

**IMAGINATOR: UM SISTEMA DE REALIDADE
VIRTUAL PARA O AUXÍLIO NO TRANSTORNOS
DE PROCESSAMENTO SENSORIAL**

HENRIQUE SOUZA ROSSI

**IMAGINATOR: UM SISTEMA DE REALIDADE
VIRTUAL PARA O AUXÍLIO NO TRANSTORNOS
DE PROCESSAMENTO SENSORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação.

ORIENTADOR: RENATO ANTÔNIO CELSO FERREIRA

COORIENTADOR: RAQUEL OLIVEIRA PRATES

Belo Horizonte

Setembro de 2017

© 2017, Henrique Souza Rossi.
Todos os direitos reservados

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IEx - UFMG

Rossi, Henrique Souza

R832i Imaginator: um sistema de realidade virtual para o auxílio no transtornos de processamento sensorial / Henrique Souza Rossi— Belo Horizonte, 2017. xixi, 102 p.: il.; 29 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Ciência da Computação.

Orientador Renato Antônio Celso Ferreira

1. Computação – Teses. 2. Jogos digitais. 4. Jogos eletrônicos. 4. Realidade virtual. 5. Transtorno de processamento sensorial. I. Orientador. II. Título.

CDU 519.6*83 (043)



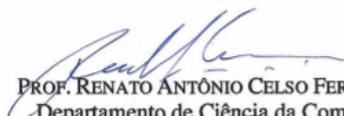
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

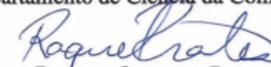
FOLHA DE APROVAÇÃO

Imaginator: um sistema de realidade virtual para o auxílio no tratamento de transtornos de processamento sensorial

HENRIQUE SOUZA ROSSI

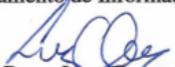
Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Senhores:


PROF. RENATO ANTÔNIO CELSO FERREIRA - Orientador
Departamento de Ciência da Computação - UFMG


PROFA. RAQUEL OLIVEIRA PRATES - Coorientadora
Departamento de Ciência da Computação - UFMG


PROF. ADRIANO CÉSAR MACHADO PEREIRA
Departamento de Ciência da Computação - UFMG


PROF. ALBERTO BARBOSA RAPOSO
Departamento de Informática - PUC-RJ


PROF. LUIZ CHAIMOWICZ
Departamento de Ciência da Computação - UFMG

Belo Horizonte, 21 de setembro de 2017.

Dedico essa dissertação a todos que apoiaram, ajudaram e acreditaram em meu potencial para a completude da pesquisa. Ao meu pai, mãe e irmã, que deram apoio emocional necessário nos momentos de aflição medo e desespero, pois estiveram ao meu lado do início ao fim. Sem eles não teria sido possível chegar ao final desse desafio. A minha avó Alda e tia Edina pelo apoio emocional e financeiro. Com ele pude aprender mais e adquirir ferramentas primordiais para o sucesso dessa empreitada. Estendo os agradecimentos também a todos os meus familiares que estiveram presentes em minha vida, e sempre aporiam minhas decisões.

Agradecimentos

Agradeço todos os terapeutas que participaram da pesquisa cujo apoio foi fundamental para que eu pudesse concluí-la de forma satisfatória. Agradeço a Sibeles Santos pelo apoio na pesquisa e concepção do sistema. Agradeço a todos os pacientes que utilizaram o nosso sistema durante as sessões terapêuticas. Agradeço a agência de pesquisa CAPES pelo financiamento total desta pesquisa, e a meus colegas de curso que de muitas formas contribuíram para que ela tivesse pleno êxito. Agradeço aos orientadores pela ajuda na escolha dos melhores caminhos que me levassem à vitória. Por último e mais importante, agradeço a Deus por todas as bênçãos (saúde, força e persistência) que me nutriram e permitiram que eu acordasse todos os dias pronto para lutar.

“If you are going through hell, keep going.”
(Winston Churchill)

Resumo

O Transtorno de Processamento Sensorial (TPS) impede que os indivíduos processem e integrem de maneira organizada os diversos estímulos provenientes dos nossos sentidos. O acometimento desse transtorno causa consequências graves na maneira como os indivíduos percebem e se interagem no ambiente a seu redor bem como em relação a seus pares.

O tratamento dessa desordem é realizado mediante o uso de equipamentos especializados em estimular os sentidos, de maneira individual ou em conjunto, para que o cérebro aprenda a organizá-los e integrá-los. Uma revisão da literatura, indicou que a realidade virtual (RV) vem sendo utilizada amplamente no âmbito terapêutico para tratamento de diversos distúrbios e doenças por meio dos vários equipamentos existentes no mercado — vídeo games, óculos de realidade virtual, captadores de movimento, dentre outros. Até onde sabemos, não existem trabalhos publicados que utilizem a realidade virtual no tratamento da TPS, embora existam trabalhos que utilizem a RV para distúrbios que possuem sintomas da TPS, como o autismo e dispraxia, distúrbios de ansiedade, reabilitação motora, ou para auxílio no tratamento de doenças específicas de um único sentido, como a doença de Ménière no vestibular.

No contexto da TPS, o presente trabalho apresenta uma solução de realidade virtual — um simulador de montanha russa, que utiliza os movimentos da cabeça captados através do Oculus Rift — a ser aplicada no tratamento TPS. Nosso objetivo é verificar se o uso de jogos digitais baseados em realidade virtual possui relevância neste tratamento por meio da estimulação e integração dos diversos sistemas sensoriais. Para validar o potencial de uso no tratamento, convidamos 5 terapeutas ocupacionais que utilizaram o sistema durante 15 dias em seus tratamentos. Os resultados da pesquisa indicam que uso do nosso sistema foi útil no tratamento da TPS, pois, além dos terapeutas terem relatado indícios de estímulo aos 5 sentidos (visual, vestibular, auditivo, tato e proprioceptivo), eles também relataram indícios de relaxamento, maior concentração e mudanças de comportamento em pacientes que o utilizaram. Vale ressaltar que o sistema causou algumas reações adversas durante a utilização e não houve qualquer

acidente relacionado ao uso.

Palavras-chave: Jogos Digitais, Realidade Virtual, Head Mounted Display, Trans-torno de Processamento Sensorial, TPS, HMD.

Abstract

The problem of Sensory Processing Disorder (SPD), which prevents an individual from processing in an organized and integrated way, the various stimuli coming from our senses, causes serious consequences in the way this individual interacts with it, as well as other people within this environment. The treatment of this disorder is done through the use of specialized equipment to stimulate the senses, individually or together, so that the brain learns to organize and integrate them. An overview of the literature, indicated that virtual reality (VR) is being widely used in the therapeutic field for the treatment of various disorders and diseases through the various equipments on the market - video games, virtual reality glasses, motion sensors, among others. To the best of our knowledge, VR has not yet been applied to the treatment of SPD. Nonetheless, there are works that use VR in the treatment of disorders that have SPD symptoms, such as autism, developmental coordination disorder, anxiety disorders, motor rehabilitation and related to a single sense, such as a Ménière's disease in the vestibular

In the context of SPD, this work presents a virtual reality solution – a roller coaster simulator, which uses head movements captured through Oculus Rift – to be applied in the SPD treatment. Our objective is to verify if the use of digital games based on virtual reality can be useful in this treatment through its use in the stimulation and integration of the different sensory systems. To validate the system potential in the treatment, we invited 5 occupational therapists who used the simulator for 15 days in their treatments. The results of the research indicate that the use of our system was useful in the treatment of SPD because, in addition to the therapist's report signs of stimulating in five senses (visual, vestibular, proprioceptive, auditory and tactile), they also reported signs of relaxation, increased concentration and changes in behavior in patients who used it. It is noteworthy that the system caused some adverse reactions during use and there was no accident reported.

Palavras-chave: Games, Virtual Reality, Head Mounted Display, Sensory Processing Dysfunction, SPD SID HMD.

Lista de Figuras

2.1	Sala com equipamentos típicos em terapias sensoriais. Fonte: [Araújo, 2014]	19
3.1	Diversos hardwares de realidade virtual.	36
3.2	Sistema RV de visualização CAVE. Fonte: [IGI, 2016].	37
3.3	Oculus Rift Versão 2 e câmera auxiliar de captura da posição. Fonte: [Oculus VR, 2016].	37
4.1	Configuração que necessita de dois computadores, um para o paciente e outro para o terapeuta.	43
4.2	Configuração que necessita de um computador e duas telas.	44
4.3	Demonstra a interface inicial do terapeuta.	47
4.4	Imagens da interface terapeuta, demonstrando as diferentes opções de câmera	49
4.5	Imagens da interface terapeuta, demonstrando as diferentes opções de câmera	50
4.6	Interface da aplicação paciente, demonstrando o quadrado azul (ampliado na imagem em vermelho) utilizado como referência para acertar objetos nas atividades.	52
4.7	Imagem da interface do paciente e do terapeuta, capturadas no mesmo instante, enquanto a atividade jogar bola está ativa.	53
4.8	Imagens da interface do terapeuta, demonstrando as diversas configurações das atividades.	54
4.9	Imagem da interface do paciente e do terapeuta, capturadas no mesmo instante, enquanto a atividade “Jogar Bola” está ativa.	56
4.10	Imagem da interface do paciente e do terapeuta, capturadas no mesmo instante, enquanto a atividade “Jogar Bola” está ativa.	58
4.11	Imagem da interface do paciente e do terapeuta, capturadas em instantes diferentes, enquanto observam o cenário Medieval.	59
4.12	Imagem da interface do paciente e do terapeuta, capturadas em instantes diferentes, enquanto observam o cenário TheBox.	60

Lista de Siglas

Abreviações

AVC Acidente Vascular Cerebral

CAVE Cave Automatic Virtual Environment

DESAF Distúrbios do Espectro da Síndrome Alcoólica Fetal

TPS Transtornos de Processamento Sensorial

EEG Eletroencefalografia

EP Exposição Prolongada

HMD Head Mount Display

MEDS Método de Explicitação de Discurso Subjacente

RV Realidade Virtual

TDAH Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade

TEPT Transtorno do Estresse Pós-Traumático

TO Terapia Ocupacional

UE4 Unreal Engine 4

VRTE Virtual Reality Exposure Therapy

Sumário

Agradecimentos	ix
Resumo	xiii
Abstract	xv
Lista de Figuras	xvii
Lista de Siglas	xix
1 Introdução	1
1.1 Objetivos do Trabalho	3
1.2 Contribuições	4
1.3 Organização	5
2 Referencial Teórico	7
2.1 Processamento Sensorial	7
2.1.1 Os Sentidos	9
2.2 Transtornos de Processamento Sensorial	12
2.2.1 Impacto da TPS para o Indivíduo	13
2.3 Tratamento	19
2.4 Sumário	22
3 Realidade Virtual	25
3.1 Conceito e Principais Dispositivos	25
3.2 Oculos Rift	28
3.3 Realidade Virtual no Contexto Terapêutico	29
3.4 Sumário	34
4 Desenvolvimento do Imaginator	39

4.1	Aspectos Gerais	39
4.2	Ferramentas e Estrutura do Sistema	41
4.2.1	Unreal Engine 4	44
4.3	Imaginator	45
4.3.1	Interface do Terapeuta	46
4.3.2	Interface do Paciente	48
4.3.3	Atividades	51
4.3.4	Os Cenários e Pistas	57
4.4	Sumário	61
5	Avaliação	63
5.1	Metodologia	63
5.1.1	Aplicação do MEDS	66
5.2	Resultados	69
5.3	Discussão	78
5.4	Sumário	82
6	Conclusão e Trabalhos Futuros	83
6.1	Conclusão	83
6.2	Trabalhos Futuros	85
	Referências Bibliográficas	87
	Anexo A Roteiro - Primeira Etapa das Entrevistas	93
	Anexo B Roteiro - Segunda Etapa das Entrevistas	95
	Anexo C Termo de Consentimento de Participação	97
	D Roteiro de Utilização do Sistema	99

Capítulo 1

Introdução

O Processamento, também chamado de Integração Sensorial é uma atividade neurológica e organizada que se dá em nosso cérebro. É o processo que organiza as sensações captadas pelos nossos sensores. A execução de atividades do cotidiano (caminhar, pegar um objeto, descer uma escada) ou complexas (pilotar um avião, resolver um problema matemático complexo, ou atingir a performance de um atleta olímpico) requer que o cérebro processe e integre diversas sensações. Quando comemos uma fruta, recebemos sensações do seu cheiro, sua textura, seu formato e seu sabor. Mesmo diante de tantas sensações, o cérebro nos diz que todas são referentes a uma única fruta [Ayres and Robbins, 2005].

O Transtornos (ou desordem) de Processamento Sensorial (TPS) existe quando a integração não é corretamente executada, gerando problemas significativos. “O cérebro não processa ou organiza o fluxo de impulsos sensoriais de maneira a propiciar ao indivíduo boa informação, precisa, sobre si mesmo ou sobre seu mundo”, [Ayres and Robbins, 2005, p. 51]. Ela pode afetar um ou mais sentidos ao mesmo tempo. De acordo com Kranowitz [2005], fatores genéticos, problemas no pré-natal (como uso de medicamentos e toxinas) e nascimento prematuro, contribuem para a ocorrência. Os sintomas da TPS são classificados em 3 categorias: 1) Problemas de Modulação Sensorial – a má modularização pode causar uma super (ou sub) reação aos estímulos e, também, descontrole sobre a necessidade dos estímulos; 2) Problemas de Discriminação Sensorial – relacionados à dificuldade em distinguir uma sensação de outra ou de interpretá-la; 3) Desordem Motora Sensorial – relacionados à desordem postural (problemas com movimentos padronizados, equilíbrio e na utilização simultânea dos dois lados do corpo, coordenação bilateral) e dispraxia (dificuldade em executar ações coordenadas e voluntárias). Portanto suas consequências são graves pois afetam a maneira como um indivíduo percebe o ambiente ao seu redor e a forma em que interage

com ele e seus integrantes.

O tratamento da TPS tem, como princípio fundamental, a interação do indivíduo com o ambiente, para que ele esteja em contato com as diversas sensações. Ele é realizado em um ambiente terapêutico que fornece estímulos para todos os sentidos. Dessa maneira, “a ideia central dessa terapia é prover e controlar *input* sensorial, [...] que a criança forma espontaneamente às respostas adaptativas que integram essas sensações”. [Ayres and Robbins, 2005, p. 140]

A Realidade Virtual (RV) é definida como “um ambiente gerado por um computador que pode ser experienciado e com o qual se pode interagir como se fosse real”, [Jerald, 2015, p. 9]. Essa experiência é dada mediante estímulos que recebemos, visuais e auditivos, por exemplo, do equipamento de realidade virtual. Já a interação é dada pela capacidade do equipamento de captar movimentos, gestos e comandos, produzindo respostas adequadas. Um sistema de realidade virtual é composto por seu hardware e diversos tipos de sensores capazes de medir movimentos, força, posicionamento dentre outras características. Um exemplo de hardware virtual é o *Head-mounted Display* (HMD) composto por um visor que permanece acoplado na cabeça do usuário, na altura dos olhos, e possui sensores capazes de medir sua posição e orientação.

Realidade Virtual tem sido utilizada em diversas áreas, além do entretenimento. Profissionais de diversas especialidades médicas, validaram o uso de diversos equipamentos que proporcionam a RV para a reabilitação de pacientes em vários trabalhos publicados:

- Em relação a distúrbios de ansiedade, Powers and Emmelkamp [2008]; Patterson and Nanni [2015] utilizam a RV no tratamento de pacientes diagnosticados com Transtorno do Estresse Pós-Traumático (TEPT). Estes autores concluíram que o uso da realidade virtual é relevante para o sucesso no tratamento de Exposição Prolongado (EP). Além disso no tratamento de fobias, Meyerbröker and Emmelkamp [2010]; Krijn et al. [2004] utilizam a RV como alternativa ao método tradicional de exposição terapêutica, que consiste em expor o paciente à experiência responsável por trazer o medo. Os autores concluíram que o uso da RV para o tratamento em relação ao medo de voar e de altura demonstrou eficácia. Para as fobias remanescentes (dirigir, de aranhas, de falar em público, locais fechados e multidões), embora não comprovada a eficácia, os resultados são promissores.
- Em relação a reabilitação motora, Saposnik et al. [2010]; Turolla et al. [2013]; Yin et al. [2014]; Henderson et al. [2014] utilizam a RV na recuperação das habilidades motoras dos membros superiores (referente aos músculos entre o ombro e a mão) de pacientes que sofreram um Acidente Vascular Cerebral (AVC) . Os

resultados dessas pesquisas sugerem que o tratamento com o uso da RV é mais eficaz, seguro e proporciona mais motivação aos pacientes. Além disso, Chen et al. [2007]; Golomb et al. [2010]; Winkels et al. [2013] utilizam a RV como uma alternativa ao tratamento tradicional da Paralisia Cerebral, na recuperação das habilidades motoras dos membros superiores . Os resultados desses trabalhos indicam melhorias das habilidades motoras e proporcionam maior motivação aos pacientes.

- Em relação a distúrbios do vestibular, McConville and Milosevic [2014] utilizam a RV no tratamento de equilíbrio postural. Os autores concluem que o uso da RV estimula o vestibular, por meio dos movimentos da cabeça e, portanto, auxilia no tratamento do equilíbrio postural. Além disso, Bergeron et al. [2015] cita sete artigos (entre 2002 e 2013), referentes ao uso de RV para tratamento de distúrbios vestibulares periféricos (por ex., doença de Ménière e Vertigem Posicional Paroxística Benigna). A análise dos resultados desses trabalhos sugere a existência de benefícios no uso da RV no tratamento dessas distúrbios.
- Em relação a distúrbios que possuem sintomas também presentes na TPS, Silva et al. [2015]; Herrera et al. [2008]; Kandalaf et al. [2013] utilizam a RV como tratamento terapêutico no autismo . Os resultados dessas pesquisas indicam melhora gradual nas interações entre os participantes, trabalho colaborativo, melhora em testes medidores de Reconhecimento Verbal, Não-Verbal e melhorias quanto ao uso simbólico de objetos. Além disso, Rohani et al. [2014]; Mandryk et al. [2013]; Santos et al. [2011], utilizam RV no tratamento do Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH). Os resultados das pesquisas demonstram o potencial da técnica para o tratamento de problemas como Distúrbios do Espectro da Síndrome Alcoólica Fetal (DESAF), (que causam TDAH) e também demonstraram bons resultados no diagnóstico desse distúrbio.

Embora as aplicações da RV nas terapias sejam amplas, até onde sabemos, não existem aplicações da RV no tratamento da TPS embora existam trabalhos que utilizem a RV para distúrbios que possuem sintomas da TPS. Neste contexto propomos uma solução de RV, a ser utilizada no tratamento da TPS.

1.1 Objetivos do Trabalho

O objetivo deste trabalho, portanto, é fazer uma avaliação inicial se o uso de jogos digitais baseados em realidade virtual é útil no tratamento do distúrbio de processamento

sensorial, por meio de seu uso na estimulação e integração dos diversos sistemas sensoriais (vestibular ¹, proprioceptivo ², visual e auditivo). Para proporcionar um maior nível de imersão na RV, utilizamos o Oculus Rift™ DK2 conectado a um simulador de montanha russa, altamente configurável, desenvolvido dentro do motor gráfico Unreal Engine 4™.

O sistema desenvolvido é um simulador denominado Imaginator, composto por diversos efeitos sonoros – para estimular o sistema auditivo; gráficos com qualidade e um cenário detalhado e colorido – para estimular o visual; movimentos realísticos baseados na física e atividades que requerem do usuário o movimento constante da cabeça – para estimular o vestibular e o proprioceptivo. O estímulo dado ao vestibular é proveniente majoritariamente da visão. Isso ocorre pois ambos os estímulos dos sentidos interagem [Riccelli et al., 2017]. A motivação para promover esta interação foi baseada em resultados de trabalhos, nos quais utiliza-se a RV para estimulá-lo [Suárez et al., 2006; Bergeron et al., 2015; McConville and Milosevic, 2014]. Os estímulos dos sentidos em questão são integrados, e esse processamento cria a base para executarmos atividades mais complexas, como o desenvolvimento da fala, a percepção espacial do ambiente e nossa orientação em relação a ele, a coordenação motora ou para focarmos a visão em um objeto em movimento. Além disso, o simulador é altamente customizável, uma necessidade para se adequar as diversidades dos pacientes.

Para avaliar o potencial do sistema no tratamento, convidamos 5 terapeutas ocupacionais, que atuam no tratamento da TPS com experiência mínima de 4 anos, para utilizar o simulador desenvolvido em um período de 15 dias. Após o uso, conduzimos entrevistas semiestruturadas com o objetivo de saber qual foi sua percepção do uso do sistema. Para a condução das entrevistas usamos o Método de Explicitação de Discurso Subjacente (MEDS). Segundo Nicolaci-da Costa et al. [2004], o MEDS é um método exploratório, desenvolvido para a pesquisa em Interação Humano Computador. Dessa maneira, assim como os demais métodos de análise qualitativa, ele possui: abertura, investigação aprofundada em contexto, amostras pequenas e a flexibilidade de procedimentos e técnicas [Nicolaci-da Costa et al., 2004].

1.2 Contribuições

Os resultados indicam que as terapeutas julgaram que o sistema teve um impacto positivo no tratamento da TPS, pois, além dos comprovados indícios de estímulo aos cinco sentidos (visual auditivo, proprioceptivo, vestibular e tato), os terapeutas também re-

¹sentido que auxilia no equilíbrio

²sentido que informa sobre a nossa postura

lataram indícios de relaxamento, maior concentração e mudanças de comportamento em pacientes que o utilizaram.

Foi observada também expressiva motivação dos pacientes nos momentos em que o sistema esteve à disposição para ser utilizado, fator de bastante importância no tratamento. Todos os terapeutas manifestaram o desejo de continuar utilizando o sistema como ferramenta de auxílio no tratamento da TPS. Além disso, as terapeutas não reportaram acidente com a utilização do equipamento durante as sessões de tratamento.

Vale ressaltar que o sistema causou algumas reações adversas durante a utilização que não ficaram bem esclarecidas. Podem ter sido ocasionadas pela estimulação dos sentidos ou por causa de *cybersickness*.

Até onde sabemos, este sistema, com foco no tratamento da TPS através da RV, é inédito. Portanto todas as características necessárias – como alta customização, a capacidade de fornecer vários estímulos de forma controlada, duas interfaces distintas com foco em seus usuários, maior variedade nas atividades, para manter o interesse dos pacientes – serão fundamentais em futuras pesquisas que busquem explorar este campo. Além disso, embora tenhamos usado um sistema específico, foi possível mostrar o potencial que este tipo de tecnologia RV, que explore imersão de maneira intensa através de HMDs, em tratamentos terapêuticos.

1.3 Organização

Esta dissertação está organizada da seguinte forma: Capítulo 1 apresentamos o objetivo do trabalho como um todo e suas contribuições. Capítulo 2 discorre sobre a Desordem de Integração Sensorial, os sentidos que ela afeta e seu tratamento. Capítulo 3 demonstra o que é realidade virtual, os principais termos da área e os diversos dispositivos existentes; explica sobre *Oculus Rift*TM e trata das diversas formas em que a realidade virtual é utilizada nas terapias. Capítulo 4 introduz o funcionamento do sistema Imaginator, seus recursos e detalhes do seu desenvolvimento. Capítulo 5 expõe os dados da pesquisa realizada, a discussão sobre os dados. Capítulo 6 conclui este documento e discute trabalhos futuros.

