DIRCEU FERREIRA PENTEADO NETO

REALIDADE VIRTUAL E EDUCAÇÃO FÍSICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Campinas

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

DIRCEU FERREIRA PENTEADO NETO

REALIDADE VIRTUAL E EDUCAÇÃO FÍSICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Orientador: Profº Dr. Alexandre Fonseca Brandão

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA MONOGRAFIA DEFENDIDA PELO ALUNO DIRCEU FERREIRA PENTEADO NETO, E ORIENTADO PELO PROFº. DR. ALEXANDRE FONSECA BRANDÃO.

_____

Assinatura do Orientador

CAMPINAS

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Andréia da Silva Manzato - CRB 8/7292

P387r

Penteado Neto, Dirceu Ferreira, 1984-
Realidade virtual e educação física : uma revisão bibliográfica / Dirceu Ferreira Penteado Neto. – Campinas, SP : [s.n.], 2017.

Orientador: Alexandre Fonseca Brandão.
Coorientador: Paula Teixeira Fernandes.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Realidade virtual. 2. Esporte. 3. Psicologia. 4. Reabilitação. 5. Educação física. I. Brandão, Alexandre Fonseca. II. Fernandes, Paula Teixeira. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Virtual reality and physical education: a bibliographic review
Palavras-chave em inglês:
virtual reality
Sports
Psicology
Rehabilitation
Physical education
Área de concentração: Biodinâmica do Movimento Humano
Titulação: Bacharel
Banca examinadora:
Alexandre Fonseca Brandão [Orientador]
Paula Teixeira Fernandes
Data de entrega do trabalho definitivo: 06-11-2017

COMISSÃO JULGADORA

_____

Prof. Dr. Alexandre Fonseca Brandão

Orientador

_____

Profa. Dra. Paula Teixeira Fernandes

“Make that (virtual) world in the window look real, sound real, feel real, and respond realistically to the viewer’s actions”

Ivan Sutherland (1965)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha esposa Aline por me apoiar quando decidi retomar minha formação mesmo já estando empregado e sabendo que tal escolha poderia diminuir nossa tempo juntos; agradeço meus pais e minha irmã que sempre me apoiaram nesta decisão; agradeço a todas as pessoas que algum momento nesse processo colaboraram e me ajudaram a alcançar esse objetivo.

Agradeço ao meu orientador Alexandre Fonseca Brandão por me apresentar o tema e assim fez surgir em mim uma curiosidade em estudar o assunto, além de provocar reflexões sobre sua aplicação.

Agradeço a professora Drª Paula Teixeira Fernandes, minha coorientadora, por desde o começo, me apoiar e orientar durante a construção deste trabalho.

Agradeço também as pessoas do meu trabalho que me ajudaram com as alternâncias de horários que variavam dependendo das disciplinas que cursava no semestre, mesmo que em alguns momentos minha colaboração profissional ficasse comprometida.

NETO, Dirceu Ferreira Penteado. **Realidade Virtual e Educação Física: uma revisão bibliográfica.** 2017. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

RESUMO

Introdução: A realidade virtual (RV) surge como uma tecnologia para treinamento dos pilotos da Força Aérea Americana e dos astronautas da NASA devido à sua facilidade em simular situações difíceis de realizar no mundo real. No entanto, a indústria do entretenimento descobre seu grande potencial e começa a investir na plataforma. A partir daí, tal tecnologia vem sendo utilizada na área da saúde, treinamento psicológico e no esporte. **Objetivo:** Revisar as principais pesquisas na área e apontar novos caminhos para a pesquisa em realidade virtual. **Metodologia:** Este trabalho apresenta um estudo de revisão bibliográfica da literatura, acerca das aplicações de sistemas de RV nas áreas de Saúde, Psicologia e Esporte. Os critérios de inclusão para os estudos apresentados nesta revisão consideraram as publicações entre os anos de 2001 e 2017, principalmente revisões, não descartando estudos experimentais (ensaios clínicos) relacionados ao tema proposto. **Resultados:** As pesquisas que combinam atividade física e RV são animadoras, apontam resultados promissores em diversas situações relativas as áreas da saúde, psicologia e esporte, sem do que este último, as pesquisas limitam-se aos padrões técnicos de movimento. **Conclusão:** A RV mostrou-se promissora para a educação física, no entanto, ainda são necessários mais estudos, principalmente voltado para os esportes que ainda são muito limitados.

Palavras-chave: "Realidade Virtual e Esportes"; "Realidade Virtual e Reabilitação" e "Realidade Virtual e psicologia"

NETO, Dirceu Ferreira Penteado. **Virtual Reality and Physical Education: a bibliographic review.** 2017. 37f. Course Competition Assignment (Undergraduate in Physical Education) - Faculty of Physical Education. State University of Campinas, Campinas, 2017.

ABSTRACT

Introduction: Virtual reality (VR) emerges as a technology for training US Air Force pilots and NASA astronauts because of their ease in simulating difficult situations in the real world. However, the entertainment industry discovers its great potential and begins to invest in the platform. Since then, such technology has been used in health, psychological training and sports. **Objective:** To review the main researches in the area and to point out new paths for research in virtual reality. **Methodology:** This work presents a literature review of the literature on the applications of VR systems in the areas of Health, Psychology and Sport. The inclusion criteria for the studies presented in this review considered the publications between 2001 and 2017, mainly reviews, not ruling out experimental studies (clinical trials) related to the proposed theme. **Results:** Research combining physical activity and VR is encouraging, pointing promising results in several situations related to health, psychology and sports, other than the latter, research is limited to technical patterns of movement. **Conclusion:** VR has shown promise for physical education, however, further studies are still needed, mainly geared toward sports that are still very limited.

Key-words: "Virtual Reality and Sports"; "Virtual Reality and Rehabilitation" and "Virtual Reality and Psychology".

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

RV	Realidade Virtual
HMD	*Head-mounted Display*
BOOM	*Binocular Omni Orientation Monitor*
VCASS	*Visually Coupled Airbone Systems Simulator*
LCD	*Liquid Cristal Display*
VIVED	*Virtual Visual Environment Display*
CAVE	*Cave Automatic Virtual Environment*
CERV	Comissão Especial de Realidade Virtual
SVR	*Symposium of Virtual and Augmented Reality*
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
AVC	Acidente Vascular Cerebral
DP	Doença de Parkison
PC	Paralisia Cerebral
RC	Reabilitação Cardiovascular
STICSA	*State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety*
CSAI-2R	*Competitive State Anxiety Inventory-2*

SUMÁRIO

1 HISTÓRICO..... 11
1.1 Conceito..... 15
1.2 Classificação..... 16
2 OBJETIVO..... 18
3 METODOLOGIA..... 19
4 RESULTADOS 20
4.1 Realidade virtual na saúde..... 20
4.1.1 Acidente Vascular Cerebral..... 21
4.1.2 Doença de Parkison..... 24
4.1.3 Paralisia Cerebral..... 25
4.1.4 Reabilitação Cardiovascular..... 26
4.1.5 Alzheimer..... 27
4.2 Realidade virtual no treinamento psicológico..... 29
4.3 Realidade virtual no esporte..... 33
5 CONCLUSÃO..... 39
6 REFERÊNCIAS..... 40

1. HISTÓRICO

Nos últimos anos, o desenvolvimento frenético da tecnologia nos tem apresentado computadores mais rápidos e com capacidade gráfica impressionante. Este fascínio com uma nova (ir)realidade tem nos apresentado tecnologias que permitem ver o mundo circundante em outras dimensões e experimentar situações que não são de fácil acesso na vida real ou ainda não foram criadas. E melhor ainda, é vislumbrar a possibilidade de imergir neste novo mundo, atuando e modificando o ambiente virtual a sua volta.

Para atender a este anseio é que veio a Realidade Virtual (RV), que surge como uma nova geração de interface, na medida em que, usando apresentações tridimensionais mais próximas da realidade do usuário, permite romper barreiras da tela, além de possibilitar interações mais naturais.

Esse tipo de tecnologia foi inicialmente desenvolvido para atender às forças armadas americanas no início de 1950. Iniciou-se com os simuladores de voo construídos pela Força Aérea dos Estados Unidos após a Segunda Guerra Mundial, mas só ganhou força na década de 90, quando o avanço tecnológico propiciou condições para a execução da computação gráfica em tempo real (KIRNER e SISCOUTTO, 2007). Na indústria de entretenimento por meio do Sensorama (Figura 1), patenteado em 1962 por Morton Heilig, um especialista em multimídia que, combinando estímulos sonoros, mecânicos e olfatórios, permitia a simulação de uma experiência multissensorial com visão estereoscópica (base dos ambientes 3D): o usuário podia fazer um passeio predeterminado de motocicleta por Manhattan (DE FARIA et al., 2014).

