

3.1 Etapas do método de pesquisa sobre ação pedagógica em RV. . . . .	9
3.2 Diagrama de fluxo PRISMA. . . . .	10

# Lista de Tabelas

4.1 Artigos inclusos na análise . . . . .	19
---	----

# Capítulo 1

## Introdução

A inserção da computação e suas tecnologias em contextos educacionais é justificada, dentre vários aspectos, para atender as demandas sociais e superar barreiras na aquisição e produção de conhecimentos por meio de inovações e melhorias no ensino e na aprendizagem[1]. Durante a pandemia da Covid-19, a comunidade educacional global teve que buscar se adaptar rapidamente ao uso dos meios digitais para continuar suas atividades. Os métodos de ensino foram adaptados para modalidades de ensino remoto ou híbrido para cumprir as restrições sanitárias[2]. As práticas pedagógicas utilizaram ferramentas de videoconferência tais como *Zoom*<sup>1</sup>, *Google Classroom*<sup>2</sup> e *Microsoft Teams*<sup>3</sup> e de comunicação online tais como *WhatsApp*<sup>4</sup>, *Telegram*<sup>5</sup>, *Discord*<sup>6</sup> e fóruns. A experiência e cultura do ensino remoto trouxeram alguns benefícios tais como de redução do esforço e tempo de deslocamentos, na redução de custos e de emissões de gás carbônico, na superação de barreiras geográficas, flexibilização do tempo de estudos e das bases de conteúdos com a possibilidade de gravação das aulas ministradas.

A adoção de tecnologias digitais no aprendizado foi representada também por dificuldades que necessitaram de adaptações relacionadas ao acesso a recursos físicos, aquisição de conhecimentos para uso de novas ferramentas, para desenvolvimento de habilidades práticas e de experimentação. O aprendizado por meio do ensino híbrido foi adotado para suprir essas demandas emergenciais. Apesar das dificuldades e desafios, a pandemia reforçou a necessidade de adoção de práticas de aprendizado em novas propostas de uso de tecnologias digitais em contexto de pandemia[3][4]. Dessa forma, as tecnologias digitais

---

<sup>1</sup><https://zoom.us/>

<sup>2</sup><https://classroom.google.com>

<sup>3</sup><https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-teams/group-chat-software/>

<sup>4</sup><https://www.whatsapp.com/>

<sup>5</sup><https://telegram.org/>

<sup>6</sup><https://discord.com/>

passaram a assumir função essencial de infraestrutura para o ensino o que pressupõe uma cultura digital no ensino e aprendizagem nas modalidades presencial ou a distância [5][6].

A Realidade Virtual (RV), do termo em inglês *Virtual Reality* (VR), é uma tecnologia caracterizada por simulações computadorizadas para criar ambientes virtuais interativos para seus usuários com uso de equipamentos especializados. Essas tecnologias são impulsionadas pelos avanços dos computadores pessoais, da cultura digital e aumento das áreas de aplicação, em especial, para jogos e simulações computadorizadas como podemos observar nas estimativas de venda e utilização dos sistemas de realidade virtual do mercado<sup>789</sup>. A redução das barreiras para uso dessa tecnologia estão associadas aos avanços dos computadores pessoais, das novas técnicas de simulação, além de uma maior variedade de softwares compatíveis. A popularização comercial e crescimento de usuários ativos mensais das diferentes plataformas é indicador significativo para atrair investimentos no setor [7].

As práticas sociais em ambiente de RV podem ser exploradas em processos educacionais dialógicos e colaborativos para simular ambientes reais de ensino e oferecer múltiplas formas de aprendizado, em ambientes e contextos do mundo real ou imaginários. Dessa forma, é possível experimentar, com o auxílio da tecnologia, possibilidades de aprendizagem em situações e problemas que de outra forma não seriam possíveis de serem vivenciados, seja por razões de custos, de falta de condições apropriadas de ambientes físicos, equipamentos ou recursos didáticos, equipe especializada ou pela natureza complexa e multidisciplinar do assunto abordado [8].

Apesar do potencial de aplicação da realidade virtual em contextos educacionais, as limitações de recursos e equipamentos apropriados, ou ainda a falta de cultura de utilização não permitiram sua ampla adoção. O uso pedagógico da realidade virtual necessita considerar avanços de conectividade, das tecnologias e das especificidades de sua utilização nos diversos segmentos educacionais e campos de conhecimentos. É necessário aprofundar, desenvolver e criar conhecimento específico e sistematizado sobre o uso pedagógico de RV com base em fundamentos pedagógicos interdisciplinares dos múltiplos contextos de aplicação de ensino e aprendizagem.

## 1.1 Objetivos da pesquisa

O objetivo geral da pesquisa consiste em aprofundar o conhecimento pedagógico sobre realidade virtual visando a compreensão de suas possibilidades de aplicação educacional.

---

<sup>7</sup><https://www.alistdaily.com/technology/virtual-reality-headset-market-sees-unprecedented-growth-in-2021/>

<sup>8</sup><https://www.inside-it.ch/post/2021-wird-das-jahr-der-virtual-reality-20201022>

<sup>9</sup><https://www.roadtovr.com/monthly-connected-headsets-steam-3-million-march-2021/>

Como objetivo específico o trabalho propõe um referencial bibliográfico e analítico sobre RV para orientar decisões pedagógicas sobre sua aplicação na instrução e no ensino na educação básica.

## **1.2 Metodologia do trabalho**

O trabalho adota abordagem exploratória, bibliográfica e de revisão sistemática, segundo método adaptado de Gatti[9] e Lima[10] e de Huttar[11] conforme a seguir:

1. Levantamento e seleção das fontes da pesquisa;
2. Definição do escopo do domínio e conceitos relacionados ao tema;
3. Avaliação da relevância e qualidade das fontes;
4. Análise dos achados da pesquisa;
5. Discussões e recomendações.

O trabalho está organizado em cinco capítulos que incluem o referencial teórico sobre realidade virtual na educação; a metodologia utilizada; Achados da pesquisa e discussões; as considerações finais e trabalhos futuros.

# Capítulo 2

## Realidade Virtual na Educação

Este capítulo apresenta os fundamentos de Realidade Virtual (RV) para subsidiar as análises de sua aplicação na educação.

### 2.1 Realidade virtual e suas tecnologias

O termo Realidade Virtual (RV) pode ser definido como sendo um ambiente artificial que é sentido por estímulos de imagens e sons gerados por um computador em que as ações do usuário têm efeitos no ambiente<sup>1</sup>. O surgimento das aplicações da RV podem ser observadas nos anos 80, entretanto, desde o século XIX<sup>2</sup> podemos encontrar referências de configuração semelhante de tecnologia de RV.

As principais tecnologias de RV utilizam equipamentos eletrônicos para exibição de imagens tridimensionais geradas por computador. Esses dispositivos, como o *headsets*<sup>34</sup>, podem ser rastreados de dois modos: por sensores externos *lighthouses* para aplicação *outside-in* ou por câmeras internas em aplicação *inside-out*<sup>5</sup>. É também possível utilizar sensores ou equipamentos adicionais para controle e rastreamento das mãos.

Os sistemas de RV e com *headsets* são flexíveis quanto aos seus componentes e rastreadores adicionais, luvas sensoriais[12], vestes e outros equipamentos hápticos, o que permite a livre locomoção no espaço virtual via mundo real, independente da orientação do usuário. Esse sistema de movimento é denominado de Seis graus de liberdade ou *6DoF*<sup>6</sup>.