Capítulo 2

Referencial Teórico

Neste capítulo, será explicado o que é Integração Sensorial e o Transtornos de Processamento Sensorial, quais sentidos e como ela os afeta e o funcionamento de cada um desses sentidos. Além disso, será apresentado o tratamento típico para essa desordem.

2.1 Processamento Sensorial

O Processamento Sensorial, também chamado de Integração, é uma atividade neurológica e organizada que se dá em nosso cérebro. É o processo que organiza as sensações captadas pelos nossos sensores. A execução das atividades do cotidiano (caminhar, pegar um objeto, descer uma escada) ou complexas (pilotar um avião, resolver um problema matemático complexo, ou atingir a performance de um atleta olímpico) requer que o cérebro processe e integre diversas sensações. Quando comemos uma fruta, recebemos sensações do seu cheiro, sua textura, seu formato e seu sabor. Mesmo diante de tantas sensações, o cérebro nos diz que todas são referentes a uma única fruta. “O cérebro localiza, seleciona e ordena a sensações – de forma um pouco similar a um inspetor do trânsito guiando carros em movimento. [...] Quando o fluxo de sensações está desorganizado, a vida pode ser comparada a um engarrafamento de trânsito no horário de pico” [Ayres and Robbins, 2005, p. 5]. Fisher et al. [1991] complementa a definição de Processamento Sensorial,

“A habilidade que os indivíduos ditos normais têm de absorver a informação sensorial derivada do ambiente e do movimento de seus corpos e integrar esses *inputs* sensoriais no sistema nervoso central, e usar essa in-

formação para planejar e organizar o comportamento”, [Fisher et al., 1991, p. 4].

Segundo Ayres and Robbins [2005], 80% do sistema nervoso está envolvido em processamento ou integração das sensações; o cérebro, portanto, é uma máquina de processamento sensorial. Ela explica que assim como o alimento nutre o nosso corpo, as sensações nutrem o nosso cérebro, desde que este consiga digerí-las (por meio de uma integração organizada). Para Kranowitz [2005], o processamento sensorial envolve recepção, detecção, integração, modulação, discriminação, respostas posturais e práxis. Esses autores assim definem as etapas desse processamento:

- Recepção e detecção são processos de recebimento das várias sensações, constantemente, pelo sistema nervoso periférico, informações essas que são encaminhadas e posteriormente detectadas pelo sistema nervoso central.
- A integração é o processo de “juntar” os diversos estímulos oriundos dos sentidos. Quanto mais estímulos de sentidos diferentes estiverem envolvidos, mais precisa e multidimensional será a informação processada.
- Modulação é a capacidade do nosso cérebro de balancear estímulos de diferentes sentidos para que possamos dar foco ao que é mais importante. Quando estamos em uma situação inusitada e precisamos estar em alerta (por ex., uma situação de perigo, atenção), a modulação é responsável por filtrar os estímulos dos sentidos mais relevantes (por ex., estímulos auditivos, caso esses sejam necessários) dos de pouca relevância (como a brisa sobre a nossa pele).
- A discriminação é a habilidade de identificar diferenças (“Este som que escutei foi ‘casa’ ou ‘caça’”), semelhanças (“O meu braço direito está esticado tão para cima como o meu braço esquerdo?”), e qualidades (“Com que velocidade estou me movimentando?”), de diferentes estímulos em um mesmo sentido [Kranowitz, 2005, p. 59].
- Respostas posturais: após o processamento das informações sensoriais pelo cérebro, ele, em resposta, envia estímulos a diversas partes do corpo. A resposta postural é o conjunto de estímulos necessários para manter o corpo equilibrado diante da gravidade, executar diferentes movimentos e permanecer em diferentes posições.

- Práxis é a habilidade de executarmos ações que dependem de diversos passos para ser completadas (amarrar o cadarço, digitar sem olhar as teclas). Para dominá-las é necessária a repetição e o planejamento motor.

Portanto esta integração é importante para que possamos perceber o ambiente ao redor do nosso corpo. O nosso corpo capta informações do ambiente através dos nossos sentidos, e que, serão apresentados, na próxima a seguir.

2.1.1 Os Sentidos

O ser humano percebe o ambiente em que está inserido por meio dos diversos sensores que possui – nossos sentidos. Segundo Ayres and Robbins [2005], todos os músculos, juntas, órgãos vitais, pedaço de pele e órgãos do sentido na cabeça enviam estímulos sensoriais captados pelos nossos sensores, ao cérebro. Kranowitz [2005], classifica esses sensores em dois grupos: os sentidos externos é o grupo de sentidos que recebem estímulos vindos de fora do corpo e são constituídos pelos sentidos tátil, olfativo, gustativo, visual e auditivo. Já os sentidos internos, são os sentidos que recebem estímulos de dentro do corpo; eles operam sem consciência e não podemos observá-los. Esse grupo é constituído pelo sentido interoceptivo, vestibular e proprioceptivo. A seguir será apresentado as funcionalidade dos sentidos e suas integrações.

Visual

O sentido visual capta as diversas ondas de luz iniciadas nas fontes luminosas (sol, lâmpadas etc.), por meio da retina, que é sensível a elas. Quando a retina é excitada, envia estímulos visuais para a central de processamento visual situada no tronco cerebral. Essa central processa estímulos visuais e de outros tipos, por exemplo, os provenientes dos músculos, articulações e do vestibular. Essa integração cria informações iniciais sobre o ambiente e o posicionamento de objetos. Posteriormente, esses estímulos serão enviados a outras partes do cérebro (como o córtex), para que haja, conforme Ayres and Robbins [2005], mais refinamentos e processamentos das informações. Segundo Kranowitz [2005], a integração de outros estímulos ao processamento visual nos permite desempenhar atividades como: 1) Atividades discriminativas – que incluem determinar se os objetos estão em movimento, a direção, o tamanho, a forma, a composição, dentre outras características. 2) Atividades visual-motoras – que incluem movimentação eficiente de um ponto a outro, fixarmos nossa visão em um único objeto (mesmo em movimento), manipulação de objetos, dentre outras.

Auditivo

O sentido auditivo, assim como o visual, capta ondas sonoras providas do ambiente, mediante receptores sonoros do ouvido interno dentro do labirinto. Conforme Abraham et al. [2015], a cóclea faz a tradução e interpretação de todos os sons que ouvimos, e o vestibulo ajuda o som a se mover pelo cérebro a fim de gerar uma resposta para o som. Segundo esses autores, estímulos auditivos são integrados a estímulos do vestibular; esse processamento ajuda na execução de movimentos e no equilíbrio. Os estímulos auditivos são enviados para a central de processamento auditivo, situada no tronco cerebral. Por estar próxima à central de processamento visual, Ayres and Robbins [2005], explicam que, estas centrais trocam informações. Há, portanto, uma integração de diversos estímulos provenientes, não somente visuais, mas também vestibulares, dos músculos, da pele, dentre outros. Assim como os estímulos visuais, posteriormente os estímulos auditivos são enviados a outras partes do cérebro para mais refinamentos e integração. Kranowitz [2005] cita (em detrimento da integração do auditivo com outros estímulos) tarefas que comumente executamos: 1) Atividades discriminativas – que incluem identificar de onde vem o som, o que é som, comparar sons similares, dentre outras. 2) Atividades de coordenação motora auditiva – que incluem dançar conforme o ritmo da música, alterar o nosso estado para tenso, relaxado, em alerta, dentre outras.

Gustativo e Olfativo

O sentido olfativo, é responsável por captar os diversos odores presentes no ambiente e transmitir essa informação ao conjunto de nervos que chegam ao cérebro. Além disso, o sistema olfativo está ligado ao sistema límbico “responsável pelas emoções e pela memória”, [Abraham et al., 2015, p. 28]. Por meio do processamento sensorial dos estímulos olfativos, temos a capacidade de distinguir diferentes odores e também entre cheiros bons e ruins. O sistema olfativo está associado ao sentido gustativo e juntos nos informam, mediante o processamento e integração sensorial, os diversos sabores presentes nos alimentos. O sistema gustativo recebe sensações sobre a textura dos alimentos, seu gosto e temperatura. O processamento sensorial oral também contribui para o modo como movimentamos nossos lábios, controlamos nossa produção de saliva e produzimos os sons para uma fala clara. Dessa forma, as informações do proprioceptivo são integradas ao processamento oral, de forma a nos auxiliar na maneira como mastigamos, dependendo da resistência do alimento [Abraham et al., 2015].

Tátil

O sentido tátil recebe estímulos de sensações como quente, frio, dor, pressão, toque e textura – tudo por meio dos diferentes receptores da pele (terminações nervosas

livres, folículos capilares, dentre outros), espalhados por todo o corpo [Fisher et al., 1991]. Os estímulos, que são enviados para a central de processamento tátil no tronco cerebral, são encaminhados, posteriormente, a todas as partes do cérebro. Porém nem todos os impulsos chegam a essas partes. A central de processamento tátil é capaz de determinar se um estímulo representa ou não perigo. Segundo Kranowitz [2005] essa capacidade está relacionada à característica de defensibilidade e protetividade do sistema tátil. Podemos responder de maneira positiva (um toque carinhoso na pele) ou defensiva (uma fincada). Para obtermos informações precisas e determinar o que tocamos, Ayres and Robbins [2005], esses impulsos precisam ser refinados e integrados junto a diferentes estímulos, em outras partes do cérebro.

Interoceptivo

O sentido interoceptivo recebe estímulos vindos dos órgãos internos do corpo. Esses estímulos são enviados ao tronco cerebral para serem processados e integrados. Não possuímos consciência dos estímulos e nem que esse sentido funciona por conta própria. Segundo Kranowitz [2005], esse sentido ajuda a regular funções básicas como digestão, temperatura corporal, batimentos cardíacos, fome, sede, dentre outras. Conforme Ayres and Robbins [2005], os estímulos provindos dos órgãos são integrados a outros estímulos, como os táteis e vestibulares. Para tais autores, isso explica o porquê de quando rotacionamos nosso corpo sem parar, sentimos enjoo, ou quando sentimos muita dor, paramos de respirar.

Vestibular

O sentido vestibular possui dois tipos de receptores (dentro do labirinto) responsáveis por nos informar sobre a atração gravitacional e a posição da cabeça em relação ao mundo e sobre a nossa movimentação e direção. O receptor responsável pela gravidade, possui células capilares que se movimentam de acordo com a direção da atração gravitacional. Os estímulos gerados pelo receptor são enviados para a central de processamento do vestibular, no tronco cerebral, e para o cerebelo. “Qualquer alteração na posição ou movimento da cabeça resultará na estimulação de alguma combinação de células capilares receptoras do vestibular”, [Fisher et al., 1991, p. 78]. Da mesma forma, Ayres and Robbins [2005], explicam que esse receptor estará continuamente enviando estímulos para o sistema nervoso central, por estarmos sempre sob o efeito da gravidade. O segundo receptor, responsável pela nossa movimentação, é um conjunto de três canais semicirculares, orientados em ângulo reto entre si, representando os três planos tridimensionais. Segundo Fisher et al. [1991], esses canais possuem um fluido que se movimenta em direção contrária à do movimento da cabeça. Os estímulos ge-

rados dessa “aceleração da cabeça” também são enviados à central de processamento vestibular. Esses estímulos são integrados, no tronco cerebral, a estímulos provindos do proprioceptivo (para auxiliar em nossa movimentação e postura). Outros impulsos, porém, são enviados a outras partes do cérebro e integrados a estímulos visuais, sonoros e táteis, para nos dar a percepção do ambiente e a nossa posição dentro dele. O vestibular é o sistema unificador onde “todos os outros tipos de sensações são processadas em referência a essa informação básica do vestibular”, [Ayres and Robbins, 2005, p. 37]. Para esses autores, o vestibular gera a estrutura (framework) necessária para o sistema nervoso funcionar corretamente.

Proprioceptivo

O sentido proprioceptivo informa a nossa movimentação e a posição dos músculos do corpo. Se você colocar sua mão sob uma mesa com tampo de madeira, mesmo não a visualizando, você consegue determinar onde ela está naquele momento. Esse sentido nos informa “a posição das partes de nosso corpo no espaço, quanto de força nossos músculos estão empregando”, ou ainda, “a velocidade em que nosso corpo está se movendo”, [Kranowitz, 2005, p. 136]. Segundo Fisher et al. [1991] o proprioceptivo recebe estímulos provindos dos fusos musculares, mecanorreceptores da pele, juntas e ligamentos. Estímulos são gerados à medida que esticamos ou contraímos músculos, juntas e a pele. Esses estímulos são enviados para o tronco cerebral e cerebelo, pela medula espinhal, para seu processamento e integração. Embora saibamos que estamos nos movimentando e o posicionamento dos nossos músculos, raramente temos consciência desses estímulos, pois “a maior parte dos inputs proprioceptivos é processada em regiões do cérebro que não produzem uma percepção consciente”, [Ayres and Robbins, 2005, p. 35]. Pela sua forte relação com os outros sentidos, segundo Kranowitz [2005], é comum subdividirmos o proprioceptivo em duas classificações: 1) Tátil-proprioceptivo (chamado de Somatossensorial) – refere-se à integração de estímulos táteis e da posição do corpo. Essa integração é necessária quando estamos avaliando o peso ou segurando um objeto. 2) Vestibular – o proprioceptivo refere-se à integração de estímulos do vestibular e da posição do corpo. Essa integração é necessária para movimentar, praticar esportes, subir uma escada, entre outras atividades.

2.2 Transtornos de Processamento Sensorial

O Transtornos (ou desordem) do Processamento Sensorial (TPS) existe quando a integração não é corretamente executada, gerando problemas significativos. Assim,

(TPS) pode ser definida como “O cérebro não processa ou organiza o fluxo de impulsos sensoriais de maneira a propiciar ao indivíduo boa informação, precisa, sobre si mesmo ou sobre seu mundo”, [Ayres and Robbins, 2005, p. 51]. Para esses autores, o cérebro pode ser visto como uma grande cidade com diversas ruas, avenidas e os pulsos neurais – o trânsito. Esse distúrbio causa um “engarrafamento” no trânsito dos impulsos, impedindo que cheguem (ou causando atraso) ao seu destino final para ser processados. Fisher et al. [1991] complementam a definição de TPS,

“a disfunção de integração sensorial tem suas raízes em algum tipo de deficiência cerebral não específica [...] a criança encontra o mundo e o experiencia mentalmente por meio de um cérebro que está desorganizado ou limitado em sua habilidade para processar e integrar informação sensorial obtida do ambiente interno e externo.”, [Fisher et al., 1991, p. 38].

Na visão de Kranowitz [2005] a TPS é “a incapacidade de usar a informação recebida pelos sentidos a fim de funcionar de um modo tranquilo no cotidiano”, [Kranowitz, 2005, p. 9]. Essa desordem pode afetar somente um sentido ou múltiplos e pode se apresentar como reações exageradas ou reduzidas aos estímulos sensoriais. Existem diversos fatores relacionados à causa da desordem. As seguintes condições contribuem para a ocorrência: 1) fatores genéticos herdados de pais que possuem algum grau de TPS, 2) problemas no pré-natal como o uso medicamentos, toxinas, abuso de álcool e cigarro que são absorvidos pelo feto e 3) nascimento prematuro ou com peso abaixo do esperado. Ayres and Robbins [2005, p. 51] citam toxinas do ambiente como contaminantes do ar, vírus destrutivos e outros produtos químicos que ingerimos, também, podem contribuir para a disfunção.

Além disso, conforme esses autores, a falta de oxigênio no nascimento (que pode causar dano a regiões de processamento de estímulos) e a privação de estímulos na infância (quanto menos estímulos são captados, pior o seu processamento), também contribuem para a ocorrência do distúrbio.

2.2.1 Impacto da TPS para o Indivíduo

Conforme Kranowitz [2005], a TPS acontece no sistema nervoso central, a "caixa" do nosso cérebro, responsável por todo o processamento sensorial. Dessa forma, uma desordem nesse processamento impede seu trabalho mais importante – organizar as mensagens sensoriais. Conseqüentemente, “Quando o cérebro não está processando bem os impulsos sensoriais, usualmente também não está dirigindo o comportamento

de modo efetivo [...] a aprendizagem fica difícil [...] e pode não satisfazer solicitações comuns e suportar estresse”, [Ayres and Robbins, 2005, p. 51]. Além disso, a criança poderá desenvolver uma consciência de improdutiva, falta de controle e expectativa de fracasso. Em detrimento dessa falha, segundo Ayres and Robbins [2005], diversas dificuldades são observadas : 1) Dificuldade no desenvolvimento da fala, pois essa atividade requer o processamento de diversos sensores e sua integração; 2) Dificuldade em se concentrar, pois o indivíduo não consegue se desconectar de toda a movimentação (estímulos visuais) e barulhos (estímulos auditivos) presentes em uma sala de aula; 3) Dificuldades de aprendizagem em relação à escrita, leitura e aritmética, pois essas atividades demandam uma complexa integração dos sensores.

Para demonstrar uma situação típica, Kranowitz [2005] cita o exemplo da interação entre uma criança com TPS e um gato: a criança puxa o rabo do gato e esse reage com um miado hostil, um movimento brusco e a arranha. Em uma criança comum, essa experiência evitaria a repetição da ação de puxar o rabo. Porém, em uma criança com TPS, há dificuldade de ler e perceber as informações verbais ou não verbais do ambiente. Ela pode não decodificar a informação auditiva do miado hostil, a informação visual do movimento brusco ou a informação tátil do arranhado; ou seja, ela não compreende as informações recebidas e pode não aprender o cuidado apropriado. Por outro lado, a criança até entende os estímulos, porém não consegue organizá-los e responder de maneira eficiente. Em ambas as hipóteses, três consequências podem acontecer: 1) a criança talvez nunca aprenda e receberá repetidos arranhões, até que alguém remova o gato do ambiente, ou o gato aprenda a ignorá-la; 2) a criança passa a ter medo de gatos, e isso pode se estender a outros animais; 3) a criança eventualmente aprende a “tratar melhor” o gato, porém, depois de muito esforço e muitos arranhões.

Os sintomas da TPS podem ser classificados da seguinte forma:

- Problemas de Modulação Sensorial – Relacionados à dificuldade na capacidade para regular, selecionar qual estímulo é relevante para a tarefa do momento , tanto a intensidade como o tipo de resposta. A má modularização pode causar uma super (ou sub) reação aos estímulos e, também, descontrole sobre a necessidade dos estímulos, "alguns intensamente desejados, outros flutuantes", [Kranowitz, 2005, p. 13].
- Problemas de Discriminação Sensorial – Relacionados à dificuldade em distinguir uma sensação de outra ou de interpretá-las. A má discriminação pode causar problemas em respostas defensivas (a fenômenos externos) ou no aprendizado de novas tarefas.

- Desordem Motora Sensorial – Relacionados à desordem postural (problemas com movimentos padronizados, equilíbrio e na utilização simultânea dos dois lados do corpo, coordenação bilateral) e dispraxia (dificuldade em executar ações coordenadas e voluntárias).

A TPS pode ocorrer em um ou mais sentidos, causando problemas relacionados às suas funções. As consequências da TPS para cada sentido se resumem como se segue:

Visual

Para que um indivíduo obtenha percepção espacial do ambiente, sua dimensão e sua orientação em relação a ele, é necessário explorá-lo para que “esse conhecimento físico sensorio-motor se integre gradativamente com a informação visual para nos proporcionar espaço visual e percepção de formas”, [Ayres and Robbins, 2005, p. 116]. Uma criança que possua TPS para estímulos visuais terá dificuldade em interagir com esse ambiente. Isso será perceptível no tamanho de seus desenhos em relação ao tamanho de folha (aproveitamento do espaço), na atividade de ser ou não capaz de formar uma fila (percepção espacial) com outras crianças e nas atividades esportivas que desempenha. Esta desordem também pode causar problemas de modulação. Uma hipersensibilidade em um indivíduo, causa distração, pois ele pode se sentir soterrado “[...] pelas muitas cores no quarto, os pôsters ou arte nas paredes, e o movimento de pessoas ao redor” [Abraham et al., 2015, p. 44]. Por outro lado, um indivíduo com hipossensibilidade percebe poucos detalhes ao seu redor, além de sempre “olhar para o mesmo ponto por longos períodos ou se mostrar confuso durante atividades visuais” [Abraham et al., 2015, p. 44]. Além disso a TPS em estímulos visuais pode acarretar problemas de discriminação visual e nas habilidades visual-motoras. Na discriminação visual, causa dificuldade para diferenciar informações visuais. Como exemplo, segundo Kranowitz [2005], há pessoas que não conseguem diferenciar objetos que estão à frente dos que estão no fundo e, ainda, têm dificuldade para compreender o que é visto – “se conectar ao que é visto com os sons é um problema, a pessoa pode não saber para onde olhar quando ouve a voz do professor” [Kranowitz, 2005, p. 166]. Para problemas relacionados ao visual-motor, o indivíduo terá dificuldade em usar a visão para guiar seus movimentos (pegar algo, praticar esportes etc).

Auditivo

Conforme Ayres and Robbins [2005], o processamento de estímulos auditivos também integra estímulos vestibulares, proprioceptivos, táteis e vibratórios. O processa-

mento desses estímulos cria a base para o nível de funcionamento mais complexo, superior, necessário para a linguagem. Dessa forma, uma desordem no processamento em um desses estímulos, incluindo o auditivo, causa dificuldade no aprendizado de habilidades de linguagem, auditivas e vocalização. Além disso, a TPS também pode causar problemas de modulação a estímulos auditivos. Uma hipersensibilidade causa (como no caso da TPS visual) um soterramento e incômodo quanto ao volume, tom e imprevisibilidade de sons comuns do ambiente. Como consequência, o indivíduo evita e se afasta de ambientes barulhentos, muito cheios e parece agitado e sempre pronto a escapar ou, ainda, indivíduos assim parecem muito distraídos porque prestam atenção e focam em todos os sons à sua volta, [Abraham et al., 2015]. Por outro lado, a hipossensibilidade causa problemas para lembrar o que foi dito, “como se as pessoas não ouvissem os sons à sua volta; elas são barulhentas e geram sons para gerar impulsos auditivos extras para si próprias”, [Abraham et al., 2015, p. 11]. Por último, a TPS para estímulos auditivos pode causar problemas de discriminação como “dificuldade para detectar semelhanças e diferenças nas palavras” e também “dificuldades para participar na conversação e responder a perguntas”, [Kranowitz, 2005, p. 183].

Gustativo e Olfativo

No sentido olfativo, a TPS causa problemas de modulação, de acordo com Abraham et al. [2015]. A hipersensibilidade causa sensibilidade exagerada aos cheiros. Consequentemente, pessoas acometidas dessa condição gaguejam ou até mesmo fazem vômito quando se deparam com cheiros que não são ofensivos ou nem mesmo notados pela maioria dos indivíduos, ou ainda permanecem distraídos ao sentirem cheiros comuns (como de produtos de limpeza, alimentos). Uma hipossensibilidade, ao contrário, causa necessidade de estar sempre sentindo cheiros, uma ansiedade por cheiros, e não raro trazem consigo artigos não alimentícios próximo ao nariz para cheirá-los. Já no sentido gustativo, assim como no olfativo, a TPS causa problemas de modulação. Uma hipersensibilidade oral, segundo Abraham et al. [2015], causa desconforto em relação a qualquer gosto. Consequentemente um indivíduo pode não gostar de utilizar utensílios para se alimentar (por causa do seu gosto “metálico”) ou, ainda, faz dieta muito limitada porque se restringe apenas a poucos alimentos conhecidos. Para a hipossensibilidade, as consequências estão na necessidade de estar sempre mordendo e pondo objetos não comestíveis na boca, produzindo sons frequentes com a boca para obter *input* sensorial extra, dentre outros.