Figura 1. Sensorama (Fonte: De Faria et. al. 2014)

Em 1961, uma empresa de tecnologia desenvolveu a primeira tela montada na cabeça (*Head-mounted Display - HMD*): o *Headsight*. Era um capacete com exibição de tubo de raio catódico e um sistema de rastreamento que possibilitou a identificação da posição da cabeça. Assim, em meados de 1965, Ivan Sutherland, aproveitou-se dessa tecnologia e desenvolveu o primeiro vídeo capacete funcional para gráficos de computadores, chamado de BOOM (*Binocular Omni Orientation Monitor*), que permitia ao usuário ver, por meio da movimentação da cabeça, os diferentes lados de uma estrutura de arame na forma de um cubo flutuando no espaço (figura 2), e assim a ideia de ambientes 3D foi ganhando forma e estabelecendo conceitos. No entanto, devido ao seu tamanho e peso para ser suportado pela cabeça, teve de ser pendurado no teto (VILAS BOAS, 2013).

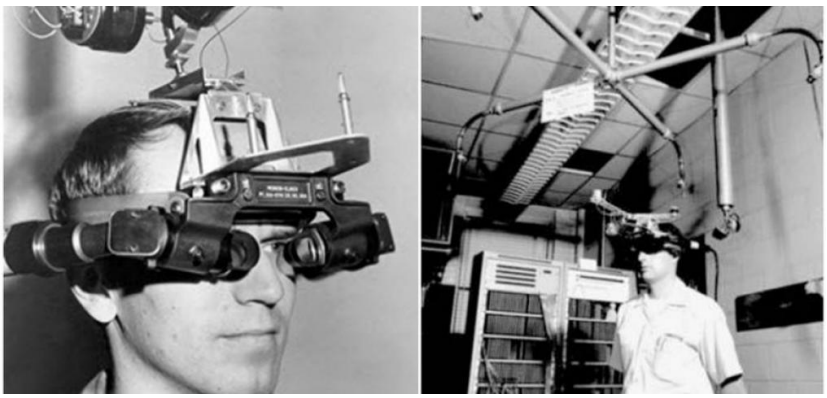

Figura 2. Ivan Sutherland e vídeo capacete apelidado de "Espada de Damocles". Fonte: https://www.vrroom.buzz/vr-news/guide-vr/sword-damocles-1st-head-mounted-display.

Nessa época, Myron Krueger, na Universidade de Wisconsin, iniciava seus estudos com realidade artificial que resultou no desenvolvimento do Videoplace, em 1975. Neste, uma câmera de vídeo era utilizada para filmar os participantes e a imagem bidimensional era projetada em uma grande tela. A interação dos participantes entre si e com os objetos projetados ficou conhecida por Realidade Virtual de Projeção (DE FARIA et al., 2014).

Com o intuito de aprimorar o treinamento de pilotos para voar e lutar, Thomas Furness em 1982 desenvolveu, para a Força Aérea Americana, o *Visually Coupled Airborne Systems Simulator* - VCASS, conhecido como "*Super Cockpit*" (figura 3). Tratava-se de um simulador da cabine de um avião que, por meio do uso de computadores e vídeo-capacetes interligados com áudio e vídeo, dotado de alta qualidade de resolução nas imagens e rapidez no trabalho com essas imagens, permitia o aprendizado do piloto com grande liberdade para movimentação (MAZURYK e GERVAUTZ, 1996).

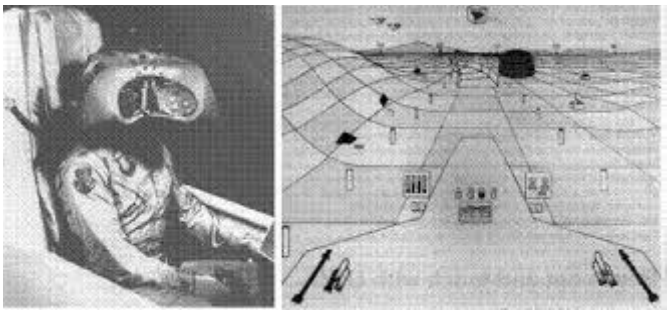

Figura 3. *Super Cockpit* utilizado pelos pilotos da Força Aérea Norte Americana. Fonte: http://desordemnosmiolos.blogspot.com/2013/07/realidade-virtual-parte-1.html

Em 1984, Michael McGreevy, utilizando-se de uma nova tecnologia de visores de cristal líquido (LCD), desenvolveu o projeto *Virtual Visual Environment Display* (VIVED), na NASA (figura 4). A parte de áudio e vídeo foi montada sobre uma máscara de mergulho utilizando dois visores de cristal líquido com visualização de imagens estereoscópicas e com pequenos autofalantes acoplados. No ano seguinte, Scott Fisher colaborou com esse projeto ao enriquecê-lo com a inclusão de luvas de dados, reconhecimento de voz, síntese de som estéreo e retorno háptico (DE FARIA et al., 2014).

Figura 4. Astronauta da NASA em treinamento utilizando o VIVED. Fonte: **https://www.engadget.com/2013/12/15/time-machines/**

Thomas Zimmerman e Scott Fisher, em 1985, desenvolveram uma luva de dados denominada *Data Glove*, capaz de captar a movimentação e inclinação dos dedos da mão e foi o primeiro dispositivo RV comercial. No final de 1986, a NASA já possuía um ambiente virtual que permitia interatividade por meio de comandos pela voz, escutar fala sintetizada, ouvir som 3D e manipular objetos virtuais diretamente por meio do movimento das mãos, ou seja, visualização pelo capacete e interatividade com a utilização das luvas (DE FARIA et al., 2014).

Após essa fase de intensa contribuição da força aérea norte americana e da NASA no desenvolvimento inicial da realidade virtual, objetivando o treinamento de soldados, o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual tomou rumos em direção ao comércio e pesquisas em diferentes empresas governamentais e privadas, fato ocorrido no mundo inteiro. Organizações, de firmas de software até grandes corporações de informática, começaram a desenvolver e vender produtos e serviços ligados à realidade virtual. Em 1989, a *AutoDesk* apresentava o primeiro sistema de realidade virtual baseado num computador pessoal (DE FARIA et al., 2014).

O CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*), criado em 1992, é um sistema baseado em projeção. Consiste em uma sala composta de telas nas quais as imagens são projetadas (figura 5). Esta configuração faz com que os espectadores sintam-se imersos no ambiente simulado. Os sistemas de rastreamento de cabeças e mão fornecem a projeção de perspectiva precisa a partir do ponto de vista do usuário para determinar a posição correta e a orientação do indivíduo. Esses dispositivos são usados para controlar a interação com o mundo virtual. São utilizados efeitos visuais, como clipes de vídeo, efeitos sonoros e gráficos que fornecem feedback de som para dar maior realidade no mundo RV.

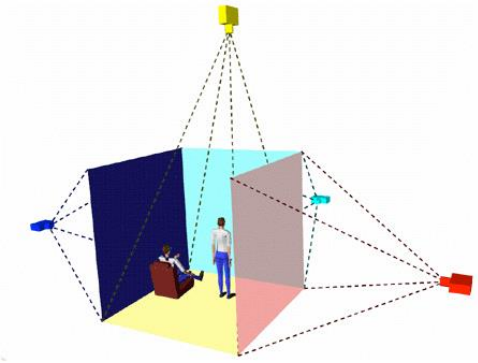

Figura 5. Ambiente do CAVE. Fonte: Halarnkar et al., 2012.

Dessa forma, a realidade virtual consolidou-se na década de 90 e, no Brasil, tem sido aplicada em exploração de petróleo, indústria aeronáutica, automobilística, por universidades e centros de pesquisa. Foi constituída uma comissão para organização da área acadêmica ligada à realidade virtual com o intuito de alavancar o desenvolvimento da RV no Brasil: Comissão Especial de Realidade Virtual-CERV, cujo principal evento é o *Symposium of Virtual and Augmented Reality (*SVR, cuja 19ª Edição ocorrerá em novembro deste ano*)*. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) apoia simpósios em realidade virtual e uma revisão da evolução desta modalidade no Brasil foi publicada e, consta no registro dos principais acontecimentos da realidade virtual do país até o ano de 2008 (DE FARIA et al., 2014).

1.1. Conceito

O termo Realidade Virtual (RV) surgiu na década de 80 com o cientista da computação, Jaron Lanier. Ele conseguiu afluir dois conceitos antagônicos em um novo conceito, diferenciando assim as simulações tradicionais feitas por computador de simulações, envolvendo múltiplos usuários em um ambiente compartilhado (RODRIGUES e PORTO, 2013). Kirner e Siscoutto (2007) destacam a RV como uma "interface avançada do usuário" para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador.