A liberdade de movimento oferecida pela RV permite ao usuário utilizar o próprio corpo para mover e interagir com o ambiente virtual, reunindo múltiplos sentidos na experiência

---

<sup>1</sup><https://www.merriam-webster.com/dictionary/virtual%20reality>

<sup>2</sup><https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/history.html>

<sup>3</sup><https://www.meta.com/quest/products/quest-2/>

<sup>4</sup><https://store.steampowered.com/valveindex>

<sup>5</sup><https://www.wareable.com/vr/inside-out-vs-outside-in-vr-tracking-343>

<sup>6</sup><https://developers.google.com/vr/discover/degrees-of-freedom>

e permitindo que as ações tenham reações em tempo real, proporcionando experiências de imersão com estímulos que potencializam o aprendizado. Essa possibilidade vêm sendo explorada por algumas empresas<sup>7</sup> em aplicações como *Mozilla Hubs*<sup>8</sup>, *Google Expeditions*<sup>9</sup>, *zSpace*<sup>10</sup> permitindo simulação controlada e experimentada de acordo com o usuário

## 2.2 Imersão em ambientes de realidade virtual

O conceito de imersão em ambientes de RV está relacionado aos sentidos estimulados nas pessoas pela experiência nesses ambientes virtuais. Pode-se dizer que é o estado em que o mundo virtual não é percebido como uma simulação e sim como uma extensão de sua realidade[13]. A RV imersiva cria experiências sensoriais por meio de imagens tridimensionais que acompanham a posição, orientação e movimento dos usuários, sons espaciais e sensações hápticas. Os estímulos em harmonia proporcionam experiências de imersão agradáveis e focadas para os objetivos desejados.

A ruptura da experiência de imersão pode ocorrer quando o usuário não se sente mais conectado ao mundo virtual. Esse efeito pode ocorrer caso algum dos elementos não esteja em harmonia ou não siga as regras da simulação podendo ocorrer por problemas na construção do mundo, tais como do tamanho dos objetos ou ambientes, falhas e espaços vazios, ou simplesmente por não ser possível atender às expectativas do usuário o que reduz a qualidade da experiência. A característica de imersão em ambientes de RV é altamente benéfica para a realização de experimentos, como por exemplo, para criar a sensação de ser transportado para um novo mundo[14], sendo possível unir experiências sensoriais e engajamento de seus usuários.

## 2.3 Plataformas sociais de realidade virtual

As plataformas sociais de realidade virtual (SRV) permitem a interação de múltiplos usuários num mesmo ambiente virtual. Existem diversas soluções de SRV sendo alguns dos exemplos mais relevantes as plataformas *VRChat*<sup>11</sup>, *NeosVR*<sup>12</sup>, *ChilloutVR*<sup>13</sup>, *Mozilla*

---

<sup>7</sup><https://xd.adobe.com/ideas/principles/emerging-technology/virtual-reality-will-change-learn-teach/>

<sup>8</sup><https://hubs.mozilla.com/>

<sup>9</sup><https://artsandculture.google.com/project/expeditions#about>

<sup>10</sup><https://zspace.com/>

<sup>11</sup><https://hello.vrchat.com/>

<sup>12</sup><https://neos.com/>

<sup>13</sup><https://hub.abinteractive.net/1>

*Hubs*<sup>14</sup>, *Bigscreen*<sup>15</sup>, e *Rec Room*<sup>16</sup>, já que as mesmas apresentam maior quantidade de usuários ativos mensalmente.

A crescente adoção da tecnologia pode ser observada pela popularização do seu uso em diversos contextos sociais e inclusive as recentes tentativas de aplicação em um contexto de trabalho, bem como, pelo interesse da mídia no lançamento do novo metaverso anunciado pelo *Facebook*<sup>17</sup>.

As plataformas SRV utilizam a realidade virtual para criar mundos virtuais onde os usuários interagem entre si e participam de atividades interativas sendo possível customizar seus avatares. Um dos exemplos mais conhecidos é o *Second life*<sup>18</sup>, com milhões de usuários ativos<sup>19,20</sup> mensais e objeto de estudos anteriores.

A RV e os mundos virtuais combinados com tecnologias de rastreamento do corpo inteiro ampliam as possibilidades de aplicação dessas tecnologias[15][16]<sup>21,22,23</sup>. A popularidade de mundos virtuais em plataformas virtuais<sup>24</sup> também sinalizam para o crescente interesse em pesquisa de novos usos e aplicações dessa tecnologia na educação.

## 2.4 Conhecimento pedagógico e ensino

A profissionalização docente e a melhoria do ensino envolvem processos cognitivos (de compreensão e raciocínio; de transformação e reflexão) que caracterizam as fontes do conhecimento para o ensino e as suas implicações para uma política e reforma educacional[17]. Esse argumento considera que a padronização e a busca por definições do bom ensino em pesquisas apresentam resultados generalistas, simplificados e incompletos pois o ensino tem caráter específico para cada componente curricular. Logo, não pode ser reduzido à transmissão de conhecimentos ou de informações.

O professor utiliza várias bases de conhecimento tais como o currículo, as técnicas de ensino, as características dos alunos, o material utilizado e a sabedoria na prática adquirida com experiências anteriores para desenvolver ou modificar a compreensão de um conteúdo. O autor reconhece a dificuldade em interpretar e codificar experiências em princípios de práticas[17].

---

<sup>14</sup><https://hubs.mozilla.com/>

<sup>15</sup><https://www.bigscreenvr.com/>

<sup>16</sup><https://recroom.com/>

<sup>17</sup><https://about.meta.com/metaverse/>

<sup>18</sup><https://secondlife.com/>

<sup>19</sup><https://nwn.blogs.com/nwn/2020/06/second-life-sl-linden-lab-mau-concurrency.html>

<sup>20</sup><https://www.xrtoday.com/virtual-reality/second-life-user-traffic-jumps-35-percent-in-2021/>

<sup>21</sup><https://docs.vrchat.com/docs/full-body-tracking>

<sup>22</sup><https://exyte.com/blog/vr-full-body-tracking>

<sup>23</sup><https://www.gloveonevr.com/vr-full-body-tracking/>

<sup>24</sup><https://nwn.blogs.com/nwn/2021/11/vrchat-record-peak-concurrency-november-2021.html>

As diferentes bases de conhecimento (do currículo, das técnicas de ensino, das características dos alunos, do material utilizado e da sabedoria na prática) são os fundamentos da concepção de ensino que explora o processo de transição de aluno para professor e que busca abordar o conteúdo de novas maneiras, reorganizando-o e dividindo-o para envolver o aluno em atividades e emoções, exercícios, exemplos e demonstrações para facilitar o entendimento.

O ensino é entendido como compreensão e raciocínio com transformação e reflexão. A troca de ideias a partir da compreensão pelo professor é adaptada para os alunos. A compreensão e o ensino são, portanto, parte ativa e requer interação pelo professor para mediar e provocar processos construtivos pelos alunos não sendo limitados à compreensão mas também à reflexão e novas compreensões que são adaptadas às realidades dos alunos[17].

## **2.5 Método de pesquisa de revisão sistemática**

A pesquisa científica adota um conjunto de métodos para a produção de conhecimentos visando construir respostas às questões formuladas e assegurando qualidade da pesquisa pelo alinhamento aos princípios científicos. Uma etapa importante e inicial de todo o processo de pesquisa envolve a revisão da literatura para a busca, delimitação do objeto de análise e descrição das fontes e materiais relevantes ao tema de pesquisa, sejam eles livros, artigos, teses, sites ou outras fontes e mídias.

O método de revisão sistemática, em especial, busca rigor e análise crítica nos processos de trabalho para reunir informações relevantes, testar hipóteses, avaliar a metodologia da pesquisa, sintetizar resultados de diversos estudos primários. Esse processo visa a qualidade da pesquisa a partir das referências obtidas nas bases de dados documentais e das análises comparativas e qualitativas sobre o tema.