Tátil

O problema mais comum relacionado à TPS é a defensividade tátil, que, segundo Ayres and Robbins [2005], é a tendência de reagir negativa e emocionalmente às sensações de toque. Isso ocorre porque o processo de inibição, que impede uma reação desnecessária a um estímulo, não está presente. A criança defensiva nos estímulos táteis não apresenta essa atividade de modo suficientemente inibido, o que a faz se sentir desconfortável. Como consequência, um indivíduo com TPS pode não gostar de ser tocado, nem de andar descalço na grama ou na areia, ou ainda ter dificuldade de brincar com outras crianças pois ele “reage não apenas ao toque verdadeiro, mas também ao medo de que alguém o toque” [Ayres and Robbins, 2005, p. 108]. Segundo Kranowitz [2005], pela falta do estímulo do toque, por esse “incômodo em tocar”, uma criança pode sofrer atrasos na coordenação motora grossa e fina. Ao contrário da hipersensibilidade, um indivíduo com hipossensibilidade, adora tocar ou ser tocado e parece ser destemido, pois “toca tudo o que vê, mesmo objetos que podem ser perigosos” [Abraham et al., 2015, p. 35]. Além disso, um outro problema causado pela TPS é a discriminação de sensações táteis, ou seja “a inabilidade de perceber e organizar de modo perfeito a informação de toque discriminativa que está sendo recebida e usá-la” [Fisher et al., 1991, p. 113]. Como consequência, quando um indivíduo se machuca, pode não perceber onde dói ou mesmo desconhecer quando sente fome ou sente vontade de urinar [Kranowitz, 2005].

Vestibular

Segundo Ayres and Robbins [2005], problemas em modulação é a desordem do vestibular que interfere em diversas atividades do cotidiano, causadas pela TPS. Quando há uma hipossensibilidade a estímulos do vestibular, um indivíduo pode ter dificuldade em movimentar os músculos dos olhos, apresentar respostas posturais e também dificuldade na integração bilateral. Além dos músculos dos olhos, os que compõem o pescoço, as costas, braços e pernas são frequentemente estimulados a partir do processamento de estímulos do vestibular. A disfunção em movimentar os músculos dos olhos causa “[...] dificuldade para usar os olhos e seguir um objeto em movimento e para olhar de um ponto a outro” [Ayres and Robbins, 2005, p. 79]. Já a disfunção nas respostas posturais causam problema para manter a cabeça erguida enquanto se está sentado ou pode fazer com que a pessoa se canse rapidamente durante a brincadeira, ou mesmo a inabilidade para apresentar ou manter uma postura propensa à extensão, ajustamentos posturais deficientes ou movimentos de *background* [Fisher et al., 1991]. Uma disfunção na integração bilateral (integração dos dois lados do corpo), é comumente causada por uma hipossensibilidade do vestibular. Como consequência, “um indivíduo tem dificuldade para coordenar as mãos direita e esquerda, confunde-se facilmente em

relação à direção” [Ayres and Robbins, 2005, p. 79], e também, “apresenta problemas para usar ambos os pés, quando pula de uma pedra, além de mostrar dificuldade para coordenar as mãos ao segurar um papel enquanto o corta” [Kranowitz, 2005, p. 125]. Quando há uma hipersensibilidade a estímulos do vestibular, um indivíduo pode se sentir gravitacionalmente inseguro e intolerante a movimento. Devido a uma “reação emocional excessiva a sensações vestibulares” [Ayres and Robbins, 2005, p. 84], um indivíduo gravitacionalmente inseguro “percebe a gravidade como um perigo eminente, apresentando uma reação emocional ou medo desproporcional à ameaça ou perigo real” [Fisher et al., 1991, p. 101]. Consequentemente, pular pode ser muito ameaçador e “algumas crianças ‘pulam’ sem que seus pés saiam do chão [...] e demonstram medo de subir ou descer um morro ou têm um grande medo de cair, mesmo quando não há perigo real” [Ayres and Robbins, 2005, p. 84]. Finalizando, essa intolerância a movimento constitui uma reação exagerada ao executar ou assistir a movimentos rápidos, que causam um desconforto ou mesmo náuseas.

Proprioceptivo

Segundo Kranowitz [2005], o sentido proprioceptivo trabalha conjuntamente com os estímulos dos sentidos vestibular e tátil. Portanto, as consequências da TPS no proprioceptivo, descritas a seguir, podem também estar presentes nesses sentidos: 1) falta de percepção da posição do corpo e de suas partes; 2) falta de coordenação motora grossa e fina; 3) dificuldades em mensurar qual a força/pressão nos músculos é necessária para executar atividades; 4) instabilidade postural (dificuldade de estabilidade quando se está assentado ou de pé); 5) dificuldade no planejamento motor (conjunto de movimentos necessários para executar uma determinada atividade); 6) falta de segurança emocional, pois a criança que tem uma propriocepção fraca não se sente confiante em relação a seu próprio corpo. De acordo com Abraham et al. [2015], a TPS também causa problemas na modularização de estímulo do proprioceptivo. Uma hipersensibilidade ocasiona problema de controle de sua força, também citada por Kranowitz [2005, p. 145], e crianças podem ser consideradas “violentas” porque empurram outras na fila ou jogam de forma agressiva. Uma hipossensibilidade, ao contrário, pode aparecer em um indivíduo com TPS que luta para manter uma postura ereta e tem uma fraca consciência de seu corpo, parecendo ser fraco e desajeitado. Na visão de Ayres and Robbins [2005], o distúrbio da dispraxia tem, como causa, a TPS no sistema tátil, vestibular e proprioceptivo. Para esses autores, a dispraxia causa problemas no planejamento motor, pois o indivíduo tem dificuldades em aprender movimentos e habilidades automáticas como escovar os dentes ou amarrar o cadarço, e, portanto, há necessidade constante de planejar seus movimentos. Essa dificuldade está relacionada à falta de

percepção sobre o seu corpo. A TPS no proprioceptivo contribui para essa falta de percepção, pois, “sem essa informação, não saberíamos onde as partes de nosso corpo estão ou como estão se movimentando” [Ayres and Robbins, 2005, p. 98].

2.3 Tratamento

O tratamento da TPS, de acordo com Ayres and Robbins [2005], tem, como princípio fundamental, a interação do indivíduo com o ambiente, para que ele esteja em contato com as diversas sensações (mencionadas na seção Os Sentidos, página 9).

“A terapia baseada nos princípios da integração sensorial é conduzida de forma a propiciar ao indivíduo atividades que incorporam oportunidades para uma entrada sensorial mais fortalecida, propiciando “o desafio certo” e é exigindo do indivíduo um comportamento adaptativo.”, [Fisher et al., 1991, p. 61].

O tratamento é realizado em um ambiente terapêutico que fornece estímulos para todos os sentidos, necessariamente em salas especialmente equipadas com brinquedos e instrumentos/equipamentos específicos para estimulá-los (veja Figura 2.1). Dessa maneira, “A ideia central dessa terapia é prover e controlar *input* sensorial, [...] que a criança forma espontaneamente às respostas adaptativas que integram essas sensações”. [Ayres and Robbins, 2005, p. 140]



Figura 2.1: Sala com equipamentos típicos em terapias sensoriais. Fonte: [Araújo, 2014]

Os terapeutas ocupacionais utilizam os equipamentos para propor atividades aos pacientes, que podem parecer, aos olhos de uma pessoa comum, meras brincadeiras.

Ao contrário do que possam parecer, as atividades geradas nesses equipamentos são projetadas para estimular sensações específicas em seus usuários. Por exemplo, equipamento típico descrito por Ayres and Robbins [2005], como *Bolster Swing*, é composto por uma almofada cilíndrica suspensa do chão por duas cordas, uma em cada ponta da almofada, amarradas ao teto. O usuário desse equipamento pode assumir diversas posições (montado como em um cavalo), enquanto se movimenta com o auxílio do terapeuta. O objetivo desse equipamento é estimular, dentre os diversos sentidos, o vestibular. Para que o tratamento funcione é fundamental que o paciente execute espontaneamente cada atividade: “[...] a criança deve participar ativamente no ambiente para melhorar a organização de seu sistema nervoso [...] ela deve assumir cada passo de seu desenvolvimento, ainda que isso tenha sido difícil para ela no passado” [Ayres and Robbins, 2005, p. 142].

Segundo Kranowitz [2005], cada paciente possui características distintas e, portanto, necessita de atividades individualizadas. Cabe ao terapeuta ocupacional definir um programa com atividades específicas para cada indivíduo. As atividades propostas precisam ser desafiadoras, para que os pacientes “se sintam motivados a se engajar na terapia e demonstrem melhorias observáveis em seu comportamento, durante cada sessão de tratamento”, [Fisher et al., 1991, p. 256]. Essas atividades devem apresentar um nível de dificuldade um pouco acima das atuais habilidades de cada paciente. Assim, o grau desafiador, tornará a atividade proposta motivadora. Segundo Fisher et al. [1991], as atividades devem ser necessariamente motivadoras para que um indivíduo seja totalmente envolvido. Porém, mesmo desafiadoras, nem todas as atividades propostas causam motivação e, como consequência, o paciente pode defini-las como “chatas” ou “coisas de crianças”. Conforme esses autores, quando isso acontece, três possíveis causas podem estar relacionadas. 1) a atividade é muito difícil para o paciente; 2) o paciente possui as habilidades necessárias para executá-la, porém “sente” ou “acredita” que a atividade é muito difícil; 3) o paciente está hiperestimulado e, portanto, tem dificuldade em executá-la. A solução para o item 1 é reduzir o nível de dificuldade. Para o item 2, a solução é tentar convencer o paciente de que a atividade não é tão difícil ou modificá-la para que pareça fácil. Já para o item 3, a solução é respeitar a necessidade do paciente e pausá-la.

Outra característica importante nas atividades é a competitividade. Porém, nem todos os pacientes conseguem lidar com derrota e assim, mostram-se incapazes de “lidar” de modo bem-sucedido com o estresse da verdadeira competição. Há, conseqüentemente, necessidade de criar atividades com penalizações menos severas. Um exemplo de atividade competitiva com penalizações mais brandas, descrito por Fisher et al. [1991], é um jogo de acertar bolas na cesta, baseado em pontos. Quando um

indivíduo acerta a cesta, ganha ponto; quando não acerta, a terapeuta é que ganha. Vale ressaltar que essas atividades são planejadas para que o indivíduo tenha facilidade em pontuar o maior número de vezes possíveis.

Segundo Ayres and Robbins [2005]; Fisher et al. [1991]; Kranowitz [2005] as características básicas dessas atividades podem ser destacadas, em linhas gerais, da seguinte forma:

- O paciente deve conseguir cumprir a atividade, enquanto lhe parecer desafiadora.
- O paciente deve adaptar seu comportamento de acordo com a atividade proposta.
- As atividades devem ser divertidas para que o paciente queira participar.
- As atividades devem ser direcionadas de acordo com as características do paciente.

Esse tratamento apresenta bom resultado, pois está atrelado à maneira como o cérebro funciona. Os cérebros, especialmente os de crianças, são flexíveis e capazes de mudança natural, segundo afirmam esses autores. Dessa forma, se um indivíduo é jovem o bastante (e, conseqüentemente, seu cérebro estará no momento de crescimento de novas conexões entre seus neurônios) então o tratamento vai influenciar e auxiliar no desenvolvimento cerebral. Porém, se o indivíduo é adulto, “a terapia parece facilitar a transmissão de mensagens de um neurônio para o outro” [Ayres and Robbins, 2005, p. 152]. Portanto, essa terapia auxiliará na eficiência e transmissão de informação. Além disso, caso haja muita inibição (hipossensibilidade) no cérebro, os estímulos sensoriais vão superar esse processo inibitório. Do contrário, os estímulos sensoriais auxiliarão na modularização da atividade das conexões neurais existentes. De maneira sucinta, Kranowitz [2005, p. 220] descreve atividades típicas utilizadas no tratamento de alguns sintomas na TPS:

- Para reduzir o sintoma de defensividade tátil: braços e pernas deverão ser esfregados com esponjas e panos de diferentes texturas.
- Para melhorar a “discriminação tátil”: encontrar brinquedos escondidos, manipulando uma bola de massa (pasta especial) terapêutica.
- Para melhorar o desenvolvimento de percepção corporal e respostas posturais: balançar de costas em um balanço especial suspenso do teto, a fim de experimentar sensações específicas de movimento.

- Para melhorar o equilíbrio: permanecer deitado ou assentado ou estendido em uma bola terapêutica inflada.
- Para melhorar o sintoma da coordenação bilateral: usar um rolo com ambas as mãos para bater em uma bola pendurada no teto, enquanto deitado de costas.
- Para melhorar o planejamento motor: mover-se ao longo de pistas com obstáculos.
- Para melhorar a resistência à força da gravidade: andar pelo chão ou de cabeça para baixo, enquanto deitado de bruços em um skate.
- Para melhorar a coordenação motora fina: brincar com ímãs para fortalecer os músculos da mão e estabilizar as articulações soltas.
- Para reduzir o sintoma de insegurança gravitacional: balançar suavemente em um balanço de acento reto; pular em um trampolim.
- Para melhorar a movimentação dos músculos dos olhos e a discriminação visual: brincar com jogos, utilizando sacos de feijão, balões e bolas suspensas.

A nossa premissa é que como RV pode oferecer atividades que permitam o trabalho de diferentes sentidos e mesmo a integração entre eles, nossa ideia é investigar seu uso para geração de sistemas que possam auxiliar no tratamento de TPS.

2.4 Sumário

Nesse capítulo apresentamos a definição de Integração Sensorial e como ela ocorre. Além disso, foi descrito o problema da Transtornos de Processamento Sensorial e como ela afeta os nossos sentidos. Por último, foi descrito o tratamento para esse distúrbio que é feito por terapeutas ocupacionais em salas com equipamentos especializados.

Em geral, todos os estímulos enviados por meio dos nossos sentidos são processados e integrados, para que possamos entender o nosso ambiente e a nossa posição em relação a ele. Esse processo é, portanto, crucial para que possamos desempenhar qualquer atividade desejável. Quando esse processamento não ocorre de maneira eficiente e organizada, o ser humano não conseguirá responder de modo correto e com eficiência às diversas atividades e demandas executadas diariamente. Sendo assim, o tratamento da TPS, busca a interação do ser humano com os diversos estímulos do ambiente, para que naturalmente o cérebro se organize e consiga lidar com as diversas atividades e demandas executadas diariamente.

O próximo capítulo aborda o conceito de realidade virtual, cita os principais tipos de dispositivos de interação, em especial o Oculus Rift, e descreve como a RV vem sendo utilizada para auxiliar tratamentos e distúrbios.

Capítulo 3

Realidade Virtual

Neste capítulo será abordada a solução que investigamos para gerar material para tratamento da TPS: A Realidade Virtual. Será abordado seu conceito, principais termos e dispositivos existentes. Será também explicado, com maiores detalhes, o hardware utilizado em nossos experimentos o Oculus Rift. Além disso, apresentaremos uma revisão da literatura sobre as aplicações de realidade virtual no contexto terapêutico.

3.1 Conceito e Principais Dispositivos

A Realidade Virtual (VR - *Virtual Reality* do inglês) é definida como “um ambiente digital gerado por um computador que pode ser experienciado e com o qual se pode interagir como se fosse real” [Jerald, 2015, p. 9]. Essa experiência é dada mediante estímulos que recebemos, visuais e auditivos, por exemplo, do equipamento de realidade virtual. Já a interação é dada pela capacidade do equipamento de captar movimentos, gestos e comandos, produzindo respostas adequadas. Segundo Jerald [2015], para se obter o máximo de experiência, o usuário deve estar focado no ambiente digital em que está inserido em vez de nos equipamentos que a produzem. Para que isso aconteça, o sistema RV deve ser imersivo, a ponto de causar, em seu usuário, a sensação de presença, ou seja, a sensação de estar dentro do mundo virtual.

Presença é um estado psicológico do usuário que acredita estar dentro da realidade virtual. A *International Society for Presence Research* define presença da seguinte forma:

“Presença é (uma versão abreviada do termo telepresença) um estado

psicológico ou percepção subjetiva no qual, ainda que parte ou toda, a experiência atual do indivíduo seja gerada por e/ou filtrada pela tecnologia feita pelo homem, parte ou toda a percepção do indivíduo não consegue reconhecer precisamente o papel da tecnologia na experiência. Exceto nos casos mais extremos, o indivíduo pode indicar corretamente que está usando a tecnologia, mas em ‘algum nível’ e ‘em algum grau’, suas percepções desconsideram que conhecimento, objetos, eventos, entidades e ambientes são percebidos como se não houvesse tecnologia envolvida na experiência.”
[for Presence Research, 2002]

Imersão é a intensidade em que um sistema RV fornece estímulos aos nossos receptores e tem o potencial de engajar o usuário na experiência virtual [Jerald, 2015]. Segundo Slater and Wilbur [1997], o grau dessa intensidade está relacionado à capacidade que o sistema possui de ser inclusivo, extensivo, circundante, vivido, correspondente e de ter enredo. Inclusivo é a extensão na qual o mundo físico é excluído. Extensivo é a variedade de sensores acomodados (sensores que captam movimento, rotação da cabeça, *feedback* e de toque). Circundante é a extensão na qual a RV é panorâmica, em vez de limitada a um pequeno campo de visão. Vívido é a resolução, fidelidade, variedade de energia/cores simuladas e qualidade da tela. Correspondente é a correspondência entre estímulos proprioceptivos do usuário (seus movimentos) e a reprodução deles no mundo virtual. Enredo é a história apresentada no sistema, que deve ser independente, ter sua própria dinâmica e apresentar uma sequência de eventos alternados.

Segundo Jerald [2015], enquanto a imersão está relacionada às características da tecnologia, presença é a consciência de estar imerso no mundo virtual temporariamente, esquecendo-se do mundo real e dos meios tecnológicos envolvidos nessa experiência. A presença pode ser considerada uma forma de ilusão, “uma vez que os estímulos de RV são apenas uma forma de energia projetada em nossos receptores”, [Jerald, 2015, p. 82]. De acordo com Slater and Wilbur [1997], quanto maior o grau de presença, maior é a chance de o usuário se comportar dentro do ambiente virtual de maneira similar ao seu comportamento no dia a dia.

Um sistema de realidade virtual é composto por seu hardware com sensores capazes de medir movimentos, força, posicionamento dentre outras características. O sistema de realidade virtual deve agir como um tradutor na comunicação entre o usuário e o sistema [Jerald, 2015]. Esses sistemas possuem componentes de entrada (por ex., orientação da cabeça do usuário, sua posição, botões pressionados etc.) e componentes de saída (por exemplo., telas, equipamentos de som, plataforma de movimento etc.).

Os principais sistemas de realidade virtual, de acordo com Jerald [2015], são explicados a seguir:

- *Head-mounted Display*: O *Head-mounted Display* (HMD) é composto por um visor que permanece acoplado na cabeça do usuário, na altura dos olhos, e possui sensores capazes de medir sua posição e orientação. Podem também estar presentes fones de ouvidos que, assim como o visor, também acompanham os movimentos da cabeça. Existem três subtipos de HMDs, classificados como: 1) os que não possuem visualização pelo HMD, isto é, impossibilita o usuário de visualizar o ambiente do mundo real ao seu redor. Portanto o usuário apenas visualiza as imagens reproduzidas pelo visor do dispositivo; Neste trabalho, utilizou-se um HMD denominado Oculus Rift, um exemplo nesta categoria, descrito detalhadamente na seção adiante; 2) os que possuem visualização pelo HMD, isto é, possibilitam o usuário visualizar o ambiente do mundo real ao seu redor. Portanto o usuário visualiza as imagens reproduzidas pelo visor do dispositivo e que são sobrepostas à imagem do ambiente real. Um exemplo de HMD nesta categoria é o HololensTM (veja a Figura 3.1c), que possibilita ao usuário interagir com o ambiente real, visualizando elementos fictícios do ambiente virtual. 3) os que captam elementos do mundo real e adicionam à imagem gerada pelo HMD. Nesse caso a visualização do ambiente real ao redor do usuário também é bloqueada. Portanto o usuário apenas visualiza as imagens reproduzidas pelo visor do dispositivo, que por sua vez, foram criadas a partir de informações do ambiente real. Um exemplo desta categoria são filmes tridimensionais vistos através de um HMD.
- *World-Fixed Display*: O *World-Fixed Display* é composto por telas e caixas de sons que não se movem junto ao usuário. As telas podem variar de simples monitores/televisores a telas que envolvem todo um ambiente (uma pequena sala), cercado o usuário de todos os lados. Esse tipo de sistema é denominado Cave Automatic Virtual Environment (CAVE) (veja a Figura 3.2). Diversos sensores, como o de captura de movimento e posição da cabeça, também podem estar presentes.
- *Haptics*: O termo *haptic* refere-se a uma força gerada artificialmente. Portanto, um sistema RV que possui esse recurso é capaz de gerar forças controladas por computador, que proporcionam sensações físicas. Essas forças podem ser do tipo vibratórias, táteis, forças proprioceptivas (resistência muscular) etc. Dessa forma, o sistema virtual cria sensações de que algo está tocando partes do corpo ou o

usuário está tocando/manipulando virtualmente um objeto. O Hardlight SuitTM (veja a Figura 3.1a) que causa sensação de força no usuário, a partir de sua interação com o ambiente virtual.

- *Treadmills*: Um *Treadmill* é uma esteira que permite ao usuário locomover-se, sem sair do lugar. Esses sistemas podem suportar uma única direção ou ser omnidirecionais. OmniTM (veja a Figura 3.1d) é um dispositivo *treadmill*, permitindo ao usuário locomover-se para quaisquer direção em 2 dimensões;
- *Motion Platforms*: Um sistema *Motion Platforms* dá a possibilidade de movimento para o usuário, gerando sensações de locomoção física e/ou gravidade. Ao contrário do *Treadmill*, este sistema possibilita movimentação 360 graus do corpo do usuário. Esses sistemas movimentam o corpo do usuário de maneira automática ou manual, o que cria no usuário a percepção de sua orientação, aceleração, vibração e movimentação. Um exemplo de dispositivo desta categoria é o VR-Motion 200TM (veja a Figura 3.1b), uma cadeira capaz de reproduzir movimentos em 3 dimensões.

3.2 Oculos Rift

O Oculus Rift (veja a Figura 3.3), é um head-mounted display de realidade virtual produzido pela Oculus VR. Esse equipamento é classificado dentro do grupo dos que não possuem visualização do ambiente real através do visor. A produção da primeira versão do kit de desenvolvedor foi criada por meio do site de financiamento coletivo Kickstarter. Desde então, o dispositivo tem chamado muito a atenção da mídia especializada. Prova disso foi a recente aquisição da empresa Oculus VR pelo Facebook por dois bilhões de dólares. A primeira versão do seu kit de desenvolvimento, conhecido como DK1 (Development Kit 1), possuía uma tela de sete polegadas, com resolução de 640x800 pixels, uma para cada olho. Possuía um campo de visão de 110 graus na diagonal, o que era sua maior vantagem. Esse campo de visão fornecia uma sensação de imersão inigualável entre os displays de sua categoria. Além disso, possuía rastreamento da posição da cabeça com três graus de liberdade. Portanto, todos os movimentos de rotação da cabeça eram rastreados, permitindo um aumento da sensação de imersão fornecida. A versão DK2 (Development Kit 2), possui o mesmo tamanho de tela, porém com melhor resolução – 960x1080 pixels para cada olho. Além disso, conta com uma câmera posicionada na frente dos óculos, que captura a posição da cabeça do

usuário, possibilitando estimar a distância (eixo z) entre a câmera e os óculos, e mais a posição no horizonte (eixo x). Vale ressaltar que as versões Dk1 e Dk2, são voltadas as empresas e desenvolvedores. Em 2017, foi lançada a primeira versão comercial do Oculus.