De Faria et al. (2014) dizem que, em geral, o termo Realidade Virtual refere-se a uma experiência imersiva e interativa baseada em imagens gráficas 3D geradas em tempo real por computador. O principal objetivo dessa nova tecnologia é fazer com que o participante desfrute de uma sensação de presença no mundo virtual. Para propiciar

essa sensação de presença, o sistema de realidade virtual integra sofisticados dispositivos. Na área esportiva, no entanto, esses dispositivos não podem sobrecarregar os atletas com fios e equipamentos, pois pode afetar significativamente a validade ecológica das ações esportivas, assim, os sistemas devem ser projetados para que um atleta possa interagir com o ambiente virtual da mesma forma que um cenário de esporte da vida real (STINSON et al., 2013).

Um conceito também importante para a compreensão dos dispositivos de RV é a estereoscopia. E de acordo com De Faria, et al. (2014), esta é a ciência que trabalha com imagens para produzir um modelo visual tridimensional com características análogas às características da mesma imagem quando vistas em visão binocular real. E o ser humano visualiza o ambiente e os objetos ao seu entorno em profundidade ou em três dimensões. Isso é possível porque somos dotados de uma visão binocular, que surgiu no processo evolutivo quando os olhos dos animais se posicionaram na frente da cabeça.

1.2. Classificação

A Realidade Virtual pode ser classificada ainda pela integração de três ideias básicas: imersão, interação e envolvimento. Os autores Rodrigues e Porto (2013) nos traz a definição desses termos:

- **Imersão** está relacionada com o objetivo de mostrar que o usuário, quando imerso no ambiente virtual, pode propiciar-se a sensação de estar dentro do ambiente. Todavia, a identificação da proporção de imersão, é captada pelos dispositivos que transmitem ao utilizador a sensação de entrada no ambiente virtualizado, levando seus sentidos sensoriais e atenção para o que está acontecendo dentro desse espaço. Com isso, isola-o do mundo exterior permitindo-lhe manipular e explorar naturalmente os objetos ao invés de ser apenas um observador.
- **Interação** está associada à capacidade de o computador detectar as entradas do usuário e modificar em tempo real o mundo virtual e as ações sobre ele. Contudo, o usuário deve ter a impressão de estar atuando dentro do ambiente virtual. Para isso, Kirner e Siscoutto (2007), relatam que os atrasos admissíveis para se ter essa sensação de interação em tempo real estão em torno de 100 milissegundos. Isto impõe um

compromisso do sistema (processadores, software, dispositivos, complexidade do ambiente virtual, tipo de interação, etc.) em funcionar com taxas mínimas de 10 quadros por segundo na renderização das imagens (sendo desejado algo em torno de 20 quadros por segundo para suportar melhor as cenas animadas) e de 100 milissegundos de atraso nas reações aos comandos do usuário. Para parecer ainda mais realista, o ambiente virtual inclui objetos simulados e existe também a inserção de sons ambientais e sons associados a objetos específicos.

- **Envolvimento**, por sua vez, está ligado ao grau de estimulação para o comprometimento de uma pessoa com determinada atividade, podendo ser ativo (participar de um jogo, visualizar um ambiente virtual) ou passivo (ler um livro, participar de uma cirurgia virtual).

Pimentel e Teixeira (1995), considerando o nível de imersão e de interatividade do usuário, classificam as formas de realidade virtual como:

- *Realidade Virtual de Simulação:* permite que o usuário se sinta no mundo virtual.
- *Realidade Virtual de Projeção:* o usuário está fora do mundo virtual, mas pode comunicar-se com esse.
- *Realidade Aumentada:* em que há combinação de imagens do mundo real com o virtual.
- *Tele presença:* por exemplo, o uso da endoscopia em pacientes.
- *Visually Coupled Displays* (“Displays Visualmente Casados”) e realidade de Mesa: seria um subconjunto dos sistemas tradicionais, em vez do uso de *head-mounted displays* (HMDs), são utilizados grandes monitores ou algum sistema de projeção para apresentação do mundo virtual e alguns sistemas permitem ao usuário ver imagens 3D no monitor através do uso de óculos *lightweight* (baixo peso) ou obturadores de cristal líquido (LCD).

2. OBJETIVO

Revisar as principais pesquisas em realidade virtual que se relacionam com a atuação do profissional de educação física e apontar novos caminhos para futuros estudos.

3. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta um estudo de revisão bibliográfica da literatura, acerca das aplicações de sistemas de RV nas áreas de saúde, psicologia e esporte, focando em áreas que o profissional de educação física possa atuar. Os critérios de inclusão para os estudos apresentados nesta revisão consideram as publicações entre os anos de 2001 e 2017, principalmente revisões, no entanto, não descartando estudos experimentais (ensaios clínicos) que se adeque ao tema proposto.

A partir dos critérios, acima apresentados, foram selecionados vinte seis (26) estudos recentes e indexados nas bases de dados *PubMed*, *NCBI e Google Acadêmico*, os quais estão disponíveis no Portal Periódicos Capes e foram selecionados entre os meses de agosto e Setembro de 2017. As palavras-chave utilizadas para a busca foram as seguintes: "Virtual Reality and Sports/ Realidade Virtual e Esportes"; "Virtual Reality and Rehabilitation/Realidade Virtual e Reabilitação" e "Virtual Reality and psychology/Realidade Virtual e psicologia".

4. RESULTADOS

4.1. Realidade virtual na saúde

De acordo com Brandão et al. (2014), as tecnologias atuais que utilizam ambientes de RV ajudam a ampliar alguns de nossos sistemas sensoriais, além de contribuírem para a manutenção do condicionamento físico dos praticantes ajudando na reabilitação de pacientes com doenças neuromusculares. Esse sistema garante uma forma lúdica de interação esquivando-se do convencional mouse e teclado. Assim, sua utilização colabora com o combate ao sedentarismo, proporcionando uma mudança de paradigma na interação dos jovens com ambientes virtuais e incorporar técnicas específicas para reabilitação cognitiva e funcional.

Os autores consideram ainda, a cultura e o estilo de vida como estratégias de prevenção e promoção de saúde, assim, almejam-se atividades que recrutem grandes grupos musculares, como os músculos dos membros inferiores, de modo que ocorra intensa circulação sanguínea e, consequente aumento do gasto energético durante a realização de tal atividade.

O aspecto mais importante de usar a RV nessa área é proporcionar novas experiências, permitindo que os usuários interajam fisicamente e emocionalmente com um ambiente virtual que é quase idêntico ao real. Essa combinação de interação física, mental e emocional incentiva a participação ativa e o envolvimento do paciente. Nesse sentido, os usuários da RV assimilam o conhecimento de forma mais eficaz, para que eles tenham a liberdade de se envolver em atividades autodirigidas dentro do seu contexto de aprendizagem (TEO et al., 2016).

Ao encontrar soluções e aprender novas habilidades de forma autônoma, os usuários da RV investem esforços mentais construindo modelos conceituais que são consistentes com o que eles já entendem e com o novo conteúdo apresentado. Outra característica fundamental do treinamento de RV é que ele oferece aos usuários a oportunidade de adquirir habilidades no contexto em que precisam ser aplicadas. Isso resulta em um aprendizado significativo mais efetivo, em comparação com o aprendizado fora de contexto (NIEUWENHUIJSEN et al., 2006).

4.1.1. Acidente Vascular Cerebral (AVC)

Os programas de RV para neurorreabilitação de AVC são baseados no potencial de neuroplasticidade cerebral após lesão neurológica para apoiar a aquisição e retenção de novas habilidades motoras e recuperar sua função. O objetivo da terapia com RV nesses pacientes é aplicar esses princípios de aprendizagem motora e fornecer estímulos repetidos, de intensidade graduada e treinamento motivacional em tarefas específicas. Assim, os sistemas de RV são projetados para melhorar a terapia convencional fornecendo uma ferramenta para oferecer um tratamento mais específico, intenso e agradável, com *feedback* de desempenho em tempo real (LEVIN et al., 2015).

Em meta análise realizada por Corbetta et al. (2015) envolvendo quinze (15) artigos e totalizando 341 participantes, foi avaliada a influência do tratamento tradicional para a recuperação de pacientes acometidos por AVC com a terapia utilizando a RV. No estudo, os autores focaram nos artigos que avaliavam a velocidade de caminhada, equilíbrio e mobilidade desses indivíduos e encontraram que substituir algum ou todo um regime de reabilitação tradicional com RV provoca maiores benefícios na velocidade de caminhada, equilíbrio e mobilidade nos pacientes com AVC.