# Capítulo 3

## Conhecimento Pedagógico em Realidade Virtual

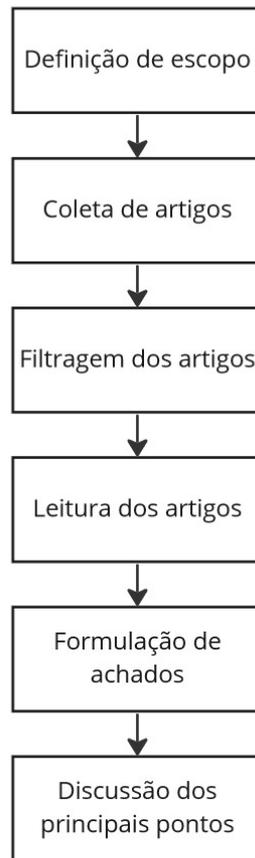
Este capítulo apresenta um modelo conceitual sobre conhecimento pedagógico em RV construído para apoiar os processos de pesquisa e de análise. A metodologia explora os estudos existentes para identificar barreiras e propor avanços e mudança de cultura pedagógica. A metodologia tem por base os estudos de Gatti[9] e Lima[10] adaptados conforme o fluxo proposto e descrito a seguir.

### 3.1 Etapas do método de pesquisa

A Figura 3.1. representa o fluxo das etapas adotadas na pesquisa.

### 3.2 Levantamento e seleção das fontes de pesquisa

O escopo de pesquisa utilizou como referência os trabalhos de Gatti[9], Lima[10] e de Huttar[11], que estão representados na Figura 3.2, permitindo definição das etapas do trabalho e a seleção de requisitos e palavras-chave para filtragem e critérios de escolha descritas ao longo deste capítulo.



miro

Figura 3.1: Etapas do método de pesquisa sobre ação pedagógica em RV.

### 3.3 Considerações de pesquisa

De início foram delimitados alguns objetivos primários para facilitar o processo de pesquisa, sofrendo adaptações com o decorrer do trabalho de acordo com as necessidades observadas e com o objetivo de melhorias no resultado final. O objetivo também incluiu a garantia de qualidade e facilidade de replicação do trabalho, além de buscar a visão mais atualizada do assunto. Dentre elas a seleção das palavras-chave envolvendo realidade virtual, ensino e aplicação.

Para facilitar o processo de pesquisa e revisão da literatura foram selecionados apenas palavras-chave e materiais produzidos nas línguas Inglesa e Portuguesa, dando preferência para postagens mais atuais e, em especial, evitando aquelas que foram publicadas antes dos anos 2000 por conta das grandes mudanças tecnológicas e sociais ocorridas no período,

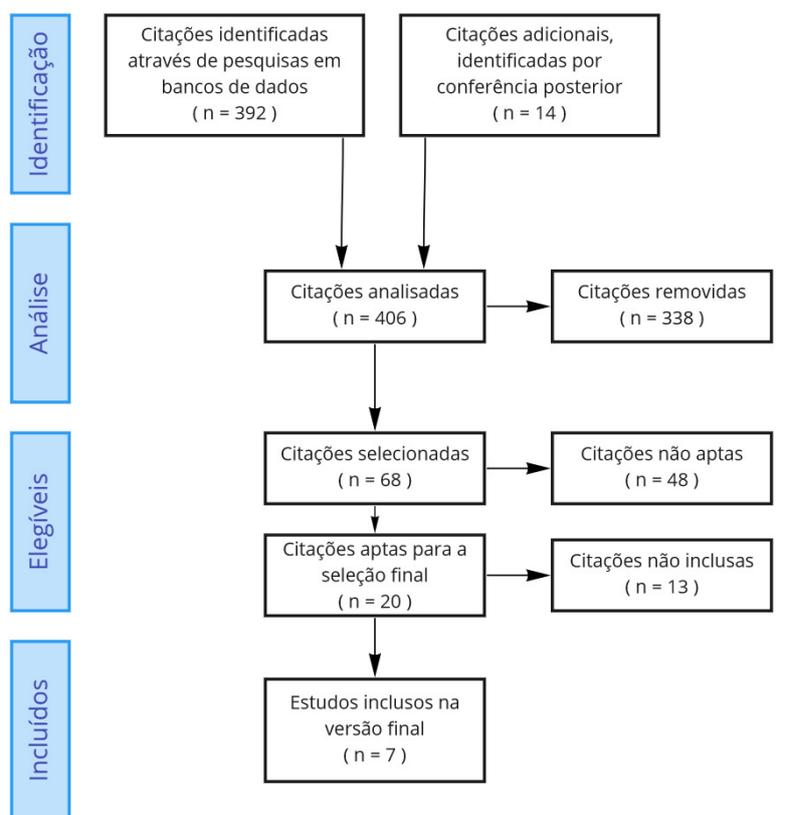


Figura 3.2: Diagrama de fluxo PRISMA.

foi realizada uma exceção para os materiais considerados de natureza mais teórica ou que seriam de grande relevância ao tema.

Essas escolhas foram assim definidas com o objetivo de manter o foco em uma visão mais atualizado no tema, e que os artigos selecionados possam ser acessados de maneira mais universal. Tais restrições, assim como o processo de filtragem abaixo, acabaram por retirar muitos artigos, inclusive por conta dos mesmos estares escritos em outros idiomas, tais artigos ainda são merecedores de estudo e representam uma forte contribuição ao tema.

### 3.4 Fontes de literatura

O avanço da popularização da tecnologia em meios educacionais representa uma forte ferramenta de auxílio na pesquisa, permitindo o acesso à uma quantidade muito maior de informação.

Múltiplas bases de dados foram acessadas neste trabalho, utilizando uma série de palavras-chave que serão exploradas abaixo, e englobam todo o material adquirido para essa pesquisa.

Como ponto de partida foram pesquisados os resultados obtidos através de *queries* no *Google Academic*<sup>1</sup>, por conta do grande alcance possível pela plataforma e a quantidade de dados obtidos, foram também acessadas a base de dados do IEEE<sup>2</sup>, publicações da Springer<sup>3</sup> e foram adicionados também artigos obtidos a partir de pesquisas dentro das bases de dados das bibliotecas das Universidades do Estado do Arizona<sup>4</sup>, Cambridge<sup>5</sup>, Universidade de Brasília<sup>6</sup>, *ScienceDirect*<sup>7</sup> e bases públicas de artigos contidas nas bibliotecas públicas de outras universidades.

### 3.5 Palavras-chave

Os termos e palavras-chave utilizados para as pesquisas de artigos nas bases de dados foram listados abaixo, tendo o objetivo de facilitar o encontro de documentos relevantes. O foco foi dado nos termos de pesquisa que abordam ou estão diretamente relacionados à realidade virtual, falando sobre as suas características e história, pontos positivos ou negativos conhecidos, dificuldades de utilização e limitações da tecnologia, além de suas principais oportunidades.

Estão entre as palavras-chave utilizadas:

- Realidade virtual
- Ensino remoto
- Realidade virtual social
- Realidade virtual e educação
- Ensino em realidade virtual
- Interfaces de aprendizado
- Ferramentas de realidade virtual
- Pedagogia em realidade virtual

---

<sup>1</sup><https://scholar.google.com/>

<sup>2</sup><https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

<sup>3</sup><https://link.springer.com/>

<sup>4</sup><https://lib.asu.edu/>

<sup>5</sup><https://www.cambridge.org/>

<sup>6</sup><https://bdm.unb.br/>

<sup>7</sup><https://www.sciencedirect.com/>

- Plataformas de realidade virtual
- Comparação entre a realidade virtual com o ensino tradicional

Foi realizado também a pesquisa através de outras palavras-chave, de natureza similar com o objetivo de enriquecer a base de conhecimentos utilizada no trabalho, e que foram consideradas como relevantes para a pesquisa.

## 3.6 Achados da pesquisa

Com o término da fase inicial de busca foram reunidos todos os documentos contabilizados, obtendo-se um total de 391 documentos, e foram observados graus variados de relevância para satisfazer os objetivos determinados para este trabalho.