Dada as características desse dispositivo, fica claro o seu potencial para o tratamento de TPS. Afinal, ele permite o estímulo dos sentidos e, como visto, uma desordem no processamento dos sentidos vestibular e visual pode causar problemas graves na integração bilateral, nas respostas posturais, segurança gravitacional, discriminação visual, coordenação motora, percepção espacial do ambiente, dentre outros. O trabalho de Kim et al. [2015] conclui que esse HMD estimula os sistemas visual, vestibular e proprioceptivo, ao analisar a influência do uso dele na geração de ilusão de automovimento (denominado *Vection*). Além disso, o trabalho de Riccelli et al. [2017] também destaca o elo entre o visual-vestibular com a realidade virtual, ao observar a atividade neural na região PIVC (córtex vestibular parieto-insular esquerdo), enquanto usuários assistem a um vídeo de simulação de montanha russa, por um HMD. Portanto, considerando que o tratamento da TPS consiste em fornecer estímulos a um ou mais sentidos, acreditamos que esse hardware associado ao mundo virtual possa contribuir para o tratamento.

3.3 Realidade Virtual no Contexto Terapêutico

-

A Realidade Virtual tem sido utilizada em diversas áreas, além do entretenimento. Profissionais de diversas especialidades médicas, validaram o uso de diversos equipamentos que geram a RV para a reabilitação de pacientes em vários trabalhos publicados. Classificamos esses trabalhos em quatro categorias principais: Distúrbio de Ansiedade, Reabilitação Motora, Distúrbios Relacionados ao Vestibular e Distúrbios Relacionados à TPS (Transtornos de Processamento Sensorial). A seguir apresentamos os principais trabalhos em cada uma dessas categorias.

Distúrbio de Ansiedade

Existem trabalhos que utilizam a realidade virtual no tratamento de pacientes diagnosticados com Transtorno do Estresse Pós-Traumático (TEPT), oriundos de situações vivenciadas em combates como os do Afeganistão ou Iraque, [Patterson and Nanni, 2015] e o ataque terrorista ao World Trade Center, [Powers and Emmelkamp, 2008]. Segundo esses autores, o transtorno ocasionado pela situação de estresse vivenciado pelos pacientes demandou deles um excessivo esforço cognitivo, emocional e

psicológico. A Terapia de Exposição Prolongada (EP) é uma forma de tratamento para o TEPT e se dá pela exposição do paciente, ao reviver as mesmas situações de estresse e, com o auxílio do terapeuta, tentar confrontá-las, buscando conviver/extinguir o trauma em questão. O problema nessa abordagem reside na dificuldade de determinados pacientes em imaginar as mesmas situações vividas no trauma, o que prejudica o tratamento. Para contornar esse problema, foi utilizada a *Virtual Reality Exposure Therapy* (VRTE), que auxilia os pacientes a reviver os traumas mediante diversos cenários, exibidos em HMDs, juntamente com sons e efeitos. Os resultados das pesquisas indicam que participantes diagnosticados com o TEPT obtiveram uma melhora significativa. Os autores concluíram que o uso da realidade virtual é essencial para o sucesso de um tratamento de EP.

Já para o tratamento de fobias relacionadas a medo de altura, dirigir, voar, de aranhas, de falar em público, locais fechados e multidões, existem diversos trabalhos publicados, citados nas revisões de Meyerbröker and Emmelkamp [2010] e Krijn et al. [2004]. Esses autores abrangem os diversos artigos sobre esse tema. Segundo os autores, a exposição ao vivo dos pacientes é uma prática necessária, que busca introduzir novas lembranças às memórias responsáveis por trazer o medo. Uma alternativa a esse método tradicional é a VRTE, que visa simular situações reais, por meio da realidade virtual, com feedback visual (utilizando os HMDs), sonoro e tátil. Segundo Krijn et al. [2004], uma das vantagens dessa alternativa é o custo reduzido – se comparada à exposição ao vivo, a RV que simula uma aeronave apresenta um custo menor quando comparado à utilização de uma aeronave real. Ainda segundo Krijn et al. [2004], outro aspecto importante da VRTE está na facilidade da condução de experimentos, pois os parâmetros da pesquisa podem se manter constantes para vários pacientes (o simulador auxilia a repetição da mesma situação para vários pacientes). Os autores concluíram que o uso da VRTE para o tratamento em relação ao medo de voar e de altura demonstrou eficácia. Para as fobias remanescentes, embora não comprovada a eficácia, os resultados são promissores. Dessa forma, há necessidade de novos estudos que ajudem a comprovar empiricamente a eficiência no tratamento.

Reabilitação Motora

Existem trabalhos que utilizam a RV no tratamento de pacientes que sofrem de deficiências motoras. Um problema típico que leva à dificuldade motora é o Acidente Vascular Encefálico (AVE) ou Acidente Vascular Cerebral (AVC). Existem trabalhos publicados [Sapoznik et al., 2010], [Turolla et al., 2013] e [Yin et al., 2014] e a revisão de Henderson et al. [2014], referentes ao uso da RV na recuperação das habilidades motoras dos membros superiores (referente aos músculos entre o ombro e a mão) de

pacientes que sofreram um AVC. Segundo Henderson et al. [2014], um tratamento típico envolve a movimentação e posicionamento dos músculos envolvidos mediante vários exercícios, seguidos de um tratamento de reaprendizagem. Segundo Saposnik et al. [2010], a RV proporciona maior engajamento dos pacientes nas atividades e exercícios musculares. Saposnik et al. [2010] concluem que a utilização dessa técnica é segura e possui potencial como alternativa a um tratamento típico. Da mesma forma, Turolla et al. [2013] afirmam que esse tratamento é mais eficiente quando comparado a um tratamento tradicional. Em contrapartida, Yin et al. [2014] não observaram ganhos expressivos no uso de RV quando comparado a um tratamento típico, embora reconheçam que o tratamento possua segurança, viabilidade e boa aceitação por parte dos pacientes. A revisão de Henderson et al. [2014] identificou seis trabalhos referentes ao tema em questão. Esses autores realizaram um comparativo entre a utilização da RV Imersiva/não Imersiva no tratamento de AVC e não fazer nenhum tipo de tratamento. Para a RV Imersiva, eles concluem que existem evidências que comprovam a eficácia de sua utilização. Para a RV não Imersiva, a eficácia não é comprovada, embora os resultados sejam promissores. Não houve ganho, quando se compara o uso da RV a um tratamento típico.

Em pacientes que sofreram Paralisia Cerebral, existem trabalhos publicados [Chen et al., 2007], [Golomb et al., 2010] e [Winkels et al., 2013] que utilizam a RV como uma alternativa ao tratamento tradicional na recuperação das habilidades motoras dos membros superiores. Segundo esses autores, a paralisia cerebral causa disfunções em atividades motoras, como manipular ou alcançar objetos. Chen et al. [2007] afirmam que uma das vantagens do uso da realidade virtual é o controle existente sobre o ambiente e o conteúdo visual/auditivo que podem ser adaptados às capacidades individuais de treinamento para cada paciente. Golomb et al. [2010] consideram o valor dos equipamentos de RV e utilizam um Playstation 3 (Chen et al. [2007] e Winkels et al. [2013] utilizaram respectivamente Playstation 2TM e WiiTM em seus trabalhos), devido a seu baixo custo. Os resultados dos trabalhos de Chen et al. [2007] e de Golomb et al. [2010] indicam uma melhoria das habilidades motoras dos pacientes. Para o trabalho de Chen et al. [2007], essas melhorias foram observadas quatro semanas após as intervenções com a RV. Embora não tendo observado uma melhora das habilidades motoras, Winkels et al. [2013] destacam o nível de satisfação dos pacientes em utilizar o equipamento e uma melhora na execução de atividades cotidianas que demandam movimentação.

Distúrbios Relacionados ao Vestibular

O trabalho de McConville and Milosevic [2014] mensurou os movimentos da cabeça, resultantes da interação de um indivíduo com a RV, para averiguar se o uso dessa

tecnologia auxilia no tratamento de equilíbrio postural. Os testes foram feitos em sete indivíduos saudáveis, cinco homens e duas mulheres, com idade entre 22-34 anos. Eles interagiram com o jogo AntigravTM, utilizando o vídeo game PlayStationTM2 e o equipamento EyeToyTM que captura os movimentos utilizados no jogo pelo jogador. A medição dos movimentos da cabeça foi feita utilizando-se um acelerômetro de medição linear dos três eixos, denominado MEMS. Os testes foram conduzidos em nove sessões ao longo de três semanas. Os resultados demonstram que o jogo encoraja movimentos da cabeça dos participantes. Embora a extensão dos movimentos tenha sido constante, a frequência dessas movimentações aumentou. Os autores concluem que o uso da RV estimula o vestibular, por meio dos movimentos da cabeça e, portanto, auxilia no tratamento do equilíbrio postural.

A revisão de Bergeron et al. [2015] selecionou sete artigos (entre 2002 e 2013), referentes ao uso de realidade virtual como tratamento de distúrbios vestibulares periféricos (por ex., doença de Ménière e Vertigem Posicional Paroxística Benigna). A análise dos resultados desses trabalhos sugere a existência de benefícios ao uso da RV no tratamento dessas distúrbios, com uma melhora que varia entre 4.4% a 43.50%, mensurada pelo teste DHI. Contudo, pela falta de grupos de controle, condições randomizadas e experimentos cegos, houve classificação baixa na escala Oxford (0 *bad* a 5 *good*), com média 1,7. Os autores sugerem a existência de desempenho melhorado em tratamentos com sessões prolongadas (120-150 minutos), mais do que em virtude da frequência/quantidade de sessões.

Distúrbios Relacionados a TPS

A Desordem do Espectro Autista, segundo Ayres and Robbins [2005], possui sintomas da TPS. Ayres explica que a debilitada integração dos sensores, presente em um autista, causam problemas relacionados a: 1) Falta de atenção ou atenção excessiva a objetos e pessoas a seu redor, devido a uma falha no registro dos estímulos. 2) Falta de segurança gravitacional ou tátil defensivo, em função de uma falha no processamento dos estímulos do vestibular e táteis. 3) Falta de vontade de iniciar novas atividades, ocasionada por uma falha na resposta ao processamento de estímulos. Os trabalhos de Silva et al. [2015], Herrera et al. [2008] e Kandalaft et al. [2013] utilizam a RV como tratamento terapêutico no autismo. O trabalho de Silva et al. [2015] utiliza a RV como ferramenta para instigar o trabalho colaborativo de indivíduos autistas, com o objetivo de melhorar suas interações sociais. Para isso, foi desenvolvida uma aplicação multitoque para que duas pessoas possam trabalhar colaborativamente para completar desafios. Os resultados da pesquisa indicam que houve uma melhora gradual nas interações entre os participantes (ajudar o parceiro, contato visual e físico, pedir

ajuda, agradecer), no trabalho colaborativo e na interação com dispositivos multitoque.

No trabalho de Herrera et al. [2008], segundo os autores, pacientes com a desordem possuem dificuldades em brincadeiras simbólicas (em que a criança utiliza objetos para algo diferente do seu propósito original nas brincadeiras). Dessa forma, os pesquisadores desenvolveram um simulador de supermercado, instalado em um tablet. O objetivo desse simulador é ensinar à criança que objetos comprados no supermercado podem ser utilizados de uma maneira diferente. Dois pacientes participaram do estudo. Em relação ao uso dos objetos para sua finalidade real, o participante 1 apresentou melhorias na utilização de objetos de maneira espontânea, conseguindo, ainda, generalizar do mundo virtual para o mundo real. Em relação ao uso simbólico dos objetos, os dois participantes apresentaram bom desempenho nos testes que medem suas habilidades quanto ao uso de objetos.

O trabalho de Kandalajt et al. [2013] utiliza a RV na melhoria das habilidades sociais, cognitivas e funcionais de jovens adultos que sofrem dessa desordem. Para isso, os autores utilizaram o jogo simulador *Second Life*TM, no qual o participante vivenciaria, mediante um avatar dentro do mundo virtual, situações similares à realidade e à interação com outros avatares. Os resultados da pesquisa indicam uma melhora em testes medidores de Reconhecimento Verbal, Não-Verbal e no teste Teoria da Mente.

O Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) é também uma consequência da TPS, [Ayres and Robbins, 2005]. Ambos explicam que uma falha no processamento dos estímulos pelo vestibular (responsável por nos manter calmos ou alertas) e do sistema tátil (uma hipersensibilidade tátil causa desconforto ao se entrar em contato com qualquer objeto, tecido) contribuem para a ocorrência desse transtorno. Os trabalhos de Rohani et al. [2014] e Mandryk et al. [2013] utilizam a RV associada a um sistema de biofeedback para o tratamento desse distúrbio, enquanto Santos et al. [2011] utilizam a RV como forma de diagnosticá-lo. Um sistema de biofeedback baseado em sinais Eletroencefalografia (EEG), segundo Teplan [2002], recebe valores provenientes da atividade elétrica do cérebro, que são referentes às tarefas em execução e ao estado psicológico do usuário (por ex., estressado, focado, relaxado, etc.). Mandryk et al. [2013] utilizam os dados do EEG para alterar a interface de um programa (por ex., um jogo), obscurecendo-a ou clareando-a para que o usuário atinja um estado psicológico desejado. O sistema pode ser utilizado em qualquer jogo comercial, dado que suas modificações ficam sobrepostas à sua janela aberta. Os resultados da pesquisa demonstram o potencial da técnica para o tratamento de problemas como Distúrbios do Espectro da Síndrome Alcoólica Fetal (DESAF), que causam TDAH, embora os autores reconheçam a necessidade de um estudo mais abrangente para afirmar se a técnica é ou não válida como tratamento.

Rohani et al. [2014] desenvolveram um sistema que analisa a onda P300 (proveniente de um EEG), com o objetivo de determinar se o usuário está ou não concentrado. Para isso, foi desenvolvido um ambiente virtual (uma sala de aula) com a disposição de duas atividades que requerem atenção. O jogador ganha pontos a partir da presença da onda P300. Os resultados da pesquisa indicam que o sistema foi capaz de detectar a presença da onda P300 com uma margem de erro inferior a 30%, demonstrando, assim, o potencial para um eventual uso no tratamento terapêutico. Já o trabalho de Santos et al. [2011] utiliza a RV por meio de um jogo, para auxiliar terapeutas a classificar pacientes com a presença ou não do distúrbio da TDAH. Para isso, dados de jogadores foram analisados por um algoritmo de aprendizagem de máquina, mediante os atributos de tempo gasto na partida e quantidade de pontos adquiridos, em um jogo com tema de supermercado. Os resultados da pesquisa demonstram que os algoritmos utilizados atingiram valores próximos a 0.7 para sensibilidade (chance de classificar corretamente a pessoa que possui TDAH) e especificidade (chance de classificar corretamente a pessoa que não possui TDAH).

3.4 Sumário

Neste capítulo foi apresentado a definição de realidade virtual, as principais terminologias da área e também os principais tipos de hardwares envolvidos. Em especial, foi apresentado uma descrição do hardware utilizado neste trabalho o Oculus Rift. Por último, abordamos os principais trabalhos que utilizam a realidade virtual no contexto terapêutico para o auxílio de tratamentos.

Em geral, os equipamentos de realidade virtual, buscam captar de maneira precisa as diversas informações do mundo real. Dessa maneira é possível desenvolver soluções em ambientes tridimensionais, que simulam situações, locais e cenários que, além de representarem um contexto do mundo real, reagem de maneira fidedigna aos movimentos e interações exercidas pelos usuários. Sendo assim, diversos trabalhos publicados utilizaram esta tecnologia com o intuito de simular um contexto específico, para que o usuário acredite estar vivendo aquele momento e, portanto, reaja da mesma maneira, enquanto sendo tratado pelas terapias. Embora existam diversas aplicações RV no tratamento de diversos distúrbios e debilidades, até onde sabemos, não houve trabalhos que aplicam essa tecnologia para o tratamento da TPS.

Assim, neste trabalho investigamos o uso de RV com o objetivo de apoiar o tratamento de TPS. No próximo capítulo descrevemos em detalhes as características e funcionalidades do sistema Imaginator, que foi desenvolvido com o objetivo de ser

utilizado no tratamento da TPS, por terapeutas ocupacionais. Apresentamos também, detalhes de implementações tais como as ferramentas utilizadas do motor de jogos Unreal Engine 4).



(a) Hardlight Suit. Fonte: [AG, 2017].



(b) VR-Motion 200. Fonte: [NullSpace, 2017].



(c) HoloLens. Fonte: [Microsoft, 2016].



(d) Omni. Fonte: [Virtuix, 2017].

Figura 3.1: Diversos hardwares de realidade virtual.



Figura 3.2: Sistema RV de visualização CAVE. Fonte: [IGI, 2016].



Figura 3.3: Oculus Rift Versão 2 e câmera auxiliar de captura da posição. Fonte: [Oculus VR, 2016].

Capítulo 4

Desenvolvimento do Imaginator

Este capítulo apresenta o software Imaginator, desenvolvido neste trabalho com o objetivo de apoiar o tratamento de TPS. O Imaginator é composto atividades que podem ser customizadas (ou calibradas) por terapeutas de acordo com aspectos e intensidade que desejam trabalhar com seus pacientes. Ele é um sistema de realidade virtual, que faz uso do Oculus Rift para gerar a sensação de imersão. Na próxima seção será apresentado de onde surgiu a ideia deste simulador o motivo das decisões que tomamos ao longo. Seção Imaginator apresenta as funcionalidades e características do software desenvolvido, que se comunica com os Oculus Rift, tais como descrição dos jogos inclusos, os cenários 3D sobre a interface do terapeuta e paciente, dentre outros. Além disso, serão explicados detalhes de desenvolvimento e a ferramenta utilizada - o motor gráfico Unreal Engine 4 (UE4). Uma breve descrição sobre o software desenvolvido e seus recursos encontra-se na Seção Ferramentas e Estrutura do Sistema.

4.1 Aspectos Gerais

A ideia inicial de utilizar um simulador de montanha russa no tratamento da TPS na dissertação, surgiu do trabalho de conclusão de curso de Araújo [2014], ex-aluno do curso de ciência da computação da UFMG. O objetivo de seu trabalho era, também, de aplicar a RV no tratamento da TPS. Ele desenvolveu um simulador de montanha russa contendo cenário e uma atividade. O cenário se caracterizava por um ambiente fechado e com paredes metálicas. Já a atividade, induzia o usuário a fixar seu ponto de visão em bolas que caíam, uma vez que cada acerto, significava a marcação de um ponto. A atividade transcorria enquanto o carro (ou kart) se movimentava pelos trilhos. Seu objetivo, era estimular principalmente o movimento de cabeça, pois o usuário estará

tentando focar sua direção frontal nas bolas, enquanto movimenta virtualmente por um percurso. Essa movimentação é importante e necessária principalmente para estimular o sentido do vestibular, através da visão.

Considerando a necessidade de construir um sistema altamente customizável e adequado às necessidades dos usuários durante a atividade, reconstruímos o simulador tendo como base o seu projeto inicial e a característica da customização. O primeiro aspecto do sistema que tivemos de repensar, foi o de possibilitar que o terapeuta pudesse alterar as configurações do cenário enquanto o usuário estava imerso na RV. Para tanto, foi necessário inserir uma segunda interface que se conectaria à principal por intermédio da rede. Essa adição foi necessária, porque a imagem gerada pelo sistema, é projetada tanto na tela interna do óculos, quanto na interface principal do programa. Essa característica é típica nas principais ferramentas que dão suporte aos hardwares HMD e portanto imutável. Dessa maneira, essa limitação impossibilita a criação de um sistema, que fosse independente da interface do paciente. Sendo assim, havia a necessidade de se criar uma segunda interface, que fosse independente da interface do usuário mas que estivesse conectada ao mesmo ambiente.

O segundo aspecto que tivemos que melhorar dizia respeito à variação de atividades. Com o auxílio da terapeuta Sibeles Santos, que sugeriu as regras básicas destes jogos, adicionamos 3 atividades. O objetivo delas é instigar o movimento da cabeça, assim como feito no trabalho anterior, mas também criar uma situação de desafio e mantendo sempre a característica lúdica. Além disso, o simulador passaria a contar com um sistema de pontos, que recompensaria o jogador a cada acerto, atualizando seu somatório em tempo real. Dessa maneira, o usuário passaria a se sentir mais engajado na atividade consequente aumentando o seu nível de interesse em executá-la.

O terceiro aspecto que melhoramos foi a customização do cenário e das atividades, para que o terapeuta passasse a ter o controle e pudesse ao mesmo tempo diminuir ou aumentar os estímulos fornecidos. Sendo assim adicionamos diversos parâmetros de controle que poderiam ser alterados em tempo real através da interface do terapeuta. Como exemplo, o terapeuta pode controlar a velocidade do carro da montanha russa e pode ainda desativar seu movimento. Essa customização permite ao terapeuta estimular atividades com movimentos controlados e, assim, provocar maior ou menor movimentação da cabeça. Da mesma maneira, é possível controlar estímulos auditivos através da inserção ou remoção dos diversos sons espalhados pelo cenários, como o barulho do vento batendo nas folhas da árvore, e também de sons que são reproduzidos constantemente, como o barulho do carro andando. Finalmente, o terapeuta pode controlar estímulos visuais, alterando o cenário, através da adição ou remoção de objetos agrupados em categorias. Dessa maneira o terapeuta, pode fornecer um cenário sem

objetos, o que diminui os detalhes visuais, ou adicionar gradativamente esses objetos para aumentar este estímulo.

Portanto todas as decisões de implementação e adição de recursos tiveram como base fornecer estímulos ao paciente de maneira controlada, e que esse controle pudesse ser feito em tempo real enquanto o paciente executava as atividades. As seções a seguir detalham de maneira aprofundada os recursos presentes desenvolvidos.

4.2 Ferramentas e Estrutura do Sistema

O sistema desenvolvido, denominado Imaginator, é um simulador de montanha russa altamente customizável. O objetivo do sistema é permitir que o terapeuta ocupacional consiga manipular, em tempo real, diversos parâmetros pré-definidos, que alteram suas variadas funcionalidades. Dessa forma, o terapeuta pode alterar a dificuldade de uma tarefa, para mantê-la em um nível desafiador, assim como o nível de estímulo que ela proporciona, enquanto o paciente participa. Portanto, o terapeuta está em completo comando do ambiente virtual e é capaz de alterar o sistema para as capacidades específicas de cada paciente. A ideia do nome "Imaginator" ou Imaginador, decorre de sua característica de poder ser transformado para qualquer ideia ou imaginação que os terapeutas e pacientes desejem.

O software é composto por dois cenários, cada um contendo uma pista; cada pista possui quatro variedades em uma escala que varia entre pistas com menos subidas e descidas a pistas que possuem grandes subidas e inclinações; diversos efeitos sonoros espalhados pelos cenários ou que acompanham o jogador; três atividades que instigam o paciente a movimentar a cabeça. Além disso, o sistema possui duas interfaces distintas: 1) A interface do terapeuta, que controla as diversas configurações do ambiente e conduz as atividades desempenhadas pelo paciente. 2) A interface do paciente, que mostra informações importantes para cada atividade e informações comuns como a pontuação geral. Ambas se conectam e comunicam-se por meio de um servidor local, utilizando protocolos de rede TCP/IP. Dessa forma, as duas versões participam de uma mesma sessão e estão sincronizadas (tudo o que acontece no terapeuta é replicado para o paciente e vice-versa) por um servidor local. Um computador com bom desempenho consegue executar as duas versões simultaneamente (necessitando de dois monitores), embora dois computadores sejam a configuração ideal para o sistema.