Embora os benefícios sejam pequenos, o custo adicional de aplicar a realidade virtual à reabilitação padrão também é pequeno, especialmente quando propagado a vários pacientes em uma clínica. Adicionar tempo de reabilitação utilizando a RV à reabilitação tradicional também tem alguns benefícios. No entanto, os autores destacam a importância de realizar mais pesquisas para determinar se os benefícios valem clinicamente.

Em revisão feita por Teo et al. (2016) foi destacado o potencial da utilização da RV na reabilitação desses pacientes, mas também citaram algumas limitações quando utilizado esta tecnologia junto aos consoles comerciais de jogos eletrônicos:

- Os jogos de RV projetados para a população em geral podem ser muito desafiadores para pacientes com AVC e déficits físicos e cognitivos;
- Os níveis de dificuldade e o controle de jogos de RV, geralmente, não são facilmente ajustáveis aos pacientes da reabilitação, assim, as tarefas podem não ter relevância funcional;
- O feedback e a pontuação fornecidos podem ser negativos e frustrantes para o usuário;

- Os jogos disponíveis atualmente não possuem avaliação neurológica;
- A RV não integra os múltiplos fatores ambientais que se relacionam ao desempenho motor.

Pensando nessa dificuldade, Laffont et al. (2014) desenvolveram softwares e jogos que tentam resolver ou diminuir a influência desses fatores citados anteriormente. Estes sistemas RV adaptados são progressivamente otimizados com novas funções, incluindo:

- Permitir a adaptação automática da intensidade/classificação da atividade para as ações do paciente;
- Permitir que o terapeuta adapte as características da tarefa às necessidades do paciente;
- Permitir sistemas de RV *multiplayer* através de uma plataforma de serviço *online*, para aumentar a interatividade;
- Gravação automática dos movimentos do paciente para fornecer aos terapeutas dados que descrevem a qualidade e a quantidade de recuperação/progressão da função motora, incluindo o nível de movimentos compensatórios.

Embora existam algumas evidências que sugerem que a RV pode ser altamente aplicável para a reabilitação de AVC, na revisão recente feita por Teo et al. (2016) indicam que os estudos atuais ainda são limitados por questões de tamanho de amostra o método utilizado. Muitos dos estudos eram realizados com plataformas comerciais (*Nintendo Wii e Kinect*) que possuem os problemas citados anteriormente. Outros estudos que utilizaram plataformas modificadas encontraram o problema de que nem todos os pacientes em AVC possuem o mesmo déficit motor. Neste sentido, os sistemas futuros devem ser adaptáveis e customizáveis para gerenciar a natureza heterogênea do AVC para que os pacientes obtenham maiores benefícios (LUQUE-MORENO et al., 2015).

Dois aplicativos que podem ser utilizados na reabilitação de membros superiores, é apresentado por Brandão et al. (2014): *GesturePuzzle* e *GestureChair*. O primeiro tem como foco a implementação de uma interface de controle de um jogo de quebra-cabeça (Figura 6) por meio do movimento das mãos. O usuário tem em seu ambiente virtual peças separadas de imagens em ordem aleatória, em que o objetivo é executar o movimento e ordenar as peças. O movimento natural de segurar e soltar as

peças é reproduzido para alcançar a realidade, permitindo que o usuário explore livremente a articulação do ombro em todos os planos de movimento (coronal, sagital e transverso).

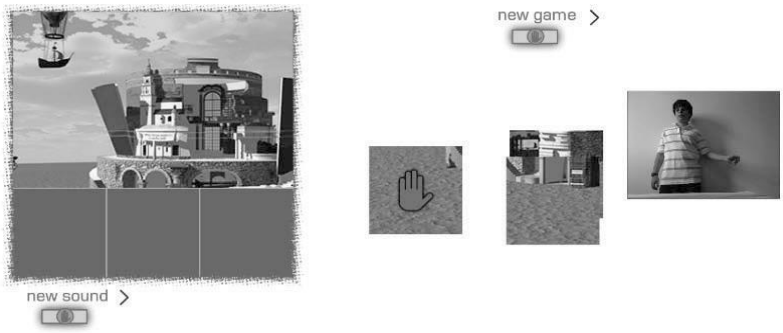

Figura 6. Aplicativo *GesturePuzzle* sendo utilizado. Fonte: Brandão et al. (2014).

No aplicativo *GestureChair o* usuário controla o personagem do jogo (uma versão livre do jogo *PacMan*, denominada *KapMan*) com movimentos manuais; o reconhecimento da mão do usuário ocorre a partir do gesto *wave* (movimento similar ao tchau), e controla o jogo com movimentos manuais rápidos (Figura 7) denominados *swipe* (para cima, baixo, direita ou esquerda). A partir deste ponto o programa reconhece cada gesto e permite ao usuário controlar o jogo. Caso o usuário não fizer o movimento *swipe* rápido o suficiente, o programa não interpreta nenhum gesto, prevenindo o reconhecimento de gestos indesejáveis, o que poderia tornar o controle do jogo inviável (BRANDÃO et al., 2014).

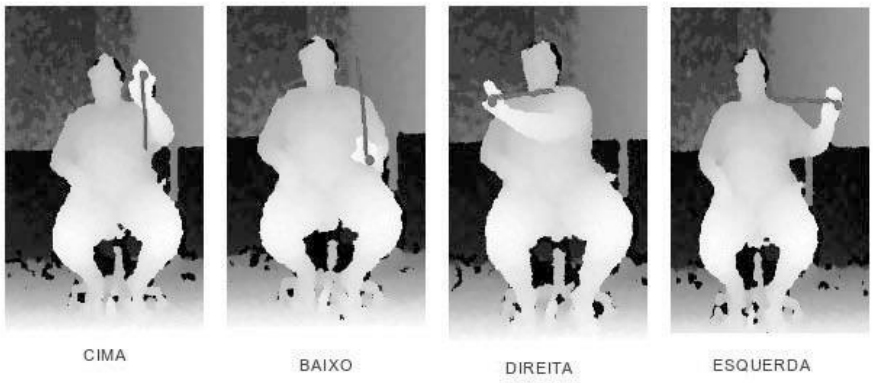

Figura 7. Movimentos com a mão a ser realizados durante o *GestureChair*. Fonte: Brandão et al. (2014).

Para os pacientes com comprometimento dos membros inferiores e desorientação espacial, os autores ainda citam o aplicativo *GestureMaps* que tem o intuito de prover a exploração virtual, espacial e geográfica por meio da ferramenta *Google® StreetView*. A aplicação tem seu controle implementado por gestos pré-determinados (Figura 8), de modo que para avançar no ambiente virtual é necessário que o usuário simule uma caminhada, com flexões de quadril e joelho correspondentes ao deslocamento mínimo de 15 centímetros entre a posição inicial e final da patela (osso livre da articulação do joelho). A mudança de direção durante a navegação no *Google® StreetView* é realizada por meio do movimento de rotação do tronco, ou de abdução do ombro correspondente (direito ou esquerdo), em um intervalo entre 0 e 90 graus.

Figura 8. Exemplo de utilização do aplicativo *GestureMaps*. Fonte: Brandão et al. (2014).

4.1.2. Doença de Parkinson (DP)

A DP figura entre as doenças neurodegenerativas de maior incidência em pessoas idosas. Estima-se que, por volta de 2020, mais de quarenta milhões de pessoas no mundo desenvolverão a DP (VIEIRA et al., 2014). Essa doença acomete com maior frequência pessoas com mais de 55 anos e caracteriza-se clinicamente por bradicinesia e ao menos um dos seguintes sinais: o tremor de repouso, a rigidez e, o mais tardio deles, a instabilidade postural. Com a evolução da doença, o paciente tende a reduzir a quantidade e a variedade de suas atividades e, consequentemente, redução de sua aptidão física.

Em estudo realizado por Esculier et al. (2012), foram encontradas melhoras significativas no equilíbrio de pacientes do DP após intervenção de 6-8 semanas, com

40-60 minutos por sessão, três vezes por semana utilizando plataforma de equilíbrio do *console Wii*.

Estudos sobre aprendizagem motora em ambiente virtual sugerem que os pacientes com DP apresentam limitações na transferência de aprendizagem do ambiente virtual para o real. Um estudo que treinou a marcha de pacientes com DP por meio de pistas externas reais e virtuais demonstrou que os pacientes apresentaram melhora na velocidade da marcha após o treinamento, porém estes efeitos foram superiores quando o paciente foi avaliado desempenhando a marcha em pistas externas (VIEIRA et al., 2014).