Logo de início uma questão se tornou visível para a conclusão da pesquisa. Por conta da grande quantidade de dados obtidos na etapa anterior seria inviável a execução dos processos de leitura completa e interpretação de cada documento.

A necessidade da definição de um processo de filtragem dos dados, sempre importante em uma pesquisa, se tornou ainda mais relevante no contexto atual de alta transmissão de informação contida na internet.

## 3.7 Filtragem

Os critérios que foram utilizados para o processo de filtragem dos artigos encontrados nas fases iniciais da pesquisa seguiram as bases de Gatti[9], Lima[10] e de Carol[11].

O processo de filtragem em si foi realizado em em três etapas: Filtragem inicial de aspecto mais superficial, focando no título e *keywords* das citações encontradas. Logo em seguida foi realizada a etapa de seleção secundária, após a exclusão inicial dos documentos noas quais o título e/ou suas palavras-chave não se enquadravam nos objetivos foi realizada a leitura dos resumos e *abstracts*.

Por fim, os resumos aprovados levam à leitura completa de seus documentos, após a sua finalização, e os mais relevantes dentre os mesmos foram incluídos nesta pesquisa.

### 3.7.1 Filtragem inicial

A princípio, o processo de filtragem se deu com a criação de uma lista contendo todos os documentos coletados na fase inicial da pesquisa, os mesmos foram avaliados com base em seu título e palavras-chave contidas em suas páginas iniciais.

O processo foi utilizado para verificar e remover de maneira mais rápida os documentos que fogem do contexto e objetivos deste trabalho, possuindo assim menores chances de apresentar informações de relevância.

Também nessa fase foram retiradas os documentos escritos em idiomas fora do Português e Inglês, focalizando o trabalho apenas nesses idiomas e dando preferência para aqueles na língua materna.

Conforme as considerações definidas e os critérios de inclusão e exclusão de pesquisa, que serão explicitados em maiores detalhes abaixo, foram obtidos os seguintes números: Dos 406 documentos originais, 68 foram selecionadas para a próxima etapa de filtragem com base nos *abstracts*, enquanto que o restante foi removido da pesquisa.

### **3.7.2 Seleção dos Abstracts**

Seguindo com o processo de verificação e filtragem, os documentos que foram aprovados por conta de aparente relevância em seus títulos e palavras-chave relacionadas passaram para a etapa de leitura de seus resumos, introdução e *abstracts*.

Nessa etapa já são observados documentos relevantes para os objetivos do trabalho. Tais documentos são representados por artigos incluídos em publicações, livros e similares contidos em bases de dados de diversas Universidades. Assim como no processo de filtragem inicial, todos os documentos foram avaliados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão e de acordo com a sua relevância. Do valor inicial de 68 documentos no início dessa etapa, 20 documentos foram selecionados para o processo de leitura completa e seleção final.

### **3.7.3 Leitura Completa**

Todos os documentos passaram então pela leitura completa dos seus conteúdos, já considerados relevantes e de grande interesse. Com base nas ideias de Shulman foram observados com interesse os artigos e citações abordando uma visão mais moderna.

Por fim, 7 documentos foram escolhidos após a finalização da parte de leitura para esta revisão sistemática, os mesmos foram selecionados por conta de suas abordagem ao tema e por conta de seu enquadramento com os objetivos (Figura 3.2).

## **3.8 Critérios de inclusão e exclusão**

Para as primeiras duas etapas desse processo de filtragem foi de interesse uma metodologia de filtragem rápida e eficaz para a remoção da literatura menos relevante ao trabalho atual. Assim foram utilizados os seguintes critérios de exclusão:

- Documento não é relacionado à realidade virtual.
- Objeto não trata do meio educacional.
- Documentos estão escritos em um idioma que não seja Português ou Inglês.
- A realidade virtual não é o foco do trabalho.
- Não foi possível encontrar o texto completo da publicação.

Na última etapa de filtragem, representada pela fase de leitura completa da literatura filtrada, houve a alteração do foco de simples exclusão de documentos e passou-se à verificar quais seriam de maior relevância, já que cada documento possui sua visão e metodologia própria sobre o assunto.

Foi necessário assim a definição de critérios para a seleção de quais documentos são utilizados. São estes:

- Foram excluídos os documentos que focam apenas no aspecto social de realidade virtual.
- Removidos também estudos realizados em pequena escala (com menos de 10 participantes).
- Foram excluídos também documentos que não representam o cenário atual ou em um futuro próximo para a realidade virtual, seja pelas tecnologias estarem desatualizadas ou por serem altamente especulativos.
- Retiradas as publicações que abordam apenas um tema específico ou apenas uma parte do processo de aprendizado.
- Foi dada maior relevância às publicações que exploram maneiras mais dinâmicas de exploração do processo de aprendizado.
- Maior relevância também aos documentos que podem adaptar as ideias contidas em seu texto com os fundamentos trazidos por Shulman.

É relevante destacar que, apesar do objetivo de criar uma metodologia específica de filtragem e seleção da literatura, a avaliação das publicações dentro dos critérios descritos demanda certo grau de subjetividade. Procurou-se realizar a filtragem de maneira mais direta possível.

Nesse ponto é reconhecida uma limitação no trabalho, já que não é possível utilizar uma métrica de confiabilidade com base na comparação da metodologia e filtragem dos resultados com outros pesquisadores, no entanto o trabalho foi realizado com cautela para garantir a qualidade de seus resultados.

Com essa nota, 7 publicações foram por fim selecionadas para esse trabalho, sendo as mesmas listadas com maiores detalhes abaixo.

### 3.9 Seleção

Por fim, os seguintes artigos foram selecionados como o foco da pesquisa após a finalização de todo o processo de filtragem:

- Social virtual reality: Ethical considerations and future directions for an emerging research space[18]
- Towards increasing adoption of online vr in higher education.[19]
- Evaluation and comparison of desktop viewing and headset viewing of remote lectures in vr with mozilla hubs[20]
- Virtual reality and augmented reality in social learning spaces[21]
- Virtual reality and computer simulation in social work education[11]
- Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education[22]
- The nice project: Narrative, immersive, constructionist/collaborative environments for learning in virtual reality. [23]

Tais artigos se referem em especial à realidade virtual e sua relevância em meios educacionais, nota-se que o processo de revisão de todos os artigos foi concluído em Março de 2022.

Alguns artigos relevantes para essa pesquisa foram publicados antes do ano 2000 e foram retirados da seleção por conta das grandes mudanças tecnológicas dos últimos anos, exceto um artigo (Roussos, 1997 [23]), que acredita-se ser de relevância para o tema apesar das transformações tecnológicas ocorridas desde a publicação do artigo.

Nota-se também que não houveram livros e artigos escritos na língua Portuguesa na seleção final,

### 3.10 Artigos Extras

Alguns artigos e livros, embora não tenham sido adicionados à pesquisa, foram observados como relevantes ao assunto. A contribuição dos mesmos ainda é considerada essencial ao tema, assim estão aqui disponibilizados para aqueles que desejam um aprofundamento ao tema de realidade virtual como ferramenta auxiliadora do processo de aprendizado.