Para representar essas configurações, apresentamos duas figuras que exemplificam os dois estados possíveis de funcionamento do sistema. A Figura 4.1, demonstra a

configuração com dois computadores. Nesse caso, o computador 1 executa a aplicação do paciente, que envia as imagens ao Oculus Rift e recebe seus inputs, e gera imagens em sua tela. Essa aplicação se conecta à aplicação de servidor que também se encontra no mesmo computador. Já o computador 2 roda a aplicação do terapeuta, que possui todos os parâmetros de customização do sistema, e que se comunica ao servidor que se encontra no computador 1 pela rede local. Nessa configuração, é necessário que o Computador 1 possua um hardware de alto desempenho para executar a aplicação do Oculus Rift a 75+ quadros por segundo. Em contrapartida, a Figura 4.2, demonstra a configuração com apenas um computador. Nesse caso, o Computador 1 executa a aplicação do paciente, do terapeuta e do servidor. Dessa forma, é necessário reposicionar a tela da aplicação do terapeuta para a tela que estiver desocupada, ou seja, que não esteja mostrando a interface do paciente. Assim como na primeira configuração, o Computador 1 necessita de suportar adição de múltiplos dispositivos de vídeo e possuir um hardware de alto desempenho para executar as 3 aplicações simultaneamente. Por motivos de disponibilidade dos equipamentos, optamos pela configuração 2, para que as terapeutas testassem o sistema em seus consultórios.

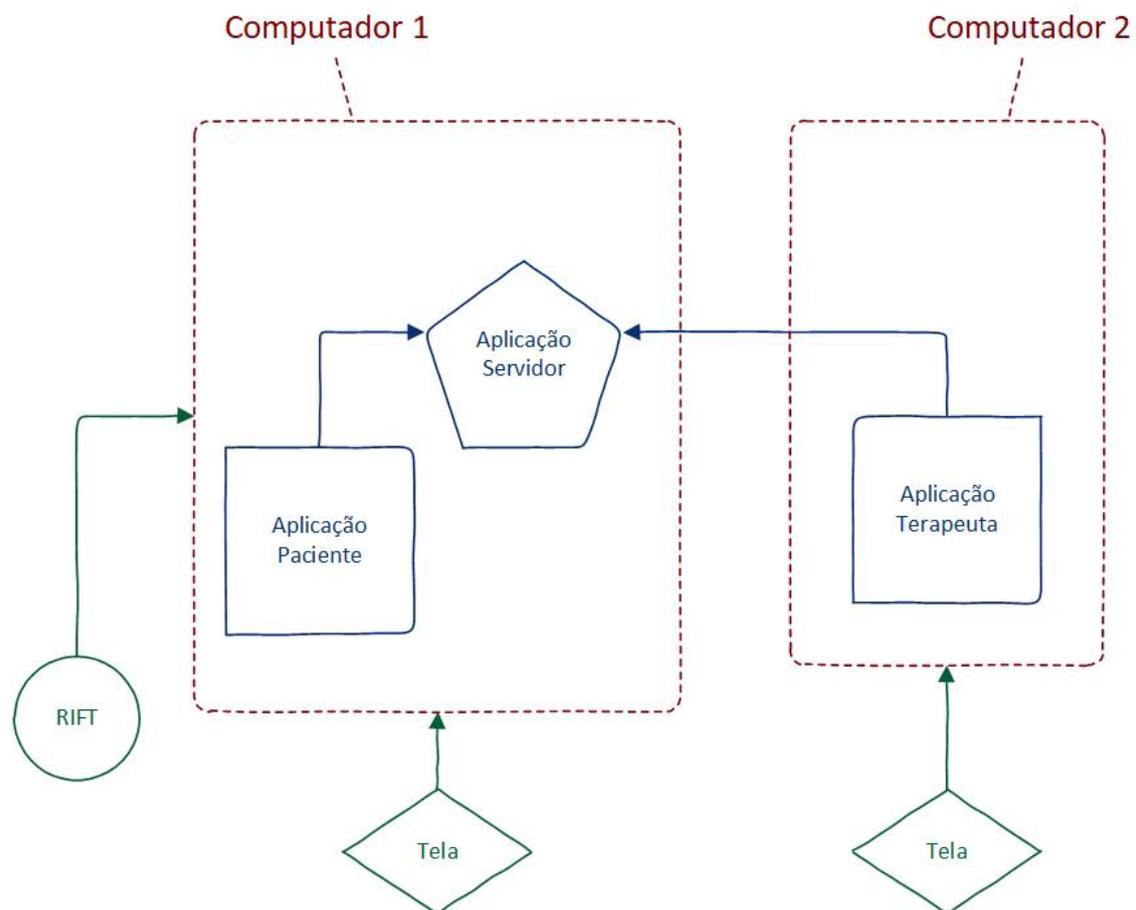


Figura 4.1: Configuração que necessita de dois computadores, um para o paciente e outro para o terapeuta.

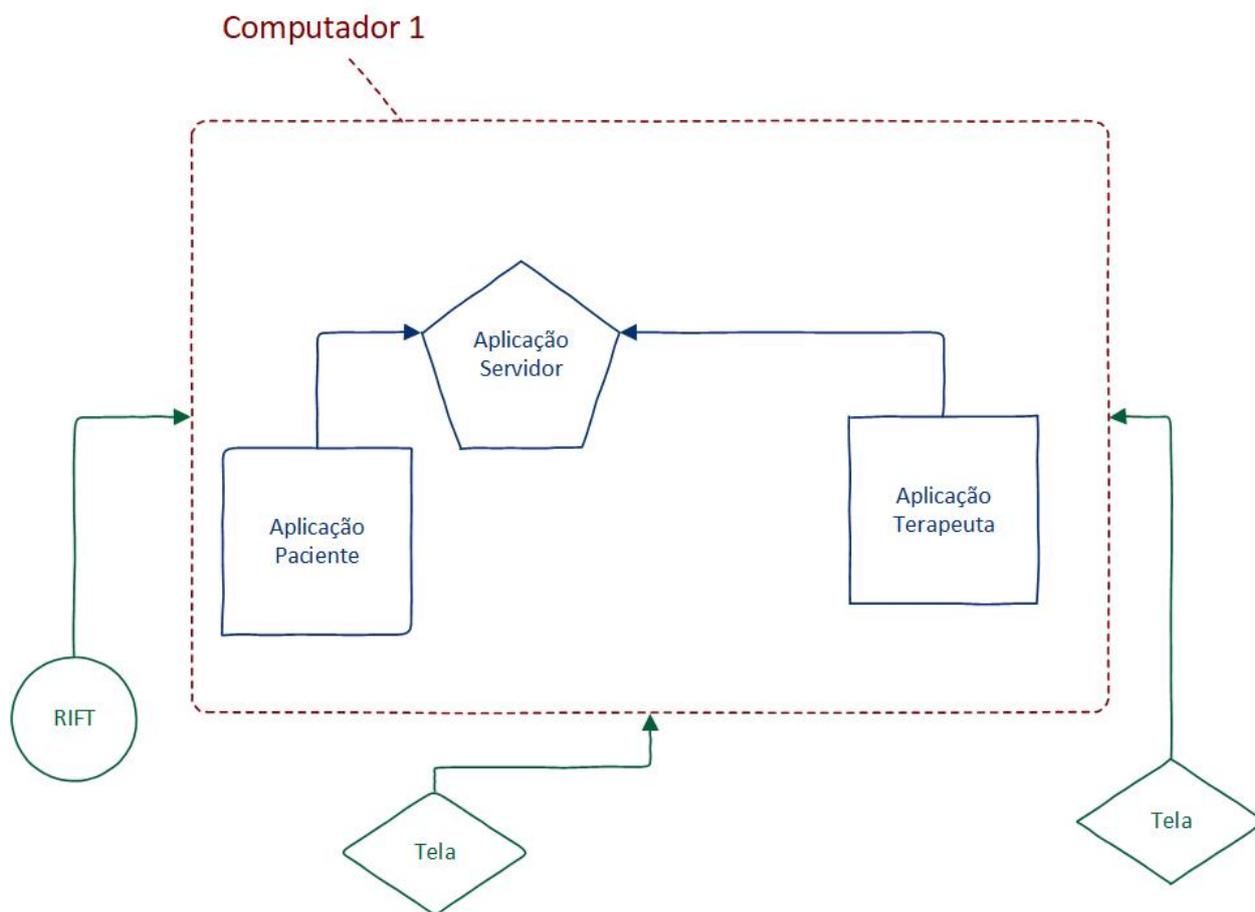


Figura 4.2: Configuração que necessita de um computador e duas telas.

O desenvolvimento foi feito utilizando-se o motor gráfico Unreal Engine 4 (UE4). A escolha dessa ferramenta foi devido à facilidade que esta possui para o desenvolvimento de jogos. Embora o sistema tenha um propósito que vai além do entretenimento, a maior parte do desenvolvimento é similar ao de um jogo, como montagem da cena com objetos 3D, configuração das texturas desses objetos, programação de controles de câmera, promoção da interface, dentre outros. Além disso, a UE4 possui suporte nativo para a comunicação com os Oculus Rift, facilitando o desenvolvimento. Na Seção **Unreal Engine 4**, serão explicados detalhes sobre a implementação e sobre o motor gráfico.

4.2.1 Unreal Engine 4

"Game engines" ou motores de jogos são softwares "sofisticados e podem ser usados como a base para muitos jogos diferentes sem grande modificação" [Gregory,

2009, p. 11]. Esses motores possuem módulos genéricos que, juntos, são capazes de gerar jogos. Módulo de renderização gráfica, módulo de reprodução de som espacial, módulo de inteligência artificial, módulo de cálculo de física, módulo de rede e módulo de partículas são exemplos comumente encontrados nos diversos motores comerciais.

A Unreal Engine é um motor de jogos desenvolvido pela empresa Epic Games, e teve a sua primeira versão lançada em 1998 . A Unreal Engine 4, quarta versão do motor, foi lançada em 2014. O sistema Imaginator foi desenvolvido com a versão 4.12 do motor, embora a versão atual seja a 4.15. A escolha desse motor é em razão da existência de diversos módulos úteis e alinhados com os objetivos deste projeto. Ele possui comunicação nativa com a maioria dos HMDs disponíveis no mercado (HTC Vive, Oculus Rift, OSVR, dentre outros). Dessa forma, é possível receber os valores referentes à rotação destes dispositivos e sua posição em tempo real por meio da API integrada com a programação dos jogos. Além disso, o motor possui módulos de partícula (efeitos visuais), colisão entre objetos, modulo de rede (comunicação entre computadores), edição e pintura de terreno virtual, suporte a diversos formatos de sons/imagens/modelos tridimensionais, um editor que facilita a montagem dos cenários, bastando apenas “arrastar objetos” com o mouse, módulo de desenvolvimento de interface de usuário nativo, dentre outros. Portanto todos esses módulos e muitos outros foram utilizados, e facilitaram o desenvolvimento e a montagem do sistema.

A UE4 possui suporte para programação por meio de código, utilizando a linguagem de programação C++ e uma linguagem visual denominada Blueprint. Essa programação visual ocorre mediante a disposição de várias caixas, dentro de uma interface do motor, que ao serem conectadas, formam as rotinas de um código de programação. O Blueprint possui a maioria das funcionalidades que um código c++ possui, sendo possível acessar toda a API do motor. Além disso, é possível estruturar o código da mesma maneira que uma linguagem escrita, como a criação de classes, estruturas, funções, variáveis dentre outros. No início do desenvolvimento do sistema, optamos por utilizar c++. Porém, diversos problemas ocorreram em relação ao módulo da programação de rede do motor. Quando transformamos o código que havíamos produzido para *Blueprint*, ele não apresentou problemas. Portanto optamos pela utilização do *blueprint* como linguagem de programação no desenvolvimento do sistema Imaginator.

4.3 Imaginator

O sistema Imaginator, desenvolvido por meio do motor gráfico UE4, é dividido

em duas versões, denominadas versão do paciente e versão do terapeuta. Como um dos requisitos era que o sistema fosse customizável pelo terapeuta, essa divisão foi necessária. Dessa forma, é essencial proporcionar ao terapeuta liberdade de modificação de diversos parâmetros do sistema como ligar/desligar sons específicos, aumentar ou diminuir a velocidade do kart, alterar a dificuldade das pistas, dentre outros. A forma mais intuitiva que encontramos para permitir essas modificações, enquanto o paciente utiliza o sistema, foi fazendo sua separação, embora ambas estejam conectadas a um mesmo ambiente. As características e detalhes de cada aspecto do sistema são detalhadas nas seções seguintes.

4.3.1 Interface do Terapeuta

A versão do terapeuta é responsável por controlar todos os parâmetros de existência no sistema. Assim, a interface organiza estes parâmetros em dois grupos, um relativo às opções gerais do ambiente (ou sistema), e outro relativo às atividades. Os dois grupos estão dispostos em dois menus: Sistema e Atividade. O primeiro menu, denominado "Sistema", contém opções para alterar parâmetros da velocidade do kart (velocidade mínima/máxima e ativação do movimento), alterações no ambiente (seleção do cenário, dificuldade das pistas e quais grupos de objetos são visíveis), controle de som (permite/bloqueia a reprodução dos diversos sons do sistema) e Informações do Jogador (que mostra seu desempenho durante as sessões). O segundo menu, denominado "Atividade", contém opções para alterar cada parâmetro das atividades Jogar Bola, Formar Palavra e Somatório (cor da bola/cubo, tamanho da bola/cubo tempo de foco, dentre outros).

Além dos menus, são disponibilizados diversos botões de acesso rápido no canto inferior direito da tela, que aparecem à medida que recursos do sistema são ativados. Dessa forma, quando uma atividade é iniciada, um botão a ela relacionado é mostrado na interface, indicando que, ao pressioná-lo, essa atividade será desativada. Da mesma maneira, quando se ativar o movimento do kart, um botão semelhante permanece disponível para desativá-lo a qualquer momento.

O terapeuta pode mudar a perspectiva da câmera, ou seja a perspectiva com que vê o cenário em um dado momento, enquanto o paciente executa sua tarefa. Esse recurso é importante para visualizar as ações dos pacientes durante as atividades. Para isso, quatro botões sempre presentes na interface (como acesso rápido) permitem que o terapeuta selecione a perspectiva que deseja entre as opções:

- 1) A visão de topo é ativada quando pressionado o botão "Top View" e altera a



Figura 4.3: Demonstra a interface inicial do terapeuta.

direção da visualização do terapeuta, na direção de cima para baixo. O terapeuta pode movimentar-se dessa maneira, utilizando as setas direcionais do teclado, que se movimentam para esquerda/direita/frente/atrás. Além disso, é possível aproximar-se ou distanciar-se da cena, utilizando uma zoom na interface. A Figura 4.5a mostra esta opção, na interface do terapeuta.

- 2) A Visão Livre é ativada quando pressionado o botão “Free View” e posiciona o terapeuta em um ponto pré-determinado do cenário. A partir dessa posição, o terapeuta pode rotacionar seu campo visual, utilizando o mouse, dando um giro para a esquerda/direita ou para cima/baixo. Utilizando as setas direcionais do teclado, o terapeuta pode movimentar-se seguindo a orientação definida pelo mouse. Por ex.: caso o terapeuta posicione seu campo visual para cima (olhando para o céu) e aperte a seta direcional Cima/Baixo ele se movimentará em direção ao céu/chão. A Figura 4.4b mostra esta opção, na interface do terapeuta.
- 3) A visão do kart é ativada quando pressionado o botão “Kart View” posicionando/rotacionado o terapeuta para a mesma orientação e posição do kart do paciente. Nessa visualização, não é possível movimentar-se, pois seu objetivo é replicar, na tela do terapeuta, os acontecimentos da interface do paciente. A Figura 4.4a mostra esta opção, na interface do terapeuta.
- 4) A Visão da Câmera é ativada quando pressionado o botão “Camera View”, o

que faz surgir uma janela próxima a esta opção (no canto superior direito). Nesta janela, é mostrada uma imagem que representa a perspectiva/visão do paciente. Esta opção é similar a opção “Visão do kart”. A diferença entre as duas é que, nesta opção, o terapeuta é livre para acessar quais quer configurações do sistema. Assim, o terapeuta pode modificar opções do sistema, enquanto assiste a visão do paciente, através desta janela. A Figura 4.5b mostra esta opção, na interface do terapeuta.

Vale ressaltar que os menus e botões de acesso rápido sempre estão disponíveis neste modo.

Por último, em relação a opção “Informações Jogador”, situada dentro do menu Sistema, que contém informações do desempenho do paciente no período em que utilizou o sistema. Para cada atividade, o sistema armazena atributos específicos como pontuação adquirida, quantidade de erros (quando acertou um objeto diferente do objetivo), quantidade de acertos (quando acertou o objeto objetivo), quantidade de perdas (quando o objeto objetivo desaparece após um limite máximo de tempo) e tempo gasto. Estas informações são acumulativas e não se apagam com o início de uma nova atividade. Portanto o terapeuta pode acompanhá-las a qualquer momento. Além disso, são mostradas algumas informações extras e específicas de cada atividade e que são atualizadas em tempo real e disponíveis enquanto estas estiverem ativas. Para a atividade de Formar Palavra, a letra objetivo é mostrada nessa interface. Na atividade Somatório, o valor da soma parcial é mostrado. Além disso, nesse menu, também é possível colocar o nome do paciente e possui um campo de texto que pode ser utilizado para escrever observações sobre o paciente em cada sessão. O botão salvar fica disponível neste menu para armazenar essas informações em um arquivo de extensão txt.

4.3.2 Interface do Paciente

A versão do paciente permanece sempre conectada ao Oculus Rift. Toda a imagem gerada pelo jogo é enviada a esse dispositivo de RV e também ao monitor conectado ao computador. Dessa maneira, uma pessoa que esteja próxima ao monitor consegue ver, em tempo real, a mesma imagem que o paciente está visualizando. O paciente permanece sempre dentro do carro da montanha russa, deve estar assentado de frente à câmera de captura de posição. Essa câmera é responsável por determinar onde o paciente se encontra. Dessa forma, caso ele se movimente para frente/trás, cima/baixo e direita/esquerda, esses movimentos também serão replicados dentro do jogo. Embora essa câmera capture sua posição, seu alcance é limitado.



(a) Demonstra a opção “visão do Kart” (*cart View*) ativa, na interface do terapeuta



(b) Demonstra a opção “visão livre” (*Free View*) ativa, na interface do terapeuta

Figura 4.4: Imagens da interface terapeuta, demonstrando as diferentes opções de câmera



(a) Demonstra a opção “visão de Topo” (*Top View*) ativa, na interface do terapeuta



(b) Demonstra a opção “Visão da Câmera” (*Camera View*) ativa, na interface do terapeuta

Figura 4.5: Imagens da interface terapeuta, demonstrando as diferentes opções de câmera

O kart movimenta-se baseado na física do mundo real, havendo aceleração/desaceleração na descida/subida. Além disso, ele perde velocidade se estiver andando em pista reta, levando em consideração o atrito entre o carro e o trilho. O kart reproduz efeitos sonoros, de acordo com a velocidade em que se encontra, que acompanham o jogador a todo momento.

Nessa versão, foi desenvolvida uma interface própria para fornecer informações úteis em relação às atividades propostas e informações específicas do paciente. Esta interface movimenta-se junto com os Oculus Rift. Assim, independente da direção para a qual o paciente esteja olhando, a interface é visível e permanece na mesma posição da tela. Nela, é mostrado, o valor da pontuação geral do paciente que permanece a todo momento na interface (na posição superior) e comporta até 4 caracteres. Além disso existe informações específicas, que só aparecem quando certas atividades estão ativas. A descrição destas informações são apresentadas na seção a seguir.

4.3.3 Atividades

O sistema possui três atividades que foram propostas por terapeutas ocupacionais. Elas foram denominadas **Jogar Bola**, **Formar Palavra** e **Somatório**. De modo geral, as três atividades requerem do paciente que ele “fixe”, a direção para a qual está olhando, para um objeto em movimento. Assim, com o intuito de facilitar o entendimento do paciente, adicionamos um quadrado azul pequeno que acompanha qualquer movimento do Oculus Rift (veja Figura 4.6). Ele representa o centro da visão e por isso está posicionado no centro da tela do paciente. O sistema somente reconhece que o paciente está olhando para um objeto, quando ele mantém esse ponto azul "em cima do objeto" em movimento. Dessa maneira, se o objeto objetivo estiver em movimento, o paciente precisa movimentar a cabeça para manter esse ponto em cima do objeto e, portanto, acertá-lo. Quando o jogador o acerta, sons de vitória são reproduzidos. Caso contrário, um barulho de buzina de carro é reproduzido. As características e regras de cada atividade são a seguir descritas.