Em outro estudo, Wang et al. (2011) compararam o desempenho do alcance de alvos estáticos e móveis em RV e no ambiente real em pacientes com DP e idosos aparentemente hígidos. Os pacientes com DP demoraram mais tempo para atingir os alvos estáticos e apresentaram um pico de velocidade menor que os idosos saudáveis, tanto em RV quanto no ambiente real. Os autores concluíram que os estímulos virtuais rápidos promoveram melhora na velocidade dos movimentos dos pacientes com DP.

Em revisão feita por Teo et al. (2016), as diferenças encontradas nos estudos podem ser atribuídas ao tipo de exercício utilizado; algumas pesquisas utilizaram exercícios estáticos e outras focaram em atividades dinâmicas. Outro fator citado é a intensidade/dificuldade da atividade que também varia de estudo para estudo.

4.1.3. Paralisia Cerebral (PC)

Embora efetivo, o exercício físico tradicional nas configurações clínicas consiste em tarefas repetitivas que limitam o entusiasmo em relação à aplicação regular periódica (TEO et al., 2016). Na tentativa de fornecer um tratamento cognitivo-motor mais motivador para os pacientes com PC, que em sua maioria são crianças, pesquisadores tem optado em utilizar a RV, no entanto, as pesquisas com este sistema estão apenas no início, mas já produzem resultados satisfatórios, como os resultados encontrados pelo Laboratório de Realidade Virtual da Universidade de Toronto, liderado por Denise Reid.

Nos estudos produzidos pela pesquisadora, crianças com PC estavam envolvidas com exercícios baseados em RV para a extremidade superior e o controle postural e como resultado encontraram, com base na teoria da auto eficácia, melhora na percepção do desempenho de habilidades e a satisfação com a performance. Em um estudo

posterior, investigou o efeito da intervenção com RV sobre a brincadeira e descobriu que os ambientes virtuais estimularam a ludicidade em crianças, especificamente as tarefas que permitem a criatividade, a expressão e a escolha da atividade (REID, 2002a,b, 2004 *apud.* TEO et al. 2016).

Embora a pesquisa atual sobre RV em crianças ainda esteja em estágios iniciais, as terapias com RV representam uma opção viável para aumentar a aderência ao exercício e a atividade física, uma vez que são atraentes e gratificantes, particularmente em uma população adolescente. O desafio, particularmente nas crianças com PC, será incorporar uma diversidade de atividades realizadas durante o jogo para desenvolver o repertório de habilidades motoras fundamentais e cognitivas (TEO et al. 2016).

4.1.4. Reabilitação Cardiovascular (RC)

Atualmente, o uso da RV, como recurso na reabilitação cardiovascular, permite ao paciente realizar exercícios funcionais com intensidade reduzida. Assim, adequando a RV à capacidade funcional do indivíduo, sua dificuldade pode aumentar, gradativamente, através do *software* ou pelo profissional responsável, a depender do sistema utilizado (RODRIGUES et al., 2016).

Em estudo realizado por Cacau et al. (2013) com pacientes em pós-operatório (Fase 1), demostrou que a RV, como recurso complementar da reabilitação, é uma ferramenta capaz de acelerar o tratamento, fazendo com que o paciente atinja a capacidade funcional de forma mais rápida. Como recurso de RV, os autores usaram a game terapia, que consiste na utilização de vídeos games na reabilitação. Esses tipos de *softwares* permitem maior adesão dos pacientes ao tratamento, pelo fator lúdico que motiva um maior empenho nas condutas, possui metas pré-estabelecidas pelo próprio jogo e fornece um *feedback* ao jogador por meio de pontuação.

Em pesquisa realizada por Laver et al. (2015), os autores separaram a revisão em três partes: uma com doze estudos que testavam se o uso da RV em comparação com a terapia convencional resultava em uma melhor capacidade de usar o braço; na segunda parte analisaram quatro trabalhos que comparavam a terapia tradicional e a com RV na melhora da caminhada; e por último reuniram oito ensaios que faziam a mesma comparação de terapias, mas com resultados nas atividades do cotidiano.

No primeiro caso, descobriram uma melhora na função dos braços nos pacientes que utilizavam a terapia com RV; no segundo as evidências demonstraram que a RV

não foi mais efetiva que a terapia convencional; e no último, descobriram que havia alguma evidência de que a RV resultou em uma capacidade um pouco melhor de gerenciar atividades cotidianas, como tomar banho e vestir-se. No entanto, esses efeitos positivos foram encontrados logo após o término do tratamento e não está claro se os efeitos são duradouros.

Assim, os resultados apresentados por esses estudos devem ser interpretados com cautela, pois alguns envolvem número reduzido de participantes. Ainda no estudo de Laver et al. (2015), alguns participantes dos trabalhos revisados que utilizaram a RV relataram dor, dores de cabeça ou tonturas e não foram notificados eventos adversos graves.

4.1.5. Alzheimer

A realização de atividade motora e cognitiva, simultânea, é denominada tarefa dupla. Tal ação presume o recrutamento muscular de diferentes segmentos corporais e a estimulação de diferentes áreas do córtex cerebral, associadas ao controle motor geral e aos estímulos sensoriais e visuais. Este recrutamento muscular, associado à sobrecarga mental, possui potencial para otimizar, desde as habilidades relacionadas ao equilíbrio de idosos, até o aumento da reserva cognitiva em adultos, jovens e crianças. Acredita-se que tal reserva esteja associada à incidência de patologias neurodegenerativas, como as doenças de Parkinson e Alzheimer (BRANDÃO et. al., 2014).

Pensando nisso, Brandão et al. (2014) apresentaram o aplicativo *GestureChess* (figura 9) que consiste em um jogo de xadrez controlado por movimentos das mãos, proporcionando uma estimulação cognitiva e motora aos jogadores (dupla tarefa).

Figura 9. Exemplo de utilização do aplicativo *GestureChess*. Fonte: Brandão et al. (2014).

Tabela 1. Artigos relacionados a área da Saúde.

Artigo	Tipo	População	Método	Resultado
Corbetta et al. (2015)	Metanálise	AVC	Velocidade de caminhada Equilíbrio Mobilidade	Substituir algum ou todo um regime de reabilitação tradicional com RV provoca maiores benefícios na velocidade de caminhada, equilíbrio e mobilidade nos pacientes com AVC.
Esculier et al. (2012)	Ensaio Clínico	Doença de Parkinson	6-8 semanas 40-60 min/sessão 3x/semana Plataforma de equilíbrio *Wii*	Encontraram melhoras significativas
Vieira et al. (2014)	Ensaio Clínico	Doença de Parkinson	Treinamento de caminha em pista externa real e virtual	Melhoria de desempenho na externa real
Wang et al. (2011)	Ensaio Clínico	Doença de Parkinson e Idosos	comparar o desempenho do alcance de alvos estáticos e móveis em RV e no ambiente real em pacientes com DP e idosos	Estímulos virtuais rápidos promoveram melhora na velocidade dos movimentos dos pacientes com DP
Teo et al. (2016)	Revisão	Paralisia Cerebral	Utilização de RV para melhora da das habilidades motoras em crianças com PC	melhora na percepção do desempenho de habilidades e a satisfação com a performance; ambientes virtuais estimularam a ludicidade em crianças; aumentar a aderência ao exercício e a atividade física
Cacau et al. (2013)	Ensaio Clínico	Reabilitação Cardíaca	Game terapia	Maior adesão
Laver et al. (2015)	Revisão	Reabilitação Cardíaca	12 estudos: reabilitação movimentos braços 04 estudos: caminhada 08 estudos: Atividades do cotidiano	No primeiro caso, descobriram uma melhora na função dos braços nos pacientes que utilizavam a terapia com RV; no segundo as evidências demonstraram que a RV não foi mais efetiva que a terapia convencional; e no último, descobriram que havia alguma evidência de que a RV resultou em uma capacidade um pouco melhor de gerenciar atividades cotidianas, como tomar banho e vestir-se.
Brandão et al. (2014)	Revisão	Aplicativos para pacientes em reabilitação neuromuscular	*GestureChess, GesturePuzzle GestureChair* e *GestureMap*s	Em trabalhos futuros, as aplicações apresentadas (*Gesture's*) serão integradas a alguns dos dispositivos BCI, visando explorar os efeitos relativos à neuromodulação, situações de aprendizagem motora e desempenho cognitivo durante a prática de atividade física convencional e/ou no contexto da reabilitação amparada por RV.

4.2. Realidade virtual no Treinamento Psicológico

Fatores externos como o público, as expectativas dos atletas, ou seu estado psicológico, podem aumentar a pressão e a ansiedade durante a competição, resultando em diminuição do desempenho (SANZ et al., 2015). Embora pequenos níveis de ansiedade competitiva possam ser benéficos para o atleta, aumentando sua atenção e foco, níveis mais altos podem resultar em diminuição da concentração e atenção, levando a erros não forçados e menor desempenho (WILSON et al., 2009). Além disso, a ansiedade competitiva em excesso, também foi correlacionada com o risco de lesões esportivas (KELLMANN, 2010).