Os documentos em questão são:

- Immersive Interfaces for Engagement and Learning[24]
- What are the learning affordances of 3-D virtual environments?[25]
- Building Virtual Worlds for Informal Science Learning[26]
- C-VISions: socialized learning through collaborative, virtual, interactive simulations[27]
- Learning Empathy Through Virtual Reality[28]
- Virtual Space as a Learning Environment: Two Case Studies[29]
- Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments[30]
- Augmented reality in education.[31]
- Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?[32]
- Studies in Expansive Learning[33]
- Embedding immersive virtual reality in classrooms[34]
- Brief report: Two case studies using virtual reality as a learning tool for autistic children[35]
- On Repurposing Social Virtual Reality Platforms to Support Distributed Learning[36]
- Virtual Reality: A Study of Recent Research Trends in Worldwide Aspects and Application Solutions in the High Schools[37]

# Capítulo 4

## Achados da pesquisa

Dos 7 artigos(Figura 3.2 [38]) que foram selecionados para essa pesquisa, verifica-se que um deles foi publicado antes dos anos 2000[23], e um outro antes da popularização de Realidade virtual para consumidores[22]. A seleção dos mesmos se dá por conta das ideias e metodologias utilizadas, apesar dos mesmos sofrerem limitações por conta da tecnologia, em especial nos campos de simulação e de equipamentos de realidade virtual, ainda é observada a existência de práticas dinâmicas e uma exploração do aprendizado além da simples transmissão do conhecimento condizentes com as bases de Shulman.

O restante dos artigos selecionados para esta pesquisa são mais recentes, publicados entre os anos de 2019 e 2022[11][21][20][19][18]. Tais artigos já estão inclusos no contexto mais atual de realidade virtual, com a sua disponibilidade e utilização pelo público em geral. Nos mesmos trabalhos já existem menções e inclusive a utilização de plataformas sociais além de outras ferramentas de VR como parte dos estudos, tais como VRChate Mozilla Hubs.

Todos os estudos selecionados estão relacionados às características de meios sociais e de educação, o aspecto de ensino remoto não foi necessariamente abordado em todos os estudos, no entanto ainda assim foi levantado como a tecnologia pode ser utilizada nestas situações, sendo tais estudos baseados também em pesquisas anteriores mesmo nos casos onde são abordados aspectos novos nas pesquisas em campo. Nos estudos foram utilizados também como meio de verificação das atividades a formulação e preenchimento de questionários para resposta dos participantes do estudo, comparando o resultado com técnicas tradicionais de ensino.

Deve-se notar também que nenhum dos artigos mencionados fizeram uso de equipamentos de realidade virtual que requeriram o uso de equipamentos sensoriais específicos(Como as luvas hápticas), rastreamento de corpo ou tecnologias como o rastreamento de olhos e face, é reconhecido aqui uma área promissor para pesquisas futuras ao explorar os efeitos da utilização de tais ferramentas.

Deve-se também ter em mente que atualmente não existe uma metodologia ou orientação padrão que lide com treinamentos em ambientes de realidade virtual tais como os encontrados em plataformas como *VRChat* and *Mozilla Hubs*, apesar de ser possível utilizar uma adaptação de pesquisa em sala de aula. Cada estudo apresentou a orientação e metodologia que foi utilizada, possuindo certas variáveis particulares à metodologia adotada nos mesmos.

Tabela 4.1: Artigos inclusos na análise

Artigo	Propósito	Participantes	Metodologia	Achados
Maloney([18])	Explorar a realidade virtual social, as pesquisas na área e desafios para a realização de estudos	N/A	Definição dos principais conceitos relacionados, comparação com meios similares fora da realidade virtual e análise dos principais desafios no meio	Apesar da crescente popularidade do meio, a pesquisa da área ainda se encontra emergente. O artigo provê um sumário de estratégias de design e diretrizes éticas para a condução de pesquisa nesse espaço, apontando a comunidade para áreas ainda não exploradas da realidade virtual social
Prasolova([19])	Experimentar novas formas de ensino remoto e observar os benefícios comparados com salas de aula tradicionais	29 estudantes	Aulas remotas em realidade virtual com avaliação de experiência Por parte dos estudantes	Pelo estudo, a realidade virtual é benéfica em especial para trabalhos em grupo. O artigo levantou possíveis procedimentos para auxiliar no ensino, em especial nos modelos híbridos, combinando ferramentas e auxiliando tanto alunos e professores na utilização das mesmas
Yoshimura([20])	Estudo sobre a experiência de estudantes quanto a utilização de realidade virtual no ensino remoto	13 estudantes de graduação	ensino remoto realizado em realidade virtual seguido de questionário, comparado com o ensino remoto tradicional	Os resultados do estudo sugerem que a realidade virtual prova ser uma alternativa promissora quando comparada a outras formas de ensino remoto
Scavarel([21])	Explorar a realidade virtual em espaços de aprendizado social	N/A	Revisão literária de realidade virtual e realidade aumentada	O artigo revelou nova áreas de pesquisa desenvolvimento e expansão relacionadas ao use de realidade virtual e realidade aumentada no contexto de salas de aula, explicitando conceitos de acessibilidade
Huttar([11])	Verificar a eficácia da realidade virtual e simulações computadorizadas para o trabalho social	N/A	Revisão sistemática de artigos de realidade virtual e Trabalhos sociais	Foram revelados vários temas relacionados ao uso de realidade virtual e simulações computacionais no trabalho de educação social
Wu([22])	Explorar os campos de Realidade virtual e os efeitos da mesma no aprendizado	N/A	Exploração de características de realidade virtual e realidade aumentada	O artigo provê possíveis soluções para alguns dos possíveis desafios
Roussos([23])	Descrever o projeto de um ambiente de aprendizado virtual imersivo e cooperativo	Grupos de crianças de 6 a 12 anos	Criação de um ambiente cooperativo, atividades em grupo e avaliação	Também sugere problemas para a pesquisa futura Os participantes demonstraram grande interesse e engajamento aprendizado imersivo

# Capítulo 5

## Análise e discussão

Foi observado nos artigos selecionados que os participantes dos estudos apresentaram diversos níveis de familiaridade e experiência com a realidade virtual e as diversas plataformas utilizadas, porém a grande prevalência foi de iniciantes, com muitos deles não possuindo experiência anterior com a tecnologia. Os estudos realizaram um treinamento inicial para os estudantes participantes, cobrindo os principais pontos de foco, porém nesse ponto nota-se que nenhum dos estudos focou em um grupo de usuários avançados de plataformas de realidade virtual. Com a popularização dessas plataformas e tecnologias seria de interesse a formulação de um estudo comparativo com grupos de diferentes níveis de experiência.

Artigos relacionados ao treinamento de profissionais estavam ausentes dentre os selecionados, porém a capacidade para o mesmo foi citada. Outros estudos existentes [39][40][41][42] mostram a utilização de realidade virtual empregada no treinamento de habilidades profissionais.

Um ponto abordado em peso nos artigos foi o de benefícios da utilização da realidade virtual como método de ensino. A tecnologia garantiu aos estudantes a oportunidade de experimentar e cometer erros em um ambiente seguro para o aprendizado. Existe o consenso de que a tecnologia permite uma maior possibilidade de meios para ajudar no entendimento dos alunos, tal como mostrado no estudo de Yoshimura[20], onde os estudantes realizaram questionários após as aulas para avaliar a experiência confirmaram uma maior facilidade na absorção dos conhecimentos.

Outros estudos tomam nota de como a tecnologia pode ser utilizada para economizar recursos e encorajar um maior tomada de riscos com mínimo perigo, criar situações fora do normal ou desafiadoras para o propósito de ensino de habilidades que podem não ocorrer naturalmente, sendo adaptada assim para melhor abordar o estilo único de cada estudante e o seu ritmo de aprendizado, o que facilitaria também em questões de padronizações no ensino prático[43].

## 5.1 Comparações com meios tradicionais

Nos trabalhos estudados que realizaram a avaliação de ferramentas de realidade virtual, realizando comparações das mesmas com o aprendizado em sala de aula e outras ferramentas de ensino remoto, foram observadas tendências comuns. A maioria dos participantes questionados mencionaram uma experiência positiva ao utilizar a realidade virtual, e demonstraram interesse em continuar utilizando a tecnologia.

Os estudantes também comentaram sobre vantagens percebidas, inclusive a de uma maior sensação de cooperação com os outros participantes, uma vantagem em atividades onde o trabalho em equipe é essencial, O ambiente virtual também aumenta o interesse dos participantes nas diversas tarefas apresentadas.