- **Jogar Bola:** O objetivo desta atividade é acertar uma bola de cor, à escolha do terapeuta, que cai do céu e quica (como uma bola de vôlei) ao acertar o chão ou qualquer objeto do cenário. Para acertar a bola, basta manter o ponto azul em cima dela por um tempo fixo. A cada acerto, o jogador recebe uma pontuação, e uma nova bola é adicionada próxima ao carro do jogador de forma que ele consiga percebê-la. Caso a bola não seja acertada em um período máximo, ela desaparece,

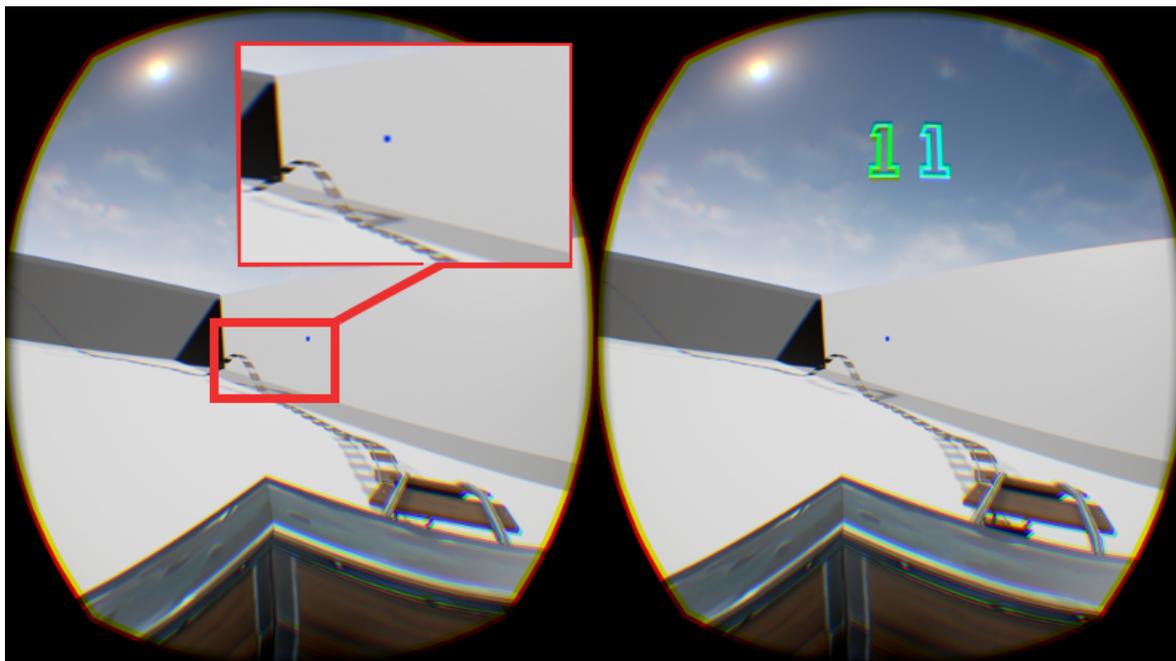
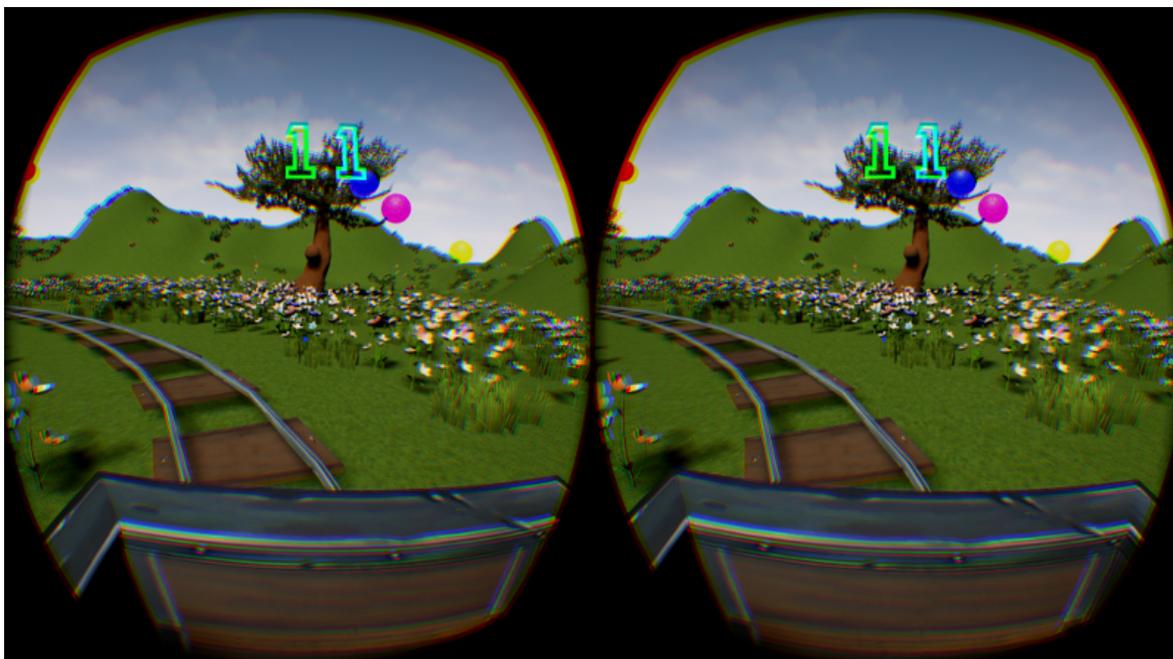


Figura 4.6: Interface da aplicação paciente, demonstrando o quadrado azul (ampliado na imagem em vermelho) utilizado como referência para acertar objetos nas atividades.

e o sistema contabiliza como erro. Para aumentar a dificuldade da atividade, o terapeuta pode habilitar uma opção na qual, em vez de cair apenas a bola de cor predefinida, outras bolas de cores diferentes da bola objetivo são adicionadas. Caso o jogador olhe para a bola de cor diferente da objetivo, o sistema contabiliza como erro. A Figura 4.7b, mostra a interface do terapeuta, onde a câmera esta apontada para o carro do paciente, enquanto a atividade jogar bola está ativa. Além disso, em relação a customização, o terapeuta pode, a qualquer momento, modificar a cor da bola objetivo, dificultar a atividade adicionando novas bolas, alterar o tamanho das bolas, alterar o tempo de foco necessário para acertar a bola objetivo e o tempo de foco necessário para acertar uma bola diferente da objetivo. A Figura 4.8a mostra a interface do terapeuta com o menu que altera os parâmetros da atividade Jogar Bola aberto.

- **Formar Palavra:** O objetivo desta atividade é acertar letras em ordem, para formar uma palavra. O sistema permite que o terapeuta escreva qualquer palavra, desde que não contenha acento, nem ultrapasse dez caracteres. Cada letra é representada no jogo, por um cubo no qual cada face possui o símbolo da letra estampada. Os cubos caem do céu e quicam ao colidir com objetos e o chão. Para acertar um cubo, basta manter o ponto azul em cima dele por um tempo arbitrário. A palavra inserida no sistema, é mostrada na interface do paciente

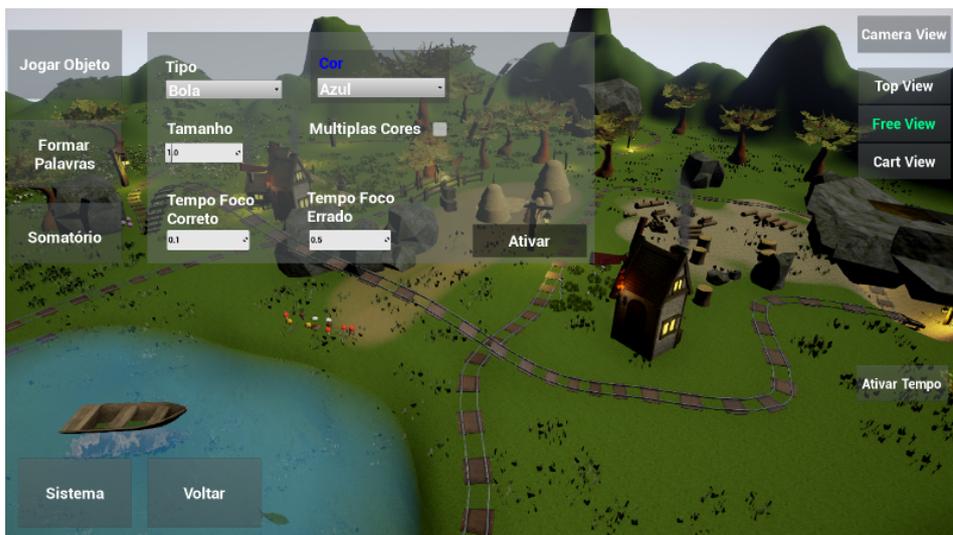


(a) Interface da aplicação paciente. Nesse instante o paciente necessita acertar a bola de cor rosa, para marcar o ponto



(b) Interface da aplicação terapeuta. O terapeuta configurou a atividade “Jogar Bola”, para gerar bolas além da bola objetivo, de cor vermelha.

Figura 4.7: Imagem da interface do paciente e do terapeuta, capturadas no mesmo instante, enquanto a atividade jogar bola está ativa.



(a) Menu da atividade Jogar Bola.



(b) Menu da atividade Formar Palavra.



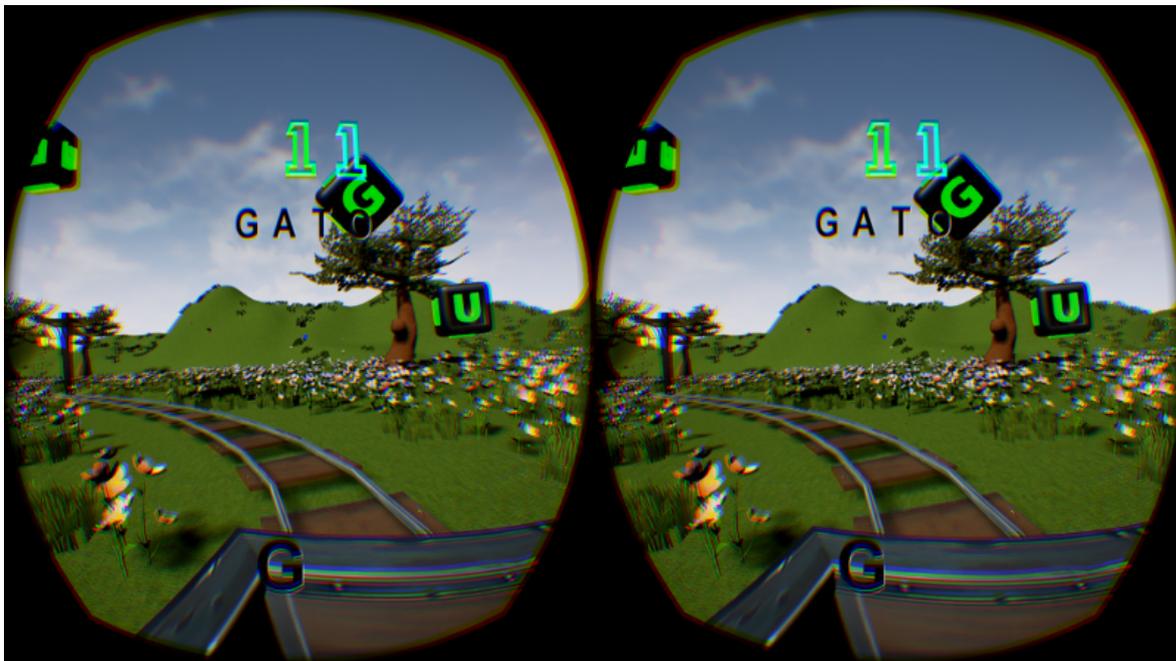
(c) Menu da atividade Somatório.

Figura 4.8: Imagens da interface do terapeuta, demonstrando as diversas configurações das atividades.

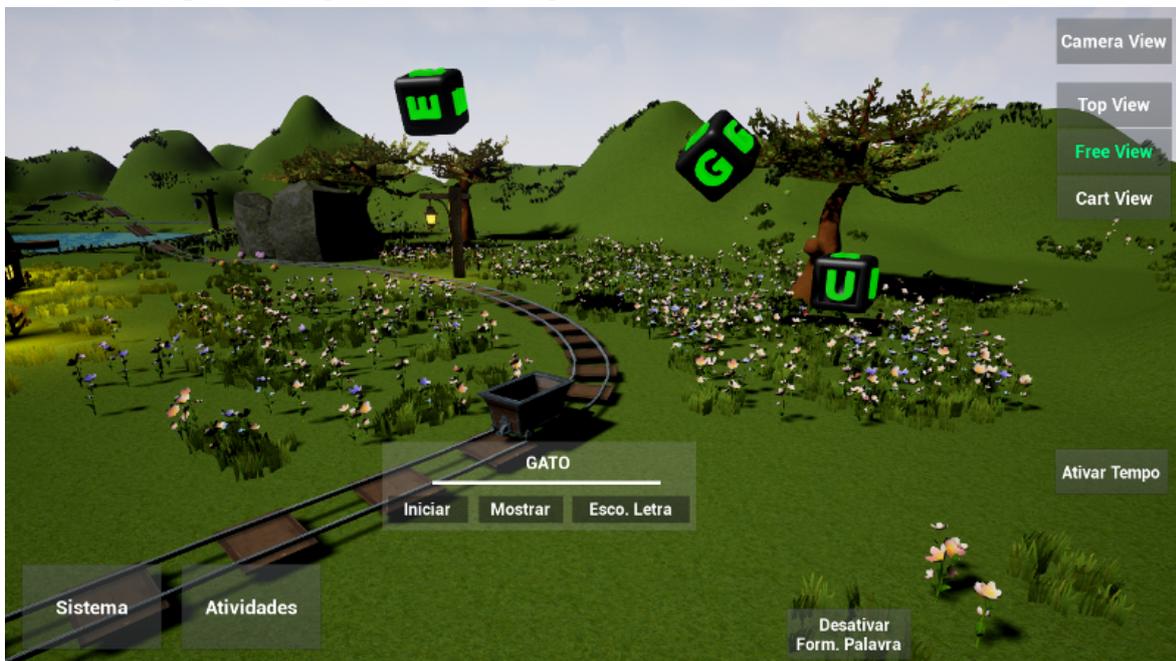
e permanece disponível até que seja completada. Quando o jogador acerta uma letra, esta é colorida em sua interface, e uma nova letra é indicada para que ele acerte. O sistema gera letras aleatórias enquanto a atividade está ativa. Dessa maneira, é comum que haja outras letras diferentes da letra que o jogador precisa acertar. Para dificultar a atividade, o sistema fornece a opção de embaralhar a palavra escrita pelo terapeuta. Dessa forma, o jogador precisa acertar as letras na ordem em que estão embaralhadas. A cada acerto da letra objetivo, o jogador recebe uma pontuação. Caso o jogador olhe para uma letra diferente da letra objetivo ou a letra objetivo desapareça após um período de tempo máximo, o sistema contabiliza como erro. A Figura 4.9b, mostra a interface do terapeuta, onde a câmera esta apontada para o carro do paciente, enquanto a atividade Formar Palavra está ativa. Em relação à customização, o terapeuta pode, a qualquer momento, modificar diversos parâmetros predefinidos: 1) a cor das bordas/superfícies/letras do cubo; 2) dificultar a atividade ativando a opção aleatório; 3) alterar o tamanho dos cubos; 4) alterar o tempo de foco necessário para acertar letra objetivo; 5) o tempo de foco necessário para acertar uma letra diferente da objetivo. A Figura 4.8b mostra a interface do terapeuta com o menu que altera os parâmetros da atividade Formar Palavra aberto.

Para a interface do paciente (enquanto esta atividade está ativa), a letra objetivo e as letras que formam essa palavra aparecem na tela do paciente (na cor preta) e, à medida que ele acerta as letras, elas se coloreem. A Figura 4.9a mostra a interface do paciente, enquanto a atividade Jogar Bola esta ativa. A capacidade máxima de tamanho de uma palavra é de dez caracteres.

- Somatório: O objetivo desta atividade é acertar números em que a soma deles resultem em um valor arbitrário. Este valor permanece visível na interface do paciente até que o somatório seja atingido. Ele pode ser modificado a qualquer momento pelo terapeuta, ou pode ser gerado aleatoriamente pelo sistema. Quando o jogador atinge o valor do resultado, ele deve olhar para um cubo que possui a letra "X" estampada e que sempre está disponível no cenário e próximo ao jogador. Cada número é representado, no jogo, por um cubo em que cada face possui o símbolo do número estampado. Os números caem do céu e quicam ao colidir com objetos e o chão. O valor de cada número é gerado aleatoriamente, porém o terapeuta pode alterar o intervalo de números que podem ser gerados. Vale ressaltar que o jogador não possui visualização do valor parcial da soma em sua interface, apenas o terapeuta tem essa informação. Quando o jogador olha para o cubo de "X" e o resultado da soma esta correto, ele recebe uma pontuação.



(a) Interface da aplicação paciente. Nesse instante o paciente necessita acertar o cubo com a letra G que representa a primeira letra da palavra Gato.



(b) Interface da aplicação terapeuta. O terapeuta configurou a atividade para gerar a palavra Gato.

Figura 4.9: Imagem da interface do paciente e do terapeuta, capturadas no mesmo instante, enquanto a atividade “Jogar Bola” está ativa.

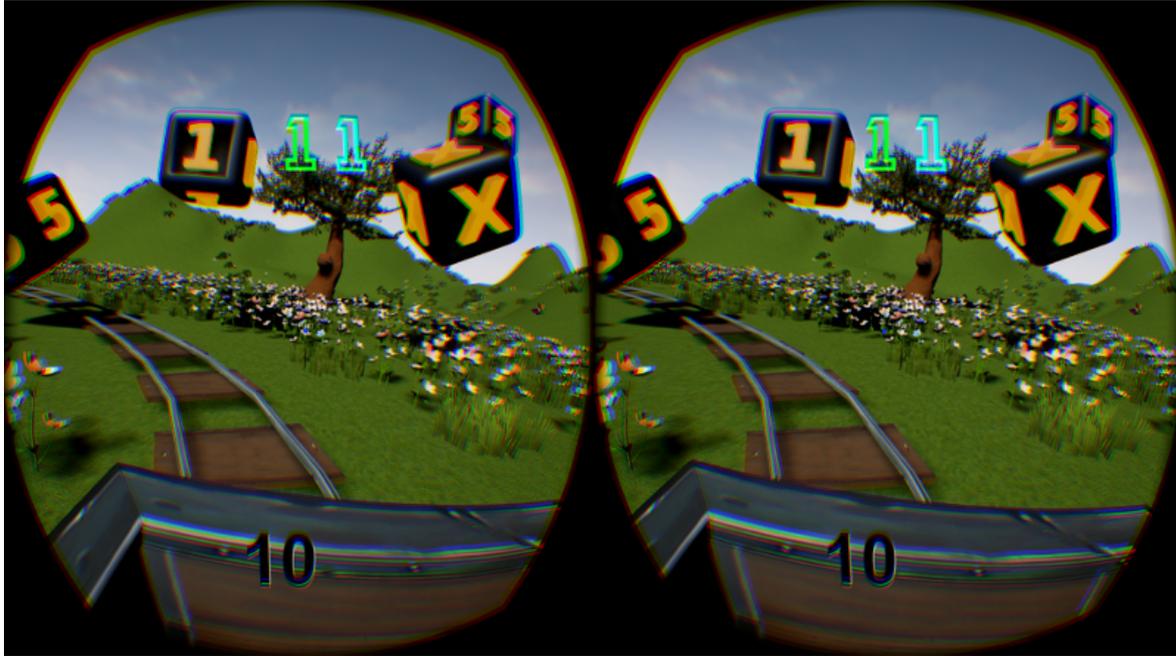
Caso contrário, o sistema contabiliza como erro. A Figura 4.8c, mostra a interface do terapeuta, onde a câmera esta apontada para o carro do paciente, enquanto a atividade Somatório está ativa. Em relação à customização, o terapeuta pode, a qualquer momento, modificar a cor das bordas/superfícies/números do cubo e alterar o tamanho dos cubos, alterar o valor soma desejada e quais números são permitidos de serem utilizados pelo sistema. A Figura 4.8c mostra a interface do terapeuta com o menu que altera os parâmetros da atividade Somatório aberto.

Para a interface do paciente (enquanto esta atividade está ativa), o valor final da soma aparece escrito na interface (na cor preta).

4.3.4 Os Cenários e Pistas

Na versão atual do sistema, dois cenários foram desenvolvidos. 1) O primeiro, denominado **Medieval**, possui quatro casas (duas com moinhos), um lago, uma caverna, diversas pedras e vários objetos que caracterizam uma vila medieval, como feno, garfo de feno, baldes de madeira, bacias de palha contendo alimentos, carroças com frutas, troncos de lenha cortados, machados, dentre outros. A Figura 4.11, mostra este cenário através da câmera da interface do terapeuta e do paciente. Além disso, o cenário é composto por diversas árvores, flores, montanhas e arbustos que fazem parte da vegetação do terreno. 2) O segundo, denominado **TheBox**, é rodeado por paredes de cor cinza, que remete à ideia de estar dentro de uma caixa, e não possui nenhum tipo de objeto. A Figura 4.12, mostra este cenário através da câmera da interface do terapeuta e do paciente.

Para o cenário Medieval o sistema permite ao terapeuta alterar, em tempo real, os grupos de objetos que aparecem nele. Dessa forma, agrupamos os diversos objetos em quatro grupos: árvores, montanhas (incluem as pedras espalhadas no cenário), casas (incluem as casas e objetos ao seu redor), efeitos (incluem cercas, lâmpadas, feno etc). Na interface do terapeuta, é possível desligar/ligar estes grupos, enquanto o paciente executa uma atividade. Embora haja a possibilidade de retirar todos os objetos, sendo assim possível limpar completamente o campo visual e deixar o cenário menos detalhado. O Medieval ainda possui uma coloração esverdeada, flores, gramas e várias montanhas de fundo. Com o objetivo de criar um ambiente o mais limpo possível, criamos o TheBox, que possui apenas a pista da montanha russa. Sendo assim o paciente terá mais atenção nas atividades, em vez de em algum objeto ou ponto colorido no cenário.

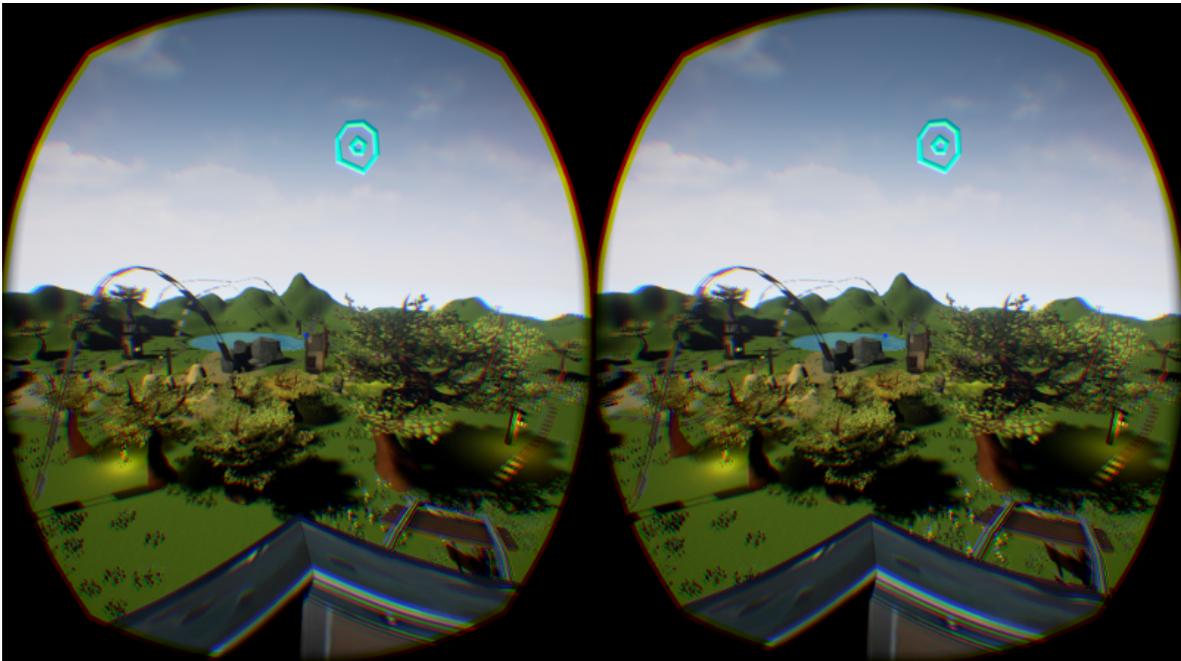


(a) Interface da aplicação paciente. Nesse instante o paciente necessita olhar os números e soma-los, em uma sequência, para que o resultado da soma seja 10. Exemplo: Olhar para dois cubos de valor 5.

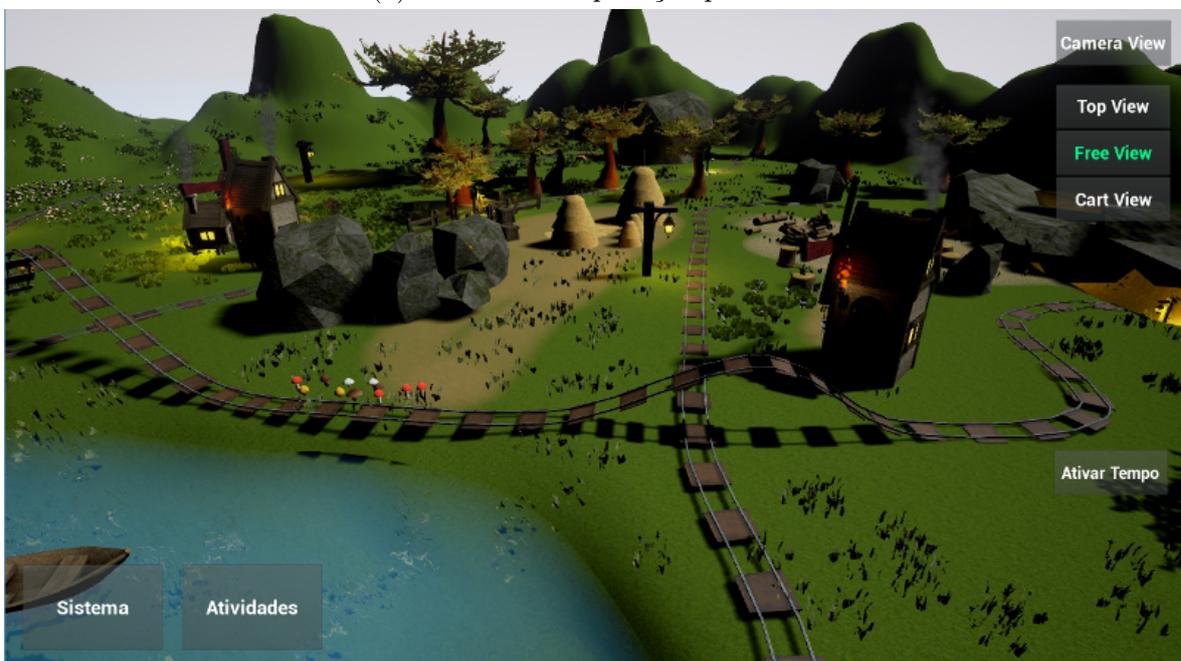


(b) Interface da aplicação terapeuta. O terapeuta configurou a atividade em que a soma final, seja 10.