Assim, a RV pode ser uma estratégia para o treinamento psicológico voltado a situações competitivas. Em revisão, Wilson e Soranzo (2015) delinearam as vantagens e desvantagens desta tecnologia na pesquisa psicológica, em comparação com aparelhos mais tradicionais. As vantagens destacadas pelos autores são:

- Permite um maior controle sobre a apresentação do estímulo;
- Variedade em opções de resposta;
- Apresentação de estímulos em três dimensões;
- A criação de cenários complexos;
- A geração de níveis variáveis e combinações de entrada sensorial multimodal que possibilitem que a audição, o tato, o olfato e o movimento sejam experimentados simultaneamente ao ambiente ou objetos graficamente renderizados;
- A possibilidade de os participantes responderem de forma mais ecologicamente válida;
- A manipulação precisa e independente das relações geométricas e fotométricas entre objetos;
- A possibilidade de examinar comportamentos complexos dos participantes e;
- O estudo de situações que podem ser impraticáveis, perigosas ou eticamente questionáveis para serem criadas na vida real.

Em estudo realizado por Sanz et al. (2015) eles recriaram um ambiente competitivo de tiro de pistola de ar de 10m e o objetivo foi quantificar o efeito de fatores ambientais (estressores) em termos de desempenho dos participantes,

comportamentos, medidas subjetivas e respostas fisiológicas. A tarefa, embora de natureza simples, exigiu que os participantes mantivessem um alto nível de concentração e executassem movimentos repetitivos de apontar (tarefa de habilidades motoras). Os resultados mostraram diferenças significativas no comportamento do usuário e nas impressões subjetivas da tarefa.

Em outra pesquisa, Sorrentino et al. (2005) desenvolveram um sistema de HMD que permitiu que patinadores de velocidade se preparassem para os Jogos Olímpicos de Inverno de 2002. Foi criado um ambiente virtual do local da competição, e o sistema permitiu que os atletas navegassem dentro da cena e se aclimatassem ao meio ambiente. Os atletas relataram experiências positivas com o sistema, mas nenhum experimento controlado foi realizado para validar as observações.

Outro estudo recente também analisou o uso da RV para auxiliar golfistas no aprendizado de técnicas de relaxamento (LAGOS, VASCHILLO et al., 2011). O treinamento de biofeedback foi administrado a um atleta da faculdade usando um simulador de golfe ao longo de um período de 10 semanas, e testes psicométricos e medidas fisiológicas foram registrados. Os resultados demonstraram que o atleta melhorou o controle da ansiedade após o uso do sistema de treinamento. Os autores planejam estudar o protocolo com uma população maior de atletas para validar os achados.

Em estudo realizado por Stinson (2013) para treinar a ansiedade de goleiros durante a cobrança de um pênalti no futebol, foi criado um ambiente virtual com personagens animados e sons de torcida para aumentar a sensação de imersão e, empregando um sensor na cabeça, os goleiros realizavam as defesas utilizando o próprio corpo. Este estudo foi controlado a partir de três variáveis independentes: campo de visão (90º vs. 270º), fidelidade de simulação (baixo vs. alto) e gatilhos de ansiedade conhecidos (baixo vs. alto). Além dessas, foram avaliadas algumas variáveis dependentes como: frequência cardíaca, variabilidade da frequência cardíaca, resposta galvânica da pele, *State-Trait Inventory for Cognitive and Somatic Anxiety* (STICSA), *Competitive State Anxiety Inventory-2* (CSAI-2R), porcentagem de economia, tempo de reação e entrevistas pós experimentação. Como resultado, não foram encontrados resultados significativos com a utilização da RV no treinamento da ansiedade utilizando este aplicativo, no entanto, diferentes participantes experimentaram diferentes padrões, sugerindo que a ansiedade esportiva é multidimensional e são necessárias medidas de

Tabela 2. Artigos relacionados ao Treinamento Psicológico.

Artigo	Tipo	Comportamentos	Método	Resultado
Sanz et al. (2015)	Ensaio Clínico	Ansiedade, motivação e concentração na tarefa	Quantificar o efeito de fatores ambientais (estressores) em termos de desempenho dos participantes, comportamentos, medidas subjetivas e respostas fisiológicas	Mostraram diferenças significativas no comportamento do usuário e nas impressões subjetivas da tarefa.
Sorrentino et al. (2005)	Ensaio Clínico	Ambientação	Foi criado um ambiente virtual do local da competição, e o sistema permitiu que os atletas navegassem dentro da cena e se aclimatassem ao meio ambiente.	Os atletas relataram experiências positivas com o sistema.
Lagos, Vaschillo et al. (2011)	Ensaio Clínico	Concentração, ansiedade	O treinamento de biofeedback foi administrado a um atleta da faculdade usando um simulador de golfe ao longo de um período de 10 semanas, e testes psicométricos e medidas fisiológicas foram registrados.	Os resultados demonstraram que o atleta melhorou o controle da ansiedade após o uso do sistema de treinamento.
Stinson (2013)	Revisão	Ansiedade	Foi criado um ambiente virtual com personagens animados e sons de torcida para aumentar a sensação de imersão e, empregando um sensor na cabeça, os goleiros realizavam as defesas utilizando o próprio corpo.	Não foi encontrado resultados significativos com a utilização da RV no treinamento da ansiedade utilizando este aplicativo, no entanto, diferentes participantes experimentaram diferentes padrões, sugerindo que a ansiedade esportiva é multidimensional e são necessárias medidas de ansiedade múltiplas para ter um bom senso do impacto que a ansiedade tem no desempenho do indivíduo.

ansiedade múltiplas para ter um bom senso do impacto que a ansiedade tem no desempenho do indivíduo.

4.3. Realidade virtual no Esporte

A prática de exercícios físicos para a prevenção de lesões musculoesqueléticas é conteúdo obrigatório num programa de treinamento de atletas. Normalmente, esses programas são prescritos por médicos esportivos, fisioterapeutas e educadores físicos, após testes detalhados e triagem da capacidade física dos desportistas.

Stinson (2013) propõe a utilização da RV como suporte ao treinamento biomecânico desportivo. Esse sistema pode ser capaz de analisar ações esportivas complexas e fornecer *feedback* em tempo real, o que seria muito benéfico para o domínio do movimento técnico (figura 10). Os atletas podem obter *feedback* imediato sobre seu desempenho e até mesmo visualizar suas ações de múltiplos ângulos e pontos de vista. Os modelos técnicos "ideais" também podem ser sobrepostos às visualizações para oferecer aos atletas representações visuais de como melhorar e fornecer *feedback* em tempo real sobre o que o corpo está fazendo.

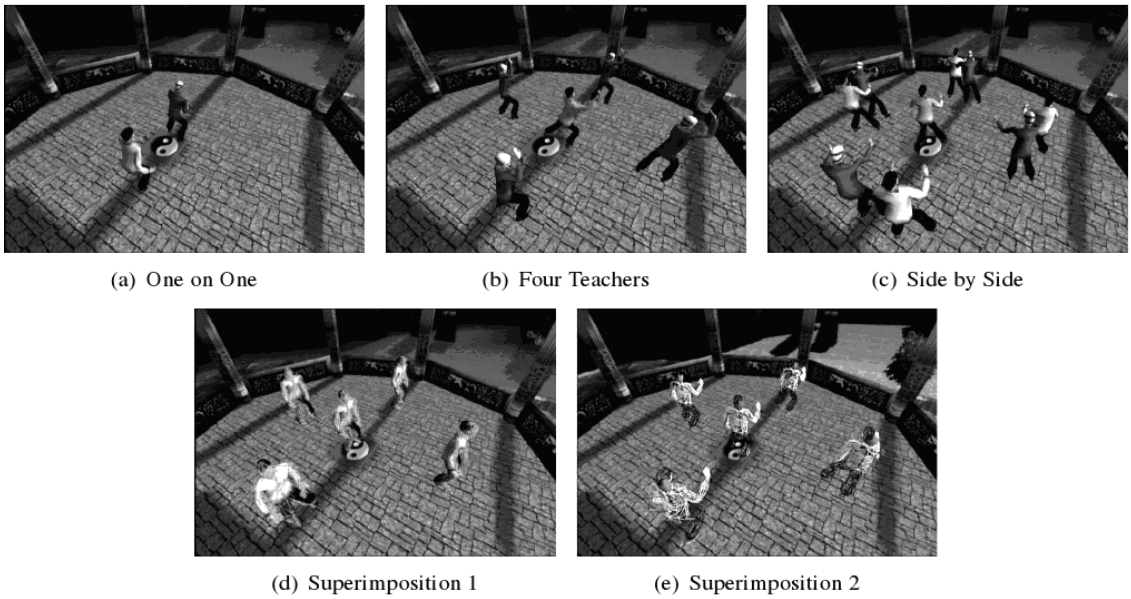

Figura 10. As cinco modalidades de treinamento empregadas no sistema de treinamento RV para Tai Chi de Chuã, Crivella et al. (2003) *apud.* Stinson (2013).