Quando comparado ao ensino remoto tradicional, a realidade virtual apresentou não apenas um maior engajamento e interação com o conteúdo, apresentando avaliações gerais similares ou melhores do que os métodos tradicionais. A sensação de imersão dos estudantes foi amplificada, assim como o interesse nos conteúdos abordados.

Por fim, os artigos identificaram vários pontos positivos na utilização da tecnologia e alto engajamento de maneira geral, com níveis variados de eficácia no mesmo. Foi identificado também que alunos que não possuem o costume com a tecnologia enfrentaram maiores complicações, sejam por conta de problemas técnicos como também questões relativas ao conforto na utilização foram levantadas, em especial quando relacionado à sensação de enjoo por parte dos alunos.

## 5.2 Limitações da realidade virtual

Um ponto que foi levantado nos estudos observados foi o das limitações existentes na tecnologia atual. Os *headsets* de realidade virtual são de maneira geral grandes e pesados, o que resulta em menor conforto na utilização, em especial durante longos períodos[20]. A utilização de cabos para a transmissão dos dados, a transmissão sem fio ou até mesmo a simulação dentro do próprio *headset* tem por si diferentes vantagens e desvantagens que devem ser consideradas, desde o tempo de utilização, tamanho da área no mundo real que o usuário pode utilizar até a qualidade final da imagem vista pelos usuários.

Outra limitação está relacionada diretamente com a capacidade de simulação dos computadores que produzem os gráficos para o equipamento de realidade virtual, os mesmos necessitam de um alto poder computacional para o bom funcionamento, o que pode se tornar um fator limitante em ambientes que demandam maior performance.

Esses pontos demonstram como a tecnologia ainda não está amadurecida, com muitos pontos de melhorias e limitações existentes que são desafios físicos ou lógicos para a melhoria da plataforma.

Também foram levantadas questões acerca dificuldades observadas por conta de falta de experiência na utilização por conta dos próprios usuários envolvidos nos estudos, com a grande parte deles possuindo pouca ou nenhuma convivência com a tecnologia antes dos estudos. Outros problemas mais gerais e observados no ensino remoto, tais como problemas de conexão de internet, impactaram a utilização da tecnologia.

### **5.3 Salas de aula virtuais**

Quando consideradas as possibilidades de atuação da realidade virtual em um ambiente de sala de aula são obtidas possibilidades quase ilimitadas por conta da grande capacidade de simulação dos computadores. Os mundos virtuais podem ser gerados de acordo com as necessidades dos professores para administrar o conteúdo ou até mesmo para melhor suprir as necessidades de cada aluno, com as maiores limitações estando apenas nas capacidades de simulação da tecnologia utilizada. Nessas limitações estão incluídas questões físicas, tal qual o tamanho da área que o usuário possui para interagir com a realidade virtual, como também as de processamento e quais as ferramentas e programas que podem ser utilizados pelo professor no conjunto para gerar a experiência completa.

Atualmente algumas das aplicações mais frequentemente utilizadas em um ambiente de aprendizado são aquelas com o objetivo de exploração, demonstração de conceitos teóricos e treinamento de habilidades, com maiores possibilidades continuamente sendo exploradas para serem adaptadas ao processo de ensino.

### **5.4 Visitas em campo virtuais**

A tecnologia de realidade virtual pode ser utilizada para o engajamento de alunos no estudo de diversos tópicos de maneira dinâmica e interativa. Os assuntos abordados podem estar relacionados à geografia em qualquer lugar do mundo, música, história, astronomia, ecologia e muito mais. A tecnologia oferece a capacidade de adaptar para cobrir várias áreas do conhecimento inclusive de forma multidisciplinar.

Nessas experiências virtuais os alunos não estão limitados à descrições em texto ou imagens, práticas clássicas de ensino onde a transmissão do conhecimento se daria de forma estática, os artigos selecionados evidenciam a capacidade de explorar os diferentes tópicos de maneiras mais inovadoras e dinâmicas, podendo visitar qualquer lugar.

Seja em visitando uma civilização antiga, vendo o comportamento de uma proteína, experimentando diferentes instrumentos e treinando habilidades artísticas como pintura e modelagem, explorando o céu noturno<sup>1</sup> e até mesmo explorando uma visão tridimensional do universo, os estudantes participam de uma forte experiência imersiva.

Embora a realidade virtual não substitui por si só as visitas em campo e viagens na vida real, a tecnologia amplia as possibilidades de experiências mais dinâmicas em um contexto escolar e permite experiências que de outra maneira seriam impossíveis.

## 5.5 Treinamento de habilidades específicas

A realidade virtual já possui atuação como uma solução no treinamento em campos altamente técnicos, tendo participação efetiva em campos como a medicina[44] e também a indústria militar<sup>2</sup>. Atualmente existem poderosos simuladores que utilizam as vantagens da RV para que o usuário possa interagir com um *cockpit* virtual ou realizar o treinamento de uma cirurgia sem estarem incluídos os elevados custos e riscos.

Inclusive para o aprendizado de *hobbies* e atividades artísticas como marcenaria<sup>3</sup>, pintura<sup>4</sup> e muitas outras áreas existe um grande espaço à ser desenvolvido e explorado, com possibilidades quase ilimitadas e sem a necessidade de custos extras por conta de ferramentas ou matéria-prima. Inclusive para a criação de obras que seriam impossíveis em outros meios, como exemplo a utilização da ferramenta *Tilt Brush*<sup>5</sup> da Google em exposições virtuais e dinâmicas, onde é possível ao visitantes entrar no ambiente virtual das obras.<sup>6</sup>

## 5.6 Aprendizado em Grupo

Nos estudos observados, os resultados apresentaram uma forte preferência por parte dos estudantes para a adoção da realidade virtual, em especial para as atividades envolvendo o trabalho ou interação em grupo, quando comparados com o ensino remoto tradicional. A sensação de imersão e presença também foi superior, e outro ponto observado foi que os estudantes sentiram-se mais confortáveis na possibilidade de escolher o próprio *avatar*. Essa capacidade do usuário de poder escolher a aparência dentro do ambiente virtual podendo inclusive auxiliar em questões de ansiedade social ou timidez.

---

<sup>1</sup>[https://vrchat.com/home/world/wrld\\_c1840cc3-ffae-4d7a-b674-e2dec802254c](https://vrchat.com/home/world/wrld_c1840cc3-ffae-4d7a-b674-e2dec802254c)

<sup>2</sup><https://news.microsoft.com/source/features/digital-transformation/u-s-army-to-use-hololens-technology-in-high-tech-headsets-for-soldiers/>

<sup>3</sup><https://www.vrkshop.com/>

<sup>4</sup><https://vermillion-vr.com/>

<sup>5</sup><https://www.tiltbrush.com/>

<sup>6</sup>[https://vrchat.com/home/world/wrld\\_ecc29d21-e4c1-4a4a-ae48-46de7b7bc6b1](https://vrchat.com/home/world/wrld_ecc29d21-e4c1-4a4a-ae48-46de7b7bc6b1)

Esses pontos destacam aspectos importante que sugerem que a realidade virtual providencia uma alternativa promissora em relação à outras formas de apresentações remotas, mas também em maiores questões sociais envolvidas no ensino.

## 5.7 Tornando a tecnologia mais acessível

Atualmente a realidade virtual possui uma grande limitação para a sua popularização causada pelo alto custo dos equipamentos, representando uma barreira significativa para muitos usuários. Para tornar a educação em realidade virtual acessiva para a maioria dos estudantes é necessário um impulso nos incentivos para o meio e a redução dos custos de entrada.

Nos últimos anos o preço médio de entrada têm diminuído, com números crescentes de novos dispositivos, em especial os dispositivos *standalone*, que não necessitam de um computador externo para o seu funcionamento, vêm ganhando espaço no mercado.