Figura 4.10: Imagem da interface do paciente e do terapeuta, capturadas no mesmo instante, enquanto a atividade “Jogar Bola” está ativa.

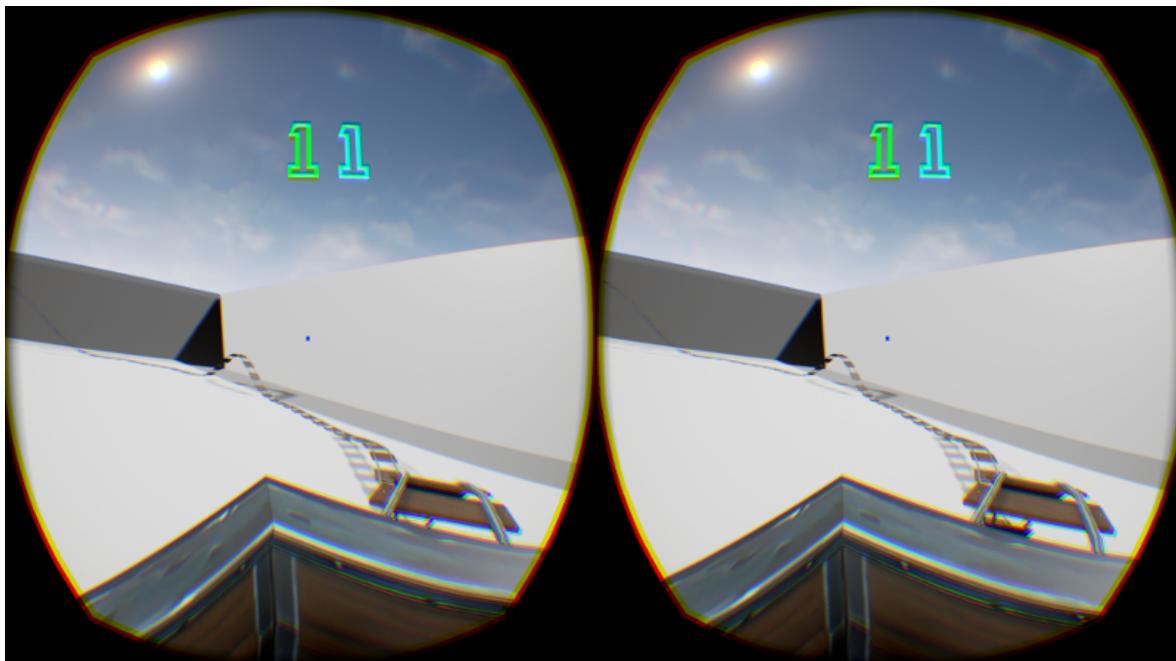


(a) Interface da aplicação paciente.

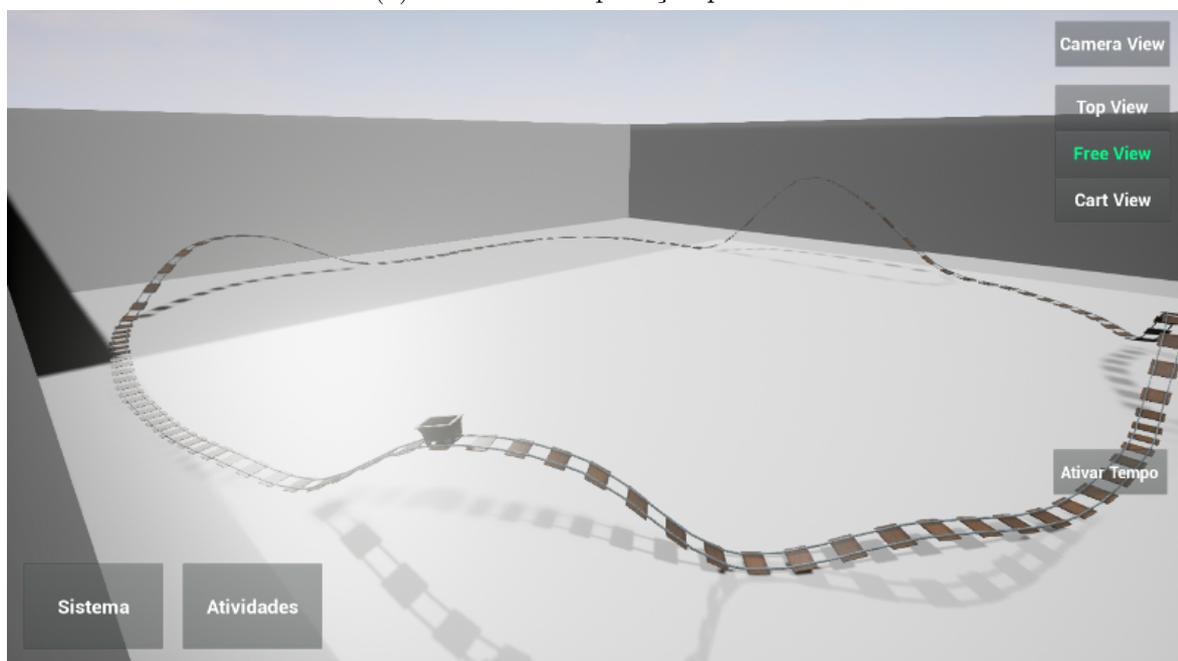


(b) Interface da aplicação terapeuta.

Figura 4.11: Imagem da interface do paciente e do terapeuta, capturadas em instantes diferentes, enquanto observam o cenário Medieval.



(a) Interface da aplicação paciente.



(b) Interface da aplicação terapeuta.

Figura 4.12: Imagem da interface do paciente e do terapeuta, capturadas em instantes diferentes, enquanto observam o cenário TheBox.

Cada cenário é composto por uma pista com circuito distinto. No cenário Medieval, esse circuito passa perto de um lago, dentro de uma caverna e próximo aos diversos objetos do jogo. Cada circuito possui quatro variações. Essas variações definem o parâmetro “dificuldade” das pistas e podem ser alterados a qualquer momento. Essas variações não alteram a trajetória do circuito. Suas alterações se limitam à quantidade de subidas e descidas que um circuito possui. Dessa forma, a pista mais difícil possui maiores e mais frequentes subidas/descidas.

O cenário Medieval possui diversos locais que emitem sons variáveis (som de grilo, sapo, água, etc.). Além disso, alguns objetos que compõem o cenário, árvores e moinhos também emitem sons. Esses efeitos sonoros são espaciais, sendo assim, ocorrem em relação à posição do jogador no cenário. Dessa forma, à medida que ele se aproxima/distancia do local emissor de som este aumenta/diminui o volume.

4.4 Sumário

Neste capítulo foi apresentado, o Imaginator – software desenvolvido para ser aplicado no tratamento da TPS. Foram descritos detalhes técnicos como a ferramenta utilizada (o motor de jogos UE4) e sua estrutura. Além disso, foi feita uma descrição de maneira aprofundada de todos os recursos presentes no simulador.

O sistema desenvolvido, possui a característica de ser customizável, fator necessário para que seja adequado às diversidades dos pacientes. Esta característica é notória em cada atividade, controle e configuração do sistema. O sistema possui duas versões distintas (a do terapeuta e a do paciente), o que possibilita ambas as partes, desempenhem atividades em paralelo, embora estejam conectadas em rede a um mesmo ambiente virtual. Seu desenvolvimento foi feito através do software UE4, ferramenta indispensável, por sua conexão nativa com HMDs e API projetado para o desenvolvimento de jogos.

No próximo capítulo apresentamos a avaliação do Imaginator realizada junto aos terapeutas. Faremos uma breve descrição do uso que fizeram do sistema, e do método de entrevista semiestruturada utilizado, assim sobre como foi feita a análise destas entrevistas. Finalmente discutimos os resultados obtidos.

Capítulo 5

Avaliação

Neste capítulo, será abordado o método selecionado para a avaliação e características de sua condução. Além disso, serão apresentados os resultados da entrevista, usando trechos da mesma que apoiaram nossa análise e suas respectivas análises, assim como a discussão referentes aos dados apresentados.

5.1 Metodologia

O objetivo da pesquisa traduziu-se em fazer uma avaliação inicial do potencial de uso de sistemas de realidade virtual (como o Imaginator) para tratamento da TPS. Antes de iniciarmos os testes do sistema em pacientes, duas opções para sua implementação nos pareceram viáveis naquele momento. A primeira consistia em aplicar o simulador nos pacientes por nosso próprio intermédio. A segunda hipótese fundamentava-se em aplicá-lo nos pacientes, porém, por intermédio de terapeutas ocupacionais.

A partir de uma análise mais criteriosa, a segunda opção nos pareceu mais segura, uma vez que nossa equipe não possuía os requisitos necessários para avaliar os riscos que o sistema poderia causar aos pacientes em função das adversidades e sintomas presentes em pacientes com TPS. Concluímos, portanto, que apenas o terapeuta ocupacional disporia de conhecimentos técnicos necessários para conduzir um processo dessa natureza. Somente ele, poderia avaliar em que circunstâncias o simulador poderia ou não ser utilizado com segurança.

A partir desta definição, procuramos realizar um prognóstico sob a ótica e a expertise desse profissional em relação às reais possibilidades e ao provável potencial de sucesso na utilização do sistema no tratamento de pacientes com TPS. Posto isso,

decidimos fazer entrevistas semiestruturadas, uma vez que estas nos permitiriam aprofundar nas visões e experiências dos terapeutas.

A entrevista para cada terapeuta foi dividida em duas etapas: 1) etapa inicial – realizamos uma entrevista curta antecedida por um roteiro de utilização que abordava todas as configurações e recursos do sistema. O objetivo desta entrevista é coletar dados referentes a experiência inicial de uso do sistema pelo terapeuta. 2) etapa final – realizamos a segunda entrevista, com o objetivo coletar dados referentes a experiência de uso dos terapeutas nos pacientes. Esta etapa acontece após aproximadamente 15 dias de utilização do sistema pelos profissionais, da maneira que lhes convir.

Para os testes, utilizamos dois sistemas onde cada sistema é composto por um computador (com nível de processamento adequado a rodar o simulador a 75+ quadros por segundo), dois monitores e óculos de realidade. Estes sistemas foram levados até o local de trabalho de cada terapeuta e montados. Após a montagem dava-se início a primeira entrevista.

Para a condução das entrevistas e análises dos dados, decidimos utilizar o Método de Explicitação de Discurso Subjacente (MEDS). Seu principal objetivo é “o de ouvir detalhadamente aquilo que, em contextos naturais e da forma mais livre possível os entrevistados tem a dizer”, [Nicolaci-da Costa, 2007]. Segundo Nicolaci-da Costa et al. [2004], assim como os demais métodos de análise qualitativa, o MEDS possui abertura, a investigação aprofundamento em contexto, as amostras pequenas e a flexibilidade de procedimentos e técnicas. A principal premissa deste método, é que

“usa a língua em contexto, ou seja, o discurso, como via de acesso às características internas de homens, mulheres e crianças. Esta via de acesso é legitimada pela concepção de que, ao internalizarmos uma língua nos contextos em que ela é naturalmente usada, internalizamos todo um conjunto de conceitos, regras, valores, etc. que caracterizam uma determinada sociedade ou grupo social. [...] se o discurso constrói ele também revela” [Nicolaci-da Costa et al., 2004, p. 49]

Os resultados produzidos a partir do método MEDS são referentes à análise de recorrências comuns encontradas entre as entrevistas. Conforme Nicolaci-da Costa et al. [2004], o MEDS possui a premissa de que qualquer característica linguística ou paralinguística que seja frequente nos discursos dos participantes da pesquisa “pode ser uma importante via de acesso a aspectos de nossa configuração interna – desejos, aspirações, conflitos, etc. – que nós próprios muitas vezes desconhecemos.” [Nicolaci-da Costa et al., 2004, p. 53]. Assim como a febre é um indicador de algo invisível (uma

infecção), as características e discursos recorrentes são indicadores de algo invisível que se quer tornar visível.

Para que isso aconteça, é, no entanto, necessária a aplicação sistemática de todo um conjunto de procedimentos, guiados pelos princípios gerais ditados pelo método, conforme Nicolaci-da Costa et al. [2004].

- **Delineamento do Objetivo:** Essa etapa define-se o foco da investigação. Sugere-se que seja colocado sob a forma de uma pergunta aberta, qual o objetivo da pesquisa. A definição é fundamental, porque a partir dele, dependerão as demais etapas do métodos, para serem definidas. A escolha de um objetivo nítido “estabelece os limites claros que priorizam a profundidade dos resultados a serem obtidos”, [Nicolaci-da Costa et al., 2004, p. 50] .
- **Recrutamento de Participantes:** Essa etapa, define-se a maneira como serão escolhidos os participantes da pesquisa. No MEDS, sugere-se uma estratégia de recrutamento que maximiza a homogeneidade do grupo. Dessa forma, define-se critérios que serão usados na escolha do perfil dos candiados. Para este tipo de recrutamento, é útil fazer uso de uma rede de conhecidos que possam dar indicações de pessoas que tenham o perfil escolhido. Vale ressaltar, que em uma pesquisa em profundidade, o número de participantes é pequeno.
- **Preparação para a Coleta de Dados:** Nesta etapa, define-se o instrumento de coleta de dados, assim como a preparação para executar o mesmo. No MEDS, é dada preferência as entrevistas semi-estruturadas, que são flexíveis e possuem perguntas abertas. Podem ser feitas, de forma presencial ou não e requerem a construção de um roteiro, alinhado ao objetivo do trabalho. Esse roteiro contém itens abertos, que são lembretes para o entrevistador dos pontos que devem ser discutidos.
- **Coleta de Dados:** Nesta etapa, define-se a maneira de condução das entrevistas. No MEDS, deve-se definir um local de coleta de dados em que o entrevistado se sinta a vontade, para que a conversa seja o mais natural possível. O método pressupõem a realização de uma única entrevista com cada entrevistado com duração média de 1h e meia. As entrevistas devem seguir o modelo um a um, (um entrevistador e um entrevistado), e devem ser gravadas (com o consentimento do entrevistado). Vale ressaltar a necessidade da assinatura do Termo de Consentimento antes do início as entrevistas.

- **Análise dos Dados:** Nesta etapa, define-se as regras de análise dos dados, transcritos das entrevistas. O MEDS se caracteriza por fazer uma análise explícita de discurso. Portanto considera quaisquer aspectos linguísticos recorrentes no discurso coletado, relevantes ao objetivo da pesquisa - forma, conteúdo, sintaxe, entonação, pausas, hesitações. Esta análise é feita em duas etapas: 1) Inter-sujeitos – todas as respostas de todos os sujeitos são reunidas a cada um dos itens do roteiro, e são analisadas sistematicamente. Este procedimento propicia uma visão panorâmica dos depoimentos gerados por cada um destes itens e revela as tendências centrais das respostas dada pelo grupo. 2) Intra-sujeitos – tornam-se as respostas de cada um dos sujeitos como um único conjunto dentro do qual são analisados possíveis conflitos de opiniões, inconsistências entre respostas, sentimentos contraditórios etc. A partir desta análise, retorna-se a primeira reanalisando os conjuntos das respostas dadas por todos os sujeitos a cada uma das perguntas. Estas etapas podem ser repetidas, e sua repetição permite que o material coletado seja dominado a fundo e torna possível detectar os porquês que a pesquisa se propõe a revelar. A partir desta análise, são identificadas recorrências e que são agrupadas em categorias de análise de acordo com suas semelhanças.

5.1.1 Aplicação do MEDS

As etapas e procedimentos deste método, descritas anteriormente, foram utilizadas em sua íntegra, em nossa pesquisa. Dessa forma, a aplicação das etapas do método no contexto deste trabalho, são descritas a seguir:

Delineamento do Objetivo

O objetivo do nosso trabalho é coletar indicadores sobre se o uso de um jogo que utiliza recursos de realidade virtual pode ser útil para o tratamento da TPS e se é positiva ou não. Dessa forma a pergunta principal que serviu de base para o desenvolvimento do roteiro é : *Você acredita que um jogo baseado em realidade virtual poderia ser útil no tratamento da TPS?*

Recrutamento de Participantes

Tendo em vista o motivo da escolha de terapeutas ocupacionais (descrito anteriormente), o perfil dos participantes escolhidos para a pesquisa, deveria atender a três requisitos: Ser Terapeuta Ocupacional, atuar no tratamento da TPS e ter experiência mínima de 4 anos. Através de indicações, selecionamos 5 terapeutas com idade variando

entre 28 e 47, com experiência de atuação variando entre 6 a 10 anos. Com o intuito de preservar o anonimato denominamos a siglas T1,T2,T3,T4,T5 para representar os terapeutas participantes.

Preparação para a Coleta de Dados

A entrevista segue o modelo semiestruturado e a coleta de dados foi feita presencialmente. Elaboramos dois roteiros, dessa forma a entrevista para cada terapeuta foi dividida em duas etapas.

A primeira etapa é composta pela apresentação do sistema ao terapeuta e, em seguida, a entrevista inicial. Esta apresentação inicial, foi feita seguindo um roteiro (encontra-se disponível em Roteiro de Utilização do Sistema, página 99), em que todas as funções e recursos do simulador são apresentados ao terapeuta. Inicialmente, é mostrado o processo de inicialização do sistema e configurações iniciais, para que o sistema esteja pronto ao uso. Em seguida apresentamos a interface inicial e todas as possibilidades de mudança de perspectiva da câmera do terapeuta. Após isto, apresentamos todas as opções do menu sistema, como a configuração do carro, dos cenários e do áudio, seguido de todas as opções do menu atividades (que contém as 3 atividades). Nesta apresentação, o entrevistador assume o papel de paciente enquanto o terapeuta explora as configurações. Em seguida, o terapeuta assume o papel do paciente e o entrevistador do terapeuta. Todas as opções do sistema são repetidas para que o terapeuta possa visualizá-las na perspectiva do paciente. Por último, apresentamos o menu que contém as informações do jogador e repetimos o processo inicializar o sistema. Logo após esta apresentação inicial, a primeira entrevista é feita, utilizando o primeiro roteiro.

O primeiro roteiro (encontra-se disponível em Roteiro - Primeira Etapa das Entrevistas, página 93) possui 8 questões abertas, e é dividida em dois blocos temáticos: O primeiro sobre o perfil dos terapeutas, e o segundo sobre o nível de imersão do sistema. Sobre o perfil do terapeuta, nosso objetivo era coletar dados sobre sua experiência. Assim, as questões abordadas tratavam da sua área de atuação na Terapia Ocupacional (TO), número de pacientes e experiência com uso de tecnologias em tratamentos. Em relação ao bloco sobre imersão, abordamos questões relacionadas à experiência inicial que o terapeuta obteve com o uso do sistema, sua opinião em relação às características gráficas, sobre o realismo dos movimentos, sobre a imersão que o sistema proporciona, se sentiu presença e sobre os efeitos sonoros presentes.

Finalizando a entrevista inicial, o sistema permanece montado no ambiente de trabalho do terapeuta, até o término do período de uso (aproximadamente 15 dias). Nesse período o terapeuta é o terapeuta era livre para usar ou não o sistema, de acordo com o que achasse pertinente nos tratamentos. A segunda etapa é composta

pela entrevista final, que segue o segundo roteiro e acontece após o período de uso do sistema pelo terapeuta.

O segundo roteiro (encontra-se disponível em Roteiro - Segunda Etapa das Entrevistas, página 95)) possui 12 questões abertas, divididas em 2 blocos temáticos: O primeiro sobre a utilização do sistema na terapia, e o segundo sobre a experiência de uso do sistema, pelos terapeutas. Para o bloco sobre o uso na terapia, abordamos as principais questões em relação ao objetivo deste trabalho e requisitamos a opinião dos terapeutas sobre: Quais estímulos são afetados pelo simulador, sobre a aplicação da RV no tratamento da TPS, sobre a motivação dos pacientes que utilizaram e se houve ganho ou perdas em seu tratamento. Para o bloco sobre a experiência de uso, abordamos assuntos relacionados ao uso do sistema, como interface, configuração de atividades e possíveis aprimoramentos.

Coleta de Dados

As entrevistas foram feitas dentro dos locais de trabalho de cada terapeuta. Todas as entrevistas foram conduzidas individualmente, onde apenas o terapeuta e o entrevistador, estavam presentes. As entrevistas foram gravadas integralmente, em arquivos de áudio, e posteriormente transcritas. A primeira etapa da entrevista ocorreu após a montagem do sistema, na sala dos terapeutas, e utilização inicial. Esta etapa possui duração entre 10-15 minutos para a entrevista e tempo médio de 1h para a utilização inicial. A etapa final da entrevista aconteceu após um período que variou entre 15-19 dias de uso. O dia da retirada dos equipamentos, foi marcado com 7 dias de antecedência. Neste período, os terapeutas fizeram uso do sistema com os pacientes, aqueles que eles julgaram que poderia ser interessante para o paciente ou tratamento utilizar, anotando dados que julgaram relevantes durante sessão. Essas anotações eram feitas de maneira virtual (através do sistema) e armazenadas no computador em que estava instalado o sistema. A coleta de dados aconteceu entre os meses de maio e junho de 2017 (início na primeira semana de maio e término na primeira semana de junho). Em média, cada terapeuta operou o sistema durante 15 dias.

Todos os terapeutas participantes assinaram o termo de consentimento desta pesquisa (encontra-se disponível em Termo de Consentimento de Participação, página 97)).

Análise dos Dados

A análise dos dados coletados, a partir das entrevistas, seguiu, com critério, as etapas de análise do MEDS. Dessa maneira, após a transcrição das entrevistas, os dados foram armazenados em planilhas, onde cada planilha correspondia a um tera-

peuta. Esta organização serviu como base, para a análise intra-sujeitos. Em seguida, os dados foram reorganizados, em que, as respostas dos terapeutas, fossem agrupadas em conjuntos referentes a cada questão dos roteiros. A partir deste agrupamento, foi feita a análise inter-sujeito dos dados, e posteriormente intra-sujeitos.

Portanto, todos os passos descritos no MEDS foram seguidos, e adaptados, ao contexto do nosso trabalho. A seguir será apresentado os resultados das entrevistas e sua respectiva análise.