Para abordar as questões de pesquisa sobre o uso de sistemas RV para treinamento biomecânico, Stinson (2013) desenvolveu um sistema de treinamento de salto intitulado *Extreme Jump Trainer* (figura 11). O sistema usa um *Microsoft Kinect* para rastrear o corpo inteiro do usuário e infunde um exercício de salto lateral em uma experiência semelhante a um jogo. O sistema registra o desempenho do usuário ao

longo de todo o exercício e fornece *feedback* biomecânico no final desse teste. O *feedback* é fornecido superpondo o desempenho do usuário nas fases chave do salto em um modelo ideal usando imagens estáticas. Este *feedback* é projetado para abordar elementos chave da técnica adequada de salto para então melhorar o desempenho e reduzir o potencial de futuras lesões. No final, o autor encontrou resultados satisfatórios na melhora da biomecânica do salto dos participantes, no entanto cita a necessidade de mais estudos para comprovar tal efetividade.

Figura 11. *Extreme Jump Trainer* utilizado por Stinson (2013).

Kelly et al. (2010) desenvolveram um sistema de RV para análise de balanços de golfe previamente gravados (figura 12). O sistema permite que atletas ou treinadores analisem o desempenho comparando as ações biomecânicas de um determinado jogador de golfe com um modelo "ideal". Este modelo ideal é calculado a partir da técnica de vários praticantes experientes. Então, as duas performances (usuário X ideal) podem ser visualizadas dentro do sistema, a partir de vários pontos de vista e em várias velocidades. O sistema também destaca articulações de interesse ao longo da visualização, para apresentar os fatores biomecânicos que diferem mais do modelo ideal. No entanto, nenhum estudo controlado foi realizado para avaliar a utilidade do treinamento dentro do sistema.

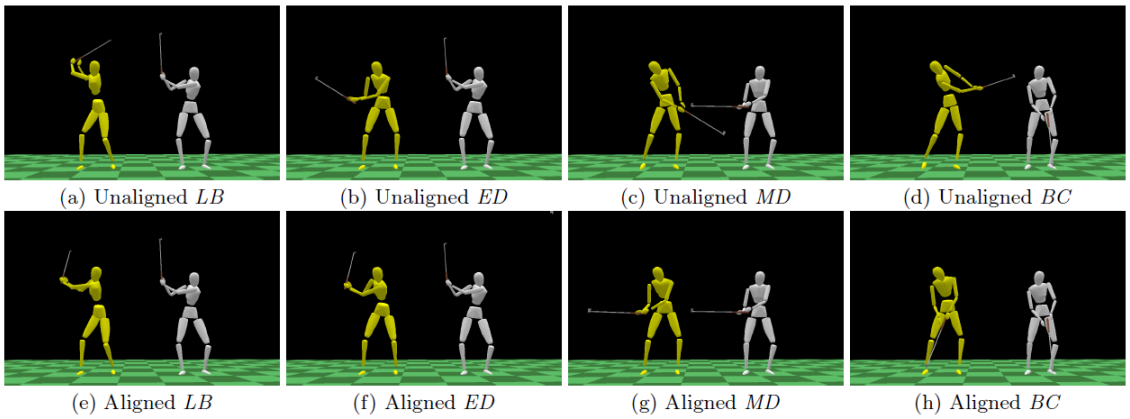

Figura 12. Aprendiz é retratado à direita em branco. (a-d) Balanços não alinhados; (e-h) Tempos de rotação alinhados. Fonte: Kelly et al. (2010).

Em outro experimento, realizado com pessoas com deficiência, durante 12 semanas, em um simulador de Vela Esportiva denominado *VSail-Access* (figura 12), encontrou-se uma melhora na destreza desses participantes em realizar um percurso simples, no computador, em torno de balizas (em forma de um triângulo); capacidade de navegar independentemente na água, com ventos de até 14 nós; melhora da saúde psicológica apresentando um maior envolvimento em atividades recreativas e de lazer com seus familiares além de experimentarem maior otimismo com o futuro (RECIO et al., 2013).

Figura 13. Simulador *VSail-Acess* utilizado por Recio et al. (2013).

Buscando entender como a percepção influencia a tomada de decisão por atletas e, como essas escolhas influenciam a percepção subsequente, Bideau et al. (2010), criaram uma estrutura que usa tecnologia de videogames, incluindo um mecanismo de

animação sofisticado (figura 14). Utilizaram essa estrutura para realizar dois estudos de caso: o primeiro foi uma tarefa de percepção única para avaliar a capacidade dos jogadores de *rugby* de detectar movimentos enganosos. O segundo dizia respeito a uma tarefa de percepção-ação para analisar as respostas dos goleiros do handebol (ação) quando enfrentam diferentes trajetórias de bola (percepção).

No caso do goleiro de handebol, realizaram o estudo para determinar se a informação visual que os goleiros utilizavam para determinar sua ação defensiva era baseada na postura do corpo do batedor, na trajetória da bola ou em ambos. Os autores utilizaram a RV para dissociar esta informação visual sobre os movimentos dos jogadores a partir das informações visuais relacionadas à trajetória da bola. Assim, dividiram em três condições diferentes: apenas a ação de lançamento do jogador atacante, apenas a trajetória da bola e ambas. A partir desses estudos, concluíram que a trajetória da bola é o que mais influência na tomada de decisão do goleiro. Além disso, a ação de lançamento pareceu aumentar o desempenho geral.

Figura 14. Sistema RV utilizado por Bideau et al. (2010)

No experimento realizado com jogadores de *rugby* novatos (8) e experientes (8), utilizando um óculos de imersão, os participantes, dentro do ambiente imersivo virtual, visualizavam um jogador que corria pelo campo de jogo e realizava uma finta. Os participantes do experimento teriam que identificar para que lado o jogador virtual iria fintar e apertar o respectivo botão. Foram registradas suas respostas sobre a direção do jogador, juntamente com o tempo que eles levaram para realizar essas respostas. Os autores utilizaram estas informações para avaliar as diferenças entre jogadores de rugby

experientes e novatos e sua capacidade de identificar informações perceptivas avançadas sobre a direção em que o jogador vai correr.

Como resultado, Bideau et al. (2010) encontraram uma porcentagem maior de acerto para os jogadores mais experientes, 76,4%, enquanto os novatos alcançaram um *score* de 68,3% de acertos. Quanto ao tempo de reação, os experientes também reagiam mais rapidamente aos estímulos do que os novatos.

Tabela 3. Artigos referentes a área de Esporte.

Artigo	Tipo	População	Método	Resultado
Stinson (2013)	Revisão	Lutadores, Saltadores	Análise biomecânico da técnica com feedback do movimento e sobreposição do movimento real sobre o ideal.	Encontrou resultados satisfatórios na melhora da biomecânica do salto dos participantes, no entanto cita a necessidade de mais estudos para comprovar tal efetividade.
Kelly et al. (2010)	Ensaio Clínico	Golfistas	Análise do movimento de balanço do golfe sobreposto a um modelo ideal.	Nenhum estudo controlado foi realizado para avaliar a utilidade do treinamento dentro do sistema.
Recio et al. (2013)	Ensaio Clínico	Vela Esportiva	Pessoas com deficiência, durante 12 semanas, em um simulador de Vela Esportiva (*VSail-Access*)	Encontrou-se uma melhora na destreza desses participantes em realizar um percurso simples, no computador, em torno de balizas (em forma de um triângulo); capacidade de navegar independentemente na água, com ventos de até 14 nós; melhora da saúde psicológica apresentando um maior envolvimento em atividades recreativas e de lazer com seus familiares além de experimentarem maior otimismo com o futuro
Bideau et al. (2010)	Ensaio Clínico	Goleiros de Handebol e Jogadores de Rugby	Criaram uma estrutura que usa tecnologia de videogames, incluindo um mecanismo de animação sofisticado. Utilizaram essa estrutura para realizar dois estudos de caso: a primeira foi uma tarefa de percepção única para avaliar a capacidade dos jogadores de rugby de detectar movimentos enganosos. O segundo dizia respeito a uma tarefa de percepção-ação para analisar as respostas dos goleiros do handebol (ação) quando enfrentam diferentes trajetórias de bola (percepção).	Experimento 1: a trajetória da bola é o que mais influência na tomada de decisão do goleiro. Além disso, a ação de lançamento pareceu aumentar o desempenho geral. Experimento 2: encontram uma porcentagem maior de acerto para os jogadores mais experientes, 76,4%, enquanto os novatos alcançaram um *score* de 68,3% de acertos. Quanto ao tempo de reação, os experientes também reagiam mais rapidamente aos estímulos do que os novatos.