Essa tendência se manterá com o avanço da tecnologia e o aumento da capacidade da mesma, além do surgimento de novos produtos e empresas no ramo que impulsionarão o seu desenvolvimento, aplicativos e ferramentas mais potentes e especializados.

## 5.8 Observações sobre a pesquisa metodológica

Durante a realização da pesquisa foram observadas limitações, parte do processo de desenvolvimento da mesma. A primeira delas se originou por conta do número de artigos obtidos nas fases iniciais de coleta, complicando a leitura integral de todos e levando à necessidade de um processo de filtragem.

Apesar do fato que grande quantidade de artigos encontrados abrir espaço para ampla possibilidade de escolha, está implicada também a necessidade de eliminação de grande parte dos mesmos, de maneira inicial por conta das palavras-chave e em seguida por seus resumos e *abstracts*, já que a grande maioria deles não tem como foco os aspectos educacionais da tecnologia.

Esse processo de filtragem pode ter retirado artigos relevantes por conta dos métodos de seleção utilizados, das palavras-chave e o conteúdo dos artigos. Uma outra limitação se encontra no fato que não houve uma comparação com outro pesquisador para a avaliação e seleção das publicações abordadas neste trabalho, diminuindo assim possíveis vieses. A presença de outros pesquisadores expandiria o contexto do trabalho e ajudaria a cobrir possíveis áreas de melhoria.

A inclusão apenas dos artigos nas línguas inglesa e portuguesa é uma outra limitação do trabalho, já que muitos artigos relevantes e recentes foram descartados da seleção por estarem em outros idiomas.

## 5.9 Realidade Virtual no Futuro

Está claro que ainda estamos nos estágios iniciais da realidade virtual. A tecnologia mudou muito nos últimos anos e ainda se encontra em um processo rápido de transição. No entanto a tecnologia continuará aumentando os limites de imersão. Tecnologias como rastreamento ocular, rastreamento facial<sup>7</sup>, respostas hápticas, renderização foveada[45], e sensores para o rastreamento de corpo inteiro já existem e possuem tendência de melhora para os próximos anos e também com maior adoção para a nova geração de realidade virtual, inclusive com a tendência de se tornarem características padrões para lançamentos futuros. Essa melhora acompanha a tendência dos computadores de maior performance e capacidade de simulação.

Os dispositivos de realidade virtual *standalone* estão se popularizando por conta do custo reduzido de entrada e facilidade de uso, e já é esperado que novos modelos tenham ainda mais capacidade de processamento e melhor custo, seguindo o aumento de poder computacional dos celulares por sua arquitetura similar.

---

<sup>7</sup><https://www.youtube.com/watch?v=G7ChnfY6TVI>

# Capítulo 6

## Considerações Finais

Esta pesquisa explorou o tema da Realidade Virtual com base nos seus fundamentos e na literatura das experiências na prática para desenvolvimento de habilidades em diversos contextos educacionais. A metodologia de pesquisa documental e de revisão sistemática da literatura evidenciou o potencial da realidade virtual para transformar o processo de ensino e subsidiar a tomada de decisões pedagógicas sobre sua aplicação no ensino tendo por base o conhecimento pedagógico e as bases do ensino.

O mundo virtual pode ser customizável e pode ser aplicado para estimular novas maneiras de ensinar, de organizar ideias e permitir a interação nesses mundos de maneira a oferecer ambiente seguro para solução criativa de problemas em contextos educacionais. A característica imersiva poderá ser adotada como base do aprendizado e da exploração em práticas que facilitam as experiências simuladas, o sentimento de presença, o movimento do corpo permitindo desenvolver a percepção de estar num novo lugar em que as dimensões cognitivas, afetivas e psicomotoras o que permite uma aprendizagem integral.

A literatura existente está apenas começando a descobrir o potencial que a realidade virtual pode ter na educação, o potencial futuro é altamente promissor.

# Referências

- [1] Lewis, Colleen: *The Prevalence and Relevance of Computer Science Education Research*. University of Illinois at Urbana-Champaign, 2021. <https://tinyurl.com/Lewis2021-04-27>. 1
- [2] Mishra, Lokanath, Tushar Gupta e Abha Shree: *Online teaching-learning in higher education during lockdown period of covid-19 pandemic*. International Journal of Educational Research Open, 1:100012, 2020, ISSN 2666-3740. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666374020300121>. 1
- [3] Ali, Wahab: *Online and remote learning in higher education institutes: A necessity in light of covid-19 pandemic*. Canadian Center of Science and Education, 2020. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1259642>. 1
- [4] Ravi, Prerna, Azra Ismail e Neha Kumar: *The pandemic shift to remote learning under resource constraints*. Proc. ACM Hum.-Comput. Interact., 5, 2021. <https://doi.org/10.1145/3476055>. 1
- [5] Kurbakova, Svetlana, Zlata Volkova e Alexander Kurbakov: *Virtual learning and educational environment: New opportunities and challenges under the covid-19 pandemic*. 2020. <https://doi.org/10.1145/3416797.3416838>. 2
- [6] Anthony Jnr, B. e S Noel: *Examining the adoption of emergency remote teaching and virtual learning during and after covid-19 pandemic*. International Journal of Educational Management, 35(6):1136–1150, 2021. 2
- [7] *Pesquisa de Hardware e Software do Steam: March 2022*,. <https://store.steampowered.com/hwsurvey>, acesso em 2022-04-01. 2
- [8] Helsel, Sandra: *Virtual reality and education*. Educational Technology, 32(5):38–42, 1992, ISSN 00131962. <http://www.jstor.org/stable/44425644>, acesso em 2022-12-07. 2
- [9] Gatti, Bernadete Angelina: *A construção metodológica da pesquisa em educação: desafios*. Revista Brasileira de Política e Administração da Educação, 28(1), abr. 2012. <https://www.seer.ufrgs.br/index.php/rbpae/article/view/36066>. 3, 8, 12
- [10] Lima, Telma Cristiane Sasso de e Regina Célia Tamasso Mioto: *Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica*. SciELO, (1), 2007. <https://www.scielo.br/j/rk/a/HSF5Ns7dkTNjQVpRyvvhc8RR>. 3, 8, 12

- [11] Huttar, Carol M. e Karlynn BrintzenhofeSzoc: *Virtual reality and computer simulation in social work education: A systematic review*. Journal of Social Work Education, 56(1):131–141, 2020. <https://doi.org/10.1080/10437797.2019.1648221>. 3, 8, 12, 15, 17, 19
- [12] Perret, Jérôme e Emmanuel Vander Poorten: *Touching virtual reality: a review of haptic gloves*. ACTUATOR 18, 2018. 4
- [13] Morie, Jacquelyn Ford: *Virtual reality, immersion, and the unforgettable experience*. Em Woods, Andrew J., Neil A. Dodgson, John O. Merritt, Mark T. Bolas e Ian E. McDowall (editores): *Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XIII*, volume 6055, páginas 621 – 630. International Society for Optics and Photonics, SPIE, 2006. <https://doi.org/10.1117/12.660290>. 5
- [14] Slater, Mel: *Immersion and the illusion of presence in virtual reality*. British Journal of Psychology, 109:431–433, 2018. 5
- [15] Caserman, Polona, Augusto Garcia-Agundez, Robert Konrad, Stefan Göbel e Ralf Steinmetz: *Real-time body tracking in virtual reality using a vive tracker*. Virtual Reality, 23:155–168, junho 2019. 6
- [16] Caserman, Polona: *Full-body motion tracking in immersive virtual reality*. Technische Universität Darmstadt, junho 2021. <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/id/eprint/17572>. 6
- [17] Shulman, Lee: *Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma*. Cadernos Cenpec | Nova série, 4(2), 2015, ISSN 2237-9983. <https://cadernos.cenpec.org.br/cadernos/index.php/cadernos/article/view/293>. 6, 7
- [18] Maloney, Divine, Guo Freeman e Andrew Robb: *Social virtual reality: Ethical considerations and future directions for an emerging research space*. Em *2021 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, páginas 271–277, 2021. 15, 17, 19
- [19] Prasolova-Førland, Ekaterina e Jose Garcia Estrada: *Towards increasing adoption of online vr in higher education*. Em *2021 International Conference on Cyberworlds (CW)*, páginas 166–173, 2021. 15, 17, 19
- [20] Yoshimura, A. e C.W. Borst: *Evaluation and comparison of desktop viewing and headset viewing of remote lectures in vr with mozilla hubs*. International Conference on Artificial Reality and Telexistence, and Eurographics Symposium on Virtual Environments (ICAT-EGVE), 2020. <https://par.nsf.gov/biblio/10275195>. 15, 17, 19, 20, 21
- [21] Scavarelli, Anthony, Ali Arya e Robert J. Teather: *Virtual reality and augmented reality in social learning spaces*. Springer Nature, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00444-8>. 15, 17, 19

- [22] Wu, Hsin Kai, Silvia Wen Yu Lee, Hsin Yi Chang e Jyh Chong Liang: *Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education*. Computers Education, 62:41–49, 2013, ISSN 0360-1315. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131512002527>. 15, 17, 19
- [23] Maria Roussos, Andrew E. Johnson, Jason Leigh Craig R. Barnes Christina A. Vasilakis e Thomas G. Moher: *The nice project: Narrative, immersive, constructionist/collaborative environments for learning in virtual reality*. ED-MEDIA, páginas 917–922, 1997. 15, 17, 19
- [24] Dede, Chris: *Immersive interfaces for engagement and learning*. Science, 323(5910):66–69, 2009. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1167311>. 16
- [25] Dalgarno, Barney e Mark J. W. Lee: *What are the learning affordances of 3-d virtual environments?* British Journal of Educational Technology, 41(1):10–32, 2010. <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>. 16
- [26] Corbit, Margaret: *Building Virtual Worlds for Informal Science Learning (Sci-Centr and SciFair) in the Active Worlds Educational Universe (AWEDU)*. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 11(1):55–67, fevereiro 2002. <https://doi.org/10.1162/105474602317343659>. 16
- [27] Chee, Yam San e Chit Meng Hooi: *C-visions: Socialized learning through collaborative, virtual, interactive simulations*. Em *Proceedings of the Conference on Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL Community*, CSCL '02, página 687–696. International Society of the Learning Sciences, 2002. 16
- [28] Bertrand, Philippe, Jérôme Guegan, Léonore Robieux, Cade Andrew McCall e Franck Zenasni: *Learning empathy through virtual reality: Multiple strategies for training empathy-related abilities using body ownership illusions in embodied virtual reality*. Frontiers in Robotics and AI, 5, 2018, ISSN 2296-9144. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/frobt.2018.00026>. 16
- [29] Arya, Ali, Peggy Hartwick, Shawna Graham e Nuket Nowlan: *Virtual space as a learning environment : Two case studies*. 2011. 16
- [30] Pan, Zhigeng, Adrian David Cheok, Hongwei Yang, Jiejie Zhu e Jiaoying Shi: *Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments*. Computers Graphics, 30(1):20–28, 2006, ISSN 0097-8493. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0097849305002025>. 16
- [31] Billinghamurst, Mark: *Augmented reality in education*. New Horizons for Learning, 2002. [http://solomonalexis.com/downloads/ar\\_edu.pdf](http://solomonalexis.com/downloads/ar_edu.pdf). 16
- [32] Fowler, Chris: *Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?* British Journal of Educational Technology, 46(2):412–422, 2015. <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/bjet.12135>. 16

- [33] Engeström, Yrjö: *Studies in Expansive Learning: Learning What Is Not Yet There*. Cambridge University Press, 2016. 16
- [34] Southgate, Erica, Shamus P. Smith, Chris Cividino, Shane Saxby, Jivvel Kilham, Graham Eather, Jill Scevak, David Summerville, Rachel Buchanan e Candace Bergin: *Embedding immersive virtual reality in classrooms: Ethical, organisational and educational lessons in bridging research and practice*. International Journal of Child-Computer Interaction, 19:19–29, 2019, ISSN 2212-8689. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212868918300151>. 16
- [35] Strickland, Dorothy, Lee M. Marcus, Gary B. Mesibov e Kerry Hogan: *Brief report: Two case studies using virtual reality as a learning tool for autistic children*. Journal of Autism and Developmental Disorders, 26, 1996. <https://doi.org/10.1007/BF02172354>. 16
- [36] Bangay, Shaun, Guy Wood-Bradley, Hasan Ferdous, Thuong Hoang, Sophie McKenzie, Alexander Baldwin e Elicia Lanham: *On repurposing social virtual reality platforms to support distributed learning*. Em *2020 IEEE/WIC/ACM International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT)*, páginas 981–986, 2020. 16
- [37] Vinh, Tran Doan: *Virtual reality: A study of recent research trends in worldwide aspects and application solutions in the high schools*. Em Favorskaya, Margarita N., Sheng Lung Peng, Milan Simic, Basim Alhadidi e Souvik Pal (editores): *Intelligent Computing Paradigm and Cutting-edge Technologies*, páginas 297–308, Cham, 2021. Springer International Publishing, ISBN 978-3-030-65407-8. 16
- [38] Loiacono, Daniele, Pier Luca Lanzi, Julian Togelius, Enrique Onieva, David A Pelta, Martin V Butz, Thies D Lönneker, Luigi Cardamone, Diego Perez, Yago Sáez *et al.*: *The 2009 simulated car racing championship*. Computational Intelligence and AI in Games, IEEE Transactions on, 2(2):131–147, 2010. 17
- [39] Mantovani, Fabrizia, Gianluca Castelnuovo, Andrea Gaggioli e Giuseppe Riva: *Virtual reality training for health-care professionals*. CyberPsychology & Behavior, 6(4):389–395, 2003. <https://doi.org/10.1089/109493103322278772>, PMID: 14511451. 20
- [40] Gavish, Nirit, Teresa Gutiérrez, Sabine Webel, Jorge Rodríguez, Matteo Peveri, Uli Bockholt e Franco Tecchia: *Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks*. Interactive Learning Environments, 23(6):778–798, 2015. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.815221>. 20
- [41] Mao, Randi Q., Lucy Lan, Jeffrey Kay, Ryan Lohre, Olufemi R. Ayeni, Danny P. Goel e Darren de SA: *Immersive virtual reality for surgical training: A systematic review*. Journal of Surgical Research, 268:40–58, 2021, ISSN 0022-4804. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022480421004169>. 20

- [42] El-Ghandour, Nasser M. F., Ahmed A. M. Ezzat, Mohamed A. Zaazoue, Pablo Gonzalez-Lopez, Balraj S. Jhawar e Mohamed A. R. Soliman: *Virtual learning during the covid-19 pandemic: a turning point in neurosurgical education*. Neurosurgical Focus FOC, 49(6):E18, 2020. <https://thejns.org/focus/view/journals/neurosurg-focus/49/6/article-pE18.xml>. 20
- [43] Doel, Mark e Tarsem Singh Cooner: *'a virtual placement': The creation of an interactive, web-based program to prepare students for 'live' placement*. 2002. 20
- [44] Izaard, Santiago González, Juan A. Juanes, Francisco J. García Peñalvo, Jesús M<sup>a</sup> González Estella, M<sup>a</sup> José Sánchez Ledesma e Pablo Ruisoto: *Virtual reality as an educational and training tool for medicine*. Journal of Medical Systems, 42, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0900-2>. 23
- [45] Turner, Eric, Haomiao Jiang, Damien Saint-Macary e Behnam Bastani: *Phase-aligned foveated rendering for virtual reality headsets*. Em *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, páginas 1–2, 2018. 25