5. CONCLUSÕES

As áreas de pesquisa com RV em que o profissional de educação física pode atuar possui pontos fortes e limitações, tanto para o uso de terapias utilizando esta tecnologia na reabilitação e na psicologia voltada ao esporte foram enumeradas. As evidências atuais sugerem que uma combinação de RV e os tratamentos convencionais é segura e provavelmente será mais eficaz em comparação com a terapia tradicional ou RV sozinha.

De acordo com os achados, as pesquisas que combinam atividade física e RV são animadoras, apontando resultados promissores em diversas situações relativas às áreas da saúde. Entretanto, é necessário aumentar o número de estudos randomizados, controlados e com amostra representativa da população, no sentido de evidenciar a tecnologia disponível e criar novas terapias baseadas em RV que possam complementar o processo de reabilitação, bem como consolidar a eficácia do tratamento a médio e longo prazo.

No entanto, pela ampla gama de dispositivos de RV disponíveis (de simulação, projeção, realidade aumentada, tele presença, etc.) e utilizados em estudos, torna-se difícil a comparação dos resultados, mas o que pode-se concluir é que a RV é uma ferramenta segura, que proporciona uma maior ludicidade ao usuário, fornece *feedback* instantâneo do desempenho, a dificuldade (em alguns casos) pode ser adaptada de acordo com o usuário, pode-se reproduzir situações virtuais que no contexto real seria inviável e, ao longo do tempo, alguns sistemas tem se tornado mais acessíveis devido o avanço da tecnologia.

Outro ponto a destacar é que a maioria das pesquisas encontradas para esportes tem como foco a técnica de movimento em modalidades individuais. Assim, pesquisas para os esportes coletivos que tenham um enfoque na tática de jogo, com situações-problemas em que os atletas tenham que decidir as melhores ações a se tomar durante o jogo, focando treinar a tomada de decisão desses profissionais são temas de interesse para pesquisas futuras.

Assim, a RV apresenta-se como um capo de pesquisa com grande potencial investigativo e pode ser uma ferramenta efetiva para os profissionais de educação física podendo ser usado para complementar os programas de treinamento seja na área da saúde, da psicologia ou na preparação esportiva.

6. REFERÊNCIAS

BRANDÃO, A. F; BRASIL, G. J. C.; DIAS, D. R. C.; et al. Realidade Virtual e Reconhecimento de Gestos Aplicado as Áreas de Saúde. **Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada**, v. 4, p. 33-48, maio/2014.

CACAU, L. A. P.; OLIVEIRA, G. U.; MAYNARD, L. G. , et al. The use of the virtual reality as intervention tool in the postoperative of cardiac surgery. **Rev Bras Cir Cardiovasc**; 28(2): 281-9. 2013.

CORBETTA, D.; IMERI, F.; GATTI, R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review. **Journal of Physiotherapy,** 61: 117–124. 2015.

DE FARIA, J.W.V.; FIGUEIREDO, E.G.; TEIXEIRA, M.J. Histórico da realidade virtual e seu uso em medicina. **Rev Med**, São Paulo, jul.-set.;93(3):106-14, 2014.

FITZGERALD, D.; FOODY, J.; KELLY, D.; WARD, T.; et al. Development of a wearable motion capture suit and virtual reality biofeedback system for the instruction and analysis of sports rehabilitation exercises. **In: Proc. Of IEEE Conf. Eng. Med. Biol. Soc.,** pp. 4870-4874. 2007.

HALARNKAR, P., SHAH, S., SHAH, H., et al**.** A Review on Virtual Reality. **International Journal of Computer Science**, Vol. 9, Issue 6, Nº 1, November, 2012.

KELLY, P.; HEALY, A.; MORAN, K. E O'CONNOR, N. E. **A virtual coaching environment for improving golf swing technique.** Procedimentos do Workshop ACM de 2010 sobre Mídia Surreal e Clonagem Virtual, ACM. 2010.

KELLMANN, M. Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, 20(Suppl.2),95–102. 2010.

KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. **Realidade Virtual e Aumentada: conceitos, projetos e aplicações.** Livro do Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality. Petrópolis – RJ, 28 de Maio de 2007.

LAFFONT, I. BAKHTI, K.; COROIAN, F.; et. al. Innovative Technologies applied to sensorimotor rehabilitation after stroke. **Ann. Phys. Rehabil. Med.** 57, 543–551. 2014.

LAGOS, L.; VASCHILLO, E.; VASCHILLO, B.; LEHRER, P.; et al. Virtual reality-assisted heart rate variability biofeedback as a strategy to improve golf performance: A case study**. Biofeedback** 39(1): 15-20. 2011.

LAVER, K. E.; GEORGE, S.; THOMAS, S.; DEUTSCH, J. E.; CROTTY, M. Virtual reality for stroke rehabilitation. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, Issue 2, 2015.

LEVIN, M.; MAGDALON, E. C.; MICHAELSEN, S. M. AND QUEVEDO, A. Quality of grasping and the role of haptics in a 3D immersive virtual reality environment in

individuals with stroke. **IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.** 23, 1047–1055. 2015.

LUQUE-MORENO, C.; FERRAGUT-GARCÍAS, A.; RODRÍGUEZ-BLANCO, C.; HEREDIA-RIZO, A. M.; et al. A decade of progress using virtual reality for post stroke lower extremity rehabilitation: systematic review of the intervention methods. **Biomed. Res.** Int.:7. 2015.

MAZURYK, T. AND GERVAUTZ, M. Virtual Reality History, Applications, Technology and Future. **Institute of Computer Graphics, Vienna University of Technology,** Austria, pp. 15-16, 58-60.

NIEUWENHUIJSEN, E.R.; ZEMPER, E.; MINER, K.R AND EPSTEIN, M. Health behavior change models and theories: contributions to rehabilitation. **Disabil. Rehabil.** 28, 245–256. 2006.

PIMENTEL K, TEIXEIRA K. **Virtual reality: through the new looking glass.** 2a ed. New York: McGraw-Hill; 1995.

RECIO, A. C.; BECKER, D.; MORGAN, M.; SAUNDERS, N. R.; et al. Use of a virtual reality physical ride-on sailing simulator as a rehabilitation tool for recreational sports and community reintegration: a pilot study. **Am J Phys Med Rehabil** ; 92: 1104-1109, 2013.

RODRIGUES, G. P.; PORTO, C. M. Realidade Virtual: conceitos, evolução, dispositivos e aplicações. **Interfaces Científicas – Educação**. Aracaju. V.01, n.03, p. 97-109, jun. 2013.

RODRIGUES, R. A.; RAMOS, A. C. C.; SANTANA, M. V. B. ; et al. Realidade virtual como recurso na reabilitação cardiovascular: revisão sistemática. **ASSOBRAFIR Ciência**; 7(3): 41-49. 2016.

SORRENTINO, R. M.; LEVY, R.; KATZ, L. E PENG, X. Virtual Visualization: Preparation for the Olympic Games Long-Track Speed Skating. **International Journal of Computer Science in Sport:** 40. 2005.

STINSON, C. A., BOWMAN, D. A.; & OLLENDICK, T. H. **Virtual Reality for Sport Training.** MsC Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA. 2013.

TEO, W.P.; MUTHALIB; M.; YAMIN, et al. Does a Combination of Virtual Reality, Neuromodulation and Neuroimaging Provide a Comprehensive Platform for Neurorehabilitation? – A Narrative Review of the Literature. **Frontiers in Human Neuroscience.** June, Vol. 10, Article 284. 2016.

VILAS BOAS, Y. A. G. Overview of virtual reality technologies. In: **Interactive Multimedia Conference,** 2013.

WANG, C.Y., HWANG, W.J., FANG, J.J., et al. Comparison of Virtual Reality Versus Physical Reality on Movement Characteristics of Persons With Parkinson's Disease:

Effects of Moving Targets. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**; 92: 1238–1245. 2011.

WILSON, M. R.,VINE, S. J. AND WOOD, G. The influence of anxiety on visual attentional control in basketball free throw shooting. **J. Sport Exerc. Psychol**. 31, 152–168. 2009.

WILSON, C. J. & SORANZO, A. The use of virtual reality in psychology: a case study in visual perception. **Computacional and Mathematical Methods in Medicine.** Vo. 2015, 1-7, 2015.