5.2 Resultados

Os dados obtidos nesta pesquisa foram originados das entrevistas feitas com as cinco terapeutas participantes. Vale ressaltar que todas as terapeutas relataram ter utilizado o sistema em seus pacientes e houve diversas citações a respeito dessa utilização. Os pacientes participantes tinham diagnóstico de TPS e têm faixa etária entre 4-15 anos. Além da TPS, alguns participantes apresentavam outras comorbidades como: distúrbio de aprendizagem, autismo, síndrome de asperger, transtorno de linguagem, dificuldade de coordenação motora e hiperatividade.

Após a análise dos dados e identificação das recorrências, classificamos estas em nove categorias de análise: 1) O sistema gerou estímulos em mais de um sentido; 2) O simulador gera a sensação de presença; 3) Pacientes se sentiam motivados a usar o sistema; 4) O sistema causou mudanças positivas no comportamento ou atitude do paciente; 5) O sistema causou reações adversas em alguns pacientes; 6) Importância da customização no sistema; 7) Diversidade de conteúdo é necessário para manter o nível de interesse dos pacientes; 8) Sugestões de melhoria no sistema; 9) Os terapeutas considerariam o uso do sistema como uma ferramenta em seu trabalho. Dessa forma, as categorias de análise são descritas a seguir:

O sistema gerou estímulos em mais de um sentido

As cinco terapeutas afirmam que houve estímulo nos sistemas vestibular, visual e auditivo; três delas observaram estímulos no proprioceptivo, e duas observaram pouco estímulo no tátil.

Em relação ao vestibular, algumas terapeutas relacionam seu estímulo aos movimentos da cabeça feitos pelos pacientes. Isso foi notório na fala da terapeuta T5: “[...] a gente move a cabeça o tempo inteiro com o jogo né ?. Então a gente sabe que o movimento da cabeça estimula o sistema vestibular”. Já outras terapeutas relacionam o estímulo do vestibular a reações dos pacientes, típicas deste sistema. T3 por exemplo

cita uma destas reações: *“O principal sistema é o sistema vestibular, pois há crianças que saem com a sensação de mal-estar e enjoo, decorrentes deste estímulo”*.

Em relação ao visual, algumas terapeutas relacionaram o seu estímulo ao movimento feito pelos olhos com o intuito de focar e procurar objetos. A terapeuta T2, por exemplo, expressa a ideia em uma de suas falas: *“[...]uma vez que a criança está ali olhando, procurando, é necessário adequar a acuidade dela ao objetivo de acertar. Porque é o olho dela que vai direcionar o ponto.”*. Já outras relacionam seu estímulo às imagens geradas pelo sistema. A terapeuta T1, por exemplo, citou esta relação: *“O visual porque tem o estímulo toda hora, das árvores que balançam e do lago. E também a questão é que... enquanto você está estimulando o vestibular tem também o visual que é estimulado o tempo todo.”*

Em relação ao auditivo, a maioria dos terapeutas relacionaram o seu estímulo aos sons e efeitos existentes no simulador. A terapeuta T4 cita o seu estímulo, pela necessidade de controlar a altura do som: *“[...] teve o auditivo, que teve algumas pessoas que me pediram para eu abaixar o volume. Pois aquele barulho das bolas as estavam irritando”*. Já a terapeuta T5 menciona o seu estímulo como uma maneira de orientar-se no cenário: *“Então, por exemplo, eu sei que está se aproximando do lago na hora em que começo a ouvir o barulho do lago. Eu sei que está se distanciando do lago porque vários barulhos vão sumindo né.?”*

Em relação ao proprioceptivo, as terapeutas relacionaram o seu estímulo aos movimentos feitos em reação à interação com o sistema. A terapeuta T5, por exemplo, cita o reajuste da postura, enquanto o paciente utiliza o simulador, como principal forma de estimulação:

“[...] o tempo inteiro eu tenho que organizar minha postura né, eu tenho de fazer ajustes posturais. Porque a hora em que eu movo minha cabeça para trás para pegar a bolinha que está lá atrás, eu aciono minha musculatura que é a de rodar o tronco, e outra para sustentar essa postura.”

Uma questão levantada por algumas terapeutas, com relação ao proprioceptivo, foi a falta do corpo virtual que ajude na percepção de posição no mundo virtual. A terapeuta T4 relacionou a falta do corpo virtual com a reação dos pacientes de sempre estar querendo andar pelo cenário:

“[...] acredito que seja pela sensação delas [pacientes] quererem conhecer o ambiente, mas também de querer saber onde eu estou. Eu explicava para elas, olha é um computador é um jogo, você está dentro do jogo mas não está. Porém elas não sabiam onde o corpo delas estava [...]. Talvez se

tivesse um corpo virtual essa necessidade de querer saber onde estou seria menor.”

A terapeuta T5 também ressaltou que a falta do corpo virtual pode afetar a imagem corporal do paciente:

"Pensando bem acho que seria até um ponto negativo não ver o próprio corpo dele, porque as crianças ficam dizendo: se não esta aqui T5, cade você aqui dentro? [...] Eu li em algum lugar que quando a criança não vê o corpo dela ali isso afeta a imagem corporal dela".

Portanto, de acordo com a análise desses trechos, em geral a percepção das terapeutas foi que vestibular, proprioceptivo, visual e tátil foram afetadas de maneira positiva, enquanto o auditivo de maneira mais negativa.

O simulador gera a sensação de presença

Presença, tal como descrito no Capítulo 3 Realidade Virtual, é um estado psicológico no qual uma pessoa acredita ter vivenciado algo virtualmente como se aquilo fosse real. Alguns terapeutas que utilizaram os óculos na etapa inicial demonstram ter sentido presença, ao afirmar que sentiram a sensação de estar dentro do simulador e vivenciado cada movimento. A Terapeuta T1, por exemplo, refere-se aos termos “subida” e “descida” como se esses movimentos estivessem, de fato, acontecido enquanto ela utilizava o simulador *“principalmente quando a gente vai subindo, né, e desce. Daí a cabeça da gente vai junto né?”*. Essa mesma sensação se repete nas falas da terapeuta T3, que se sentiu até mesmo insegura diante desses movimentos virtuais *“achei forte a sensação da descida [...] teve até uma hora que precisei de segurar na cadeira.”*. A terapeuta T4 tentou buscar, no mundo real, o apoio de segurança existente em carros de montanha russa *“[...] coloquei o braço na mesa, achando que tinha o suporte no carrinho.”*

Além disso, ao analisar relatos das terapeutas com relação aos pacientes, percebe-se que estes também demonstraram sentir a sensação de estar dentro do mundo virtual. A T3 relatou que um de seus pacientes, que tem paralisia cerebral, acreditou que podia movimentar-se livremente pelo mundo virtual: *“Ele [paciente] não anda de forma independente. Isso para ele foi algo surreal e ele disse ‘me deu uma sensação de movimento, de eu poder controlar o movimento sozinho’”*. T1 também observou reações de seus pacientes aos movimentos artificiais do simulador, *“[...] algumas crianças apertavam a cadeirinha tipo... principalmente quando estavam subindo e estava, descendo”*.

Já a terapeuta T4 relatou que diversos pacientes, por acreditarem que tudo o que visualizavam era de verdade, queriam interagir com esse ambiente, *“Elas [crianças] me perguntavam ‘tem jeito de eu ir ali pegar a casa?’ – isso depois da primeira sessão tá –, ‘pôr a mão no fogo? , pegar as flores?’”*.

Portanto, é possível perceber mediante as falas das terapeutas, que o sistema causa uma sensação de presença não somente nos pacientes, mas também nas terapeutas que o utilizaram.

Pacientes se sentiam motivados a usar o sistema

Os terapeutas reportaram que a motivação dos pacientes foi um fator decisivo na aceitação do uso do sistema por eles. Essa informação foi clara na fala da terapeuta T4, referindo-se a um paciente autista e com hipersensibilidade tátil:

“Achei que essa criança não ia usar por causa dos óculos que são pesados, e iriam tampar a visão. A primeira vez, eu coloquei para ele poder ver sem encaixar na cabeça. Dai ele tirava, e eu ia tentando colocar aos pouquinhos, até ele ir aceitando. [...] Ele só aceitou porque foi vendo algo diferente de que gostou. Mas demorou para colocar esses óculos nele. No final ele adorou, gostou, utilizou e até chorou quando retirei, porque ele queria utilizar ainda mais os óculos.”

Mesmo sentindo enjoo, a terapeuta T2 relatou que um paciente não queria parar de jogar *“Como desencadeou a reação nele [paciente], precisávamos de dizer ‘é preciso [utilizar o sistema] e vai ser tanto tempo’. E, quando ele estava lá, ele se motivava. Ele estava sentindo o enjoo, mas não queria parar”*.

A terapeuta T1 utilizou-se dessa motivação e da vontade de utilizar dos pacientes, como um prêmio por seu bom comportamento nas sessões, *“[...] então foi até uma barganha as vezes de... Olha se você [paciente] não fizer tudo direitinho não tem óculos no final, hein?”*. A terapeuta T4 também condicionou o uso do sistema como uma recompensa, *“eu usava como uma ferramenta de troca. [...] a gente fazia combinados para poder usar o sistema. Então acho que isso fez, durante a terapia, a criança produzir mais diante do estímulo do computador.”*

Para alguns terapeutas, essa motivação vem do interesse dos pacientes em tecnologias e jogos. A terapeuta T5 cita esse elo em um de seus depoimentos *“Então eles [pacientes] ficaram bem motivados, as crianças, hoje em dia, falou que é tecnologia, eles ficam muito motivados.”*. Da mesma maneira a terapeuta T1 relata sobre o interesse das crianças por tecnologias *“A gente está na era de tecnologia, né? Então, assim, as*

crianças vivenciam isso [...] é uma forma de direcionar esse momento de diversão com algo que ajudaria a gente no processo de tratamento deles mesmos.”.

Portanto, a partir da fala dos terapeutas, é notório que o sistema causa motivação nos pacientes, até mesmo quando esses estavam apresentando reações negativas decorrentes do uso.

O sistema causou mudanças positivas no comportamento ou atitude do paciente

Ao analisar os depoimentos, percebe-se que alguns terapeutas notaram que o sistema proporcionou aos pacientes um relaxamento e ajudou na concentração e melhora em seu rendimento durante a sessão. A terapeuta T1 relata um desses casos em que houve relaxamento:

“[...] ela é uma menina muito agitada e todas as vezes eu deixei ela de 10 a 20 minutos [...] e quando eu entrava com ela para a sessão, ela estava calma, seguindo todos os meus comandos. Então eu vi uma diferença bem grande em termos de organização dela na sala de terapia. Ela gastaria um tempo muito maior para chegar nesse ponto”.

A terapeuta T4 também narrou fato similar com um de seus pacientes:

“O que notei é que a criança sempre pedia mais, mais, mas depois quando você vai diminuindo, quando essa criança precisa se organizar, ela se acalma. [...] tem como você ir graduando e diminuindo esses estímulos e acaba que parece que a criança sai mais relaxada e organizada.”.

A terapeuta T3 descreve que, após o uso do sistema, um paciente que estava mais relaxado buscou um estímulo tátil maior:

“[...] depois de utilizado [o sistema], esse menino buscava uma sessão de tato mais profunda [propriocepção], ele entrava debaixo das almofadas, logo depois. Ele faz isso também quando desce do balanço e depois de ter rodado.”.

Já a terapeuta T5 percebeu melhora na concentração de um paciente, o que trouxe benefícios à sua memória:

“Teve um dos pacientes que a gente colocou vários objetos embaixo de uma almofada, e ele não conseguiu lembrar quais objetos que a gente tinha

colocado e onde. Ele foi no jogo e ficou fazendo uma média de 15 minutos [...] Quando voltou, ele conseguiu se concentrar e na mesma hora ele lembrou de tudo, né?”.

Quanto há mudança de comportamento, alguns terapeutas relataram que o uso do sistema trouxe mudança na forma como os pacientes lidam em determinadas situações. A terapeuta T2 fez menção a um paciente que, após o uso do sistema, aceitou utilizar e ser acompanhado/conduzido em equipamentos voltados para o estímulo do vestibular:

“[...] Ele até ia no equipamento e o usava aleatoriamente. O estímulo estava acontecendo, mas ele mesmo provocando. Deixando a gente conduzir, essa criança tinha muita resistência. Depois que ela começou a usar os óculos, e o limiar dele aumentou para o estímulo, ele passou a aceitar a condução do terapeuta no equipamento real.”

Já a terapeuta T1 também notou mudanças em relação ao interesse do paciente em experimentar estímulos similares aos vistos no consultório e também aumento de concentração nas sessões com uma fonoaudióloga:

“[...] a mãe me contou que eles foram ao parque, e ele [paciente] demonstrou desejo em usar o simulador e o minhocão que tinha no parque, coisa que ele nunca havia feito.[...] a fono também achou que ele estava muito diferente de todos os outros dias em termos de atenção e concentração.”

Portanto, ao analisarmos as falas das terapeutas, tem-se indicadores de que o sistema causou mudanças de comportamento nos pacientes. Em geral foram relatados um maior relaxamento, melhora na concentração, que foram associados a uma melhoria em outros aspectos da terapia, como maior disponibilidade ou foco em outras atividades da terapia.

O sistema causou reações adversas em alguns pacientes

Uma análise das entrevistas das terapeutas e dos arquivos por elas escrito sobre os pacientes indicou a ocorrência de algumas reações relacionadas ao uso do simulador. As ocorrências de reações mais comuns foram dor de cabeça, náusea, tonteira, sudorese, euforia, agitação e exaustão. Essas reações, segundo as terapeutas, duraram entre 3-5 minutos após o uso do sistema.

A terapeuta T4 afirmou que estas sensações ruins também acontecem nos equipamentos utilizados com a finalidade de estimular o sistema vestibular: *“Assim, não*

foi nada muito extremo, não. Era esperado, do mesmo jeito que acontece em outros aparelhos de movimento. Depois eu tentava organizar, acalmar e trazer essa criança de volta para a sessão.”

Houve apenas um relato de um caso em que o paciente uma reação de náusea com efeitos prolongados que durou 30 minutos após o uso do sistema. A terapeuta T5 menciona que, após novas utilizações, os sintomas de náusea desse paciente foram diminuindo gradativamente:

“[...] a gente [terapeuta] viu que teve uma criança que ficou mais ou menos uma hora reclamando. Depois de uma segunda vez, ela ficou bem menos tempo reclamando e mais tempo usando o jogo. E de uma terceira vez, ela ainda ficou mais tempo jogando e menos tempo reclamando dos efeitos que o jogo deu [sic]. Então a gente acha que isso, ao longo do tempo, foi favorável, né?”

Portanto, por meio da análise das falas, percebe-se que o sistema causa algumas reações adversas, que têm pouca duração e muitas vezes são reações também presenciadas em outros equipamentos terapêuticos. Vale ressaltar que não foram reportados pelos terapeutas acidentes envolvendo os pacientes, por causa do uso do sistema ou durante as sessões.

Importância da customização no sistema

A interface do sistema, foi elogiada por todos os terapeutas. Eles afirmaram ser fácil a navegação entre os menus, as configurações dos parâmetros do sistema (configuração do ambiente, do carrinho e dos sons) e a configuração das três atividades. Os terapeutas também afirmaram ter gostado da qualidade e dos efeitos gráficos do sistema.

Um ponto positivo comum mencionado pelos terapeutas a respeito do sistema é a sua flexibilidade para mudança e customização. A terapeuta T1 relaciona o controle da quantidade de objetos em cena com a quantidade de estímulos gerada: *“Sim, do cenário eu achei que ficou muito bom, acho que esta ótimo desse [sic] da gente poder controlar, se a gente quer muito estímulo ou pouco estímulo.”* Já a terapeuta T5 utilizou essa flexibilidade no auxílio de discriminação auditiva dos pacientes:

“Achei ótimo porque eu [terapeuta] tinha duas possibilidades de novo - abaixar o som e ter todos aqueles barulhos de fundo. Ou até tirar os barulhos de fundo. [...] Eu falo com eles [pacientes] assim ‘agora quando você passar perto do lago, vai ter um barulho de um sapo’, e tirava todos

os outros ruídos e deixava só os do sapo, para criança que tinha dificuldade em discriminar o som.”

Portanto, ao analisarmos os trechos das entrevistas, percebemos que o sistema foi elogiado pelas terapeutas, principalmente pela sua customização. Essas características auxiliaram o terapeuta a adaptar o sistema as necessidades dos pacientes.

Diversidade de conteúdo é necessário para manter o nível de interesse dos pacientes

Em geral, todas as terapeutas sugeriram a adição de novos jogos/atividades para incrementar as possibilidades de uso do sistema. Uma questão levantada por algumas terapeutas foi a necessidade de maior diversidade nos cenários e atividades para que, a longo prazo, o sistema continue sendo interessante. A terapeuta T3 reforça a necessidade de mais conteúdo ao reportar os pedidos que seus pacientes faziam:

“No início eles [pacientes] estavam altamente motivados, depois eles nem olhavam na direção do computador mais [...] Eles sempre pediam – ‘ah, eu quero uma coisa diferente, eu quero que passe dentro de um castelo medieval, eu quero um vampiro, eu quero o Mickey’. Talvez se tivesse mais opções alimentaria o interesse deles.”

A terapeuta T5 também percebeu essa necessidade, quando questionada se consideraria o investimento na compra desse equipamento: *“É isso que tenho que pensar, o que eu posso fazer, que jogos eu posso oferecer, para não ficar na mesmice. Se tivesse mais jogos eu consideraria, sim.”*

Portanto, percebe-se a necessidade de um incremento nas atividades, para que o sistema mantenha a motivação do usuário, durante as sessões.

Sugestões de melhoria no sistema

Houve alguns relatos, pelos terapeutas, em sugerem a adição novos recursos ao sistema. Algumas terapeutas, por exemplo, sentiram falta da existência de um ser vivo, que pudesse interagir com os pacientes. A terapeuta T2 indica, em sua fala, que um personagem faria a criança se sentir mais confiante para executar as atividades:

“Eu colocaria uma pessoinha, um personagem que fosse acenando, para estar buscando essa interação [com a criança] também. Porque, de repente, aquela criança está com tanta dificuldade de olhar para a bola e de repente tem o personagem ali, daí [sic] o sensor que capta a bola, se encosta naquela pessoinha e muda até a expressão.”

No que se refere ao sistema, as terapeutas reportaram ter tido dificuldade no processo de ligar o sistema até o ponto de o simulador estar pronto a ser utilizado. A terapeuta T5 mencionou a dificuldade em ligá-lo, relacionada ao fato do sistema ser lento e da necessidade de se ligar duas versões (a dos óculos e a do terapeuta): *“Eu achei que demora demais para iniciar e eu tenho de ir a um computador e ao outro, uma tela, outra tela, tenho de ir de um lugar e puxar para o outro.”*. Já a terapeuta T1 teve dificuldade com a existência de duas telas para gerenciar: *“A única coisa que eu achei mais difícil assim, é que, às vezes, eu esquecia do mouse [por ter duas telas]. [...] essas duas telas, uma é a continuação da outra.”*.

Portanto, ao analisarmos os trechos das entrevistas, no que diz respeito sobre adição de novos recursos, houve solicitação de incluir seres vivos que interajam com o usuário. Além disso, houve dificuldade em executar o processo de ligar o computador a ponto de deixá-lo apto para uso em sessão.

Os terapeutas considerariam o uso do sistema como uma ferramenta em seu trabalho

Todas as terapeutas afirmaram que utilizariam o sistema na melhoria dos sintomas da TPS. Porém esse uso não se limita somente a pacientes que possuem somente TPS e seus sintomas. A terapeuta T3 afirma que utilizaria o sistema para o tratamento do autismo, limitações de movimento, dificuldades na alfabetização e aprendizagem:

“Eu utilizaria principalmente para o tratamento do autismo, das crianças que ficam pouco motivadas com a questão da alfabetização. [...] Utilizaria para criança com dificuldades de aprendizagem com o método fônico. [...] Então achei também um recurso muito bacana para utilizar em pessoas com limitação de movimento. Porém eu precisaria experimentar em outras pessoas para confirmar.”

A terapeuta T1 menciona que utilizaria o sistema para melhorar a cognição dos pacientes: *“Eu usaria, sim, até mesmo como outro recurso de estimulação na Terapia de Integração Sensorial, tanto na parte de estimulação do vestibular, visual e tudo, quanto também na parte cognitiva”*.

A terapeuta T5, utilizaria o sistema para auxiliar na modulação do vestibular, e também por ser uma tecnologia atrativa para as crianças:

“Usaria bastante e para essas crianças que têm uma hipersensibilidade vestibular para ver se a gente consegue atingir o que chamamos de mo-

dulação.[...] E eu usaria mais ainda, porque essa tecnologia faz parte do cotidiano dessas crianças, mais e mais vai fazer.”.

Portanto, a análise dos trechos indica que os terapeutas participantes consideram o sistema como ferramenta no tratamento do TPS e que possui usos para pacientes que possuem também outras comorbidades.

5.3 Discussão

Na seção anterior, apresentamos os dados da pesquisa, obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas, com o intuito de coletar indicadores sobre o potencial de uso de jogos que utilizam recursos da RV no tratamento da TPS. Nesta seção discutiremos sobre estes resultados.

Uso do Sistema no Tratamento do TPS

Ao analisarmos as reações relatadas pelos terapeutas ante há imersão, percebe-se que o sistema gerou a sensação de presença, tanto em terapeutas, quanto em pacientes. Estes relatos indicam que a sensação de presença é causada por possibilidades oferecidas pela tecnologia de RV, através do Oculus Rift. Dessa forma, isso sensação caracteriza o sistema como imersivo. No contexto de tratamento de TPS, o sistema ser imersivo traz uma contribuição relevante, uma vez que pode auxiliar no processo psicológico causador de presença no usuário. Esse estado psicológico ilusório é importante pois, quanto maior sua intensidade, maior é a chance de o usuário se comportar dentro do ambiente de maneira similar ao seu comportamento no dia a dia, [Slater and Wilbur, 1997]. Esse comportamento natural dentro do ambiente virtual é muito importante no tratamento da TPS, pois, segundo Ayres and Robbins [2005], seu princípio fundamental é a interação do indivíduo com o ambiente, para que ele esteja em contato com as diversas sensações.

Quanto aos sentidos, as terapeutas relataram estímulo em cinco sentidos: Proprioceptivo, Tátil, Visual, Vestibular e Auditivo, sendo mais intenso nos últimos três. Essa característica multissensorial do sistema é positiva do ponto de vista terapêutico, pois a TPS pode causar um mau processamento em um ou mais estímulos ao mesmo tempo (como visto no capítulo Transtornos de Processamento Sensorial)). Dessa forma, o sistema é capaz de atingir grande parte dos sentidos. Com relação à estimulação visual e auditiva, esse resultado era esperado, considerando que o simulador gera como *output* imagens e sons para o usuário.

Na análise do vestibular, os dados da pesquisa confirmaram a nossa expectativa de que esse sistema seria estimulado com o auxílio de outros sentidos, sendo o visual o mais forte. O simulador não reproduz nenhuma forma de movimento físico. Mesmo assim, foram observadas não apenas reações decorrentes da estimulação desse sentido, como náusea, sudorese e tonteira, mas também mudança de comportamento de alguns pacientes (por exemplo, a vontade de experimentar estímulos vestibulares em brinquedos do parque e a aceitação na condução das terapeutas em equipamentos de estímulos vestibulares), relacionados a esse sentido. Vale ressaltar que o estímulo a esse sentido é importante pois, segundo [Ayres and Robbins, 2005], é o sistema unificador no qual todos os outros tipos de sensações são processadas em referência a essa informação básica do vestibular. Sobre as reações geradas, embora estas estejam presentes no uso de equipamentos que visam à estimulação do vestibular, elas também são sintomas de *cybersickness*, [LaViola Jr, 2000]. Levando em consideração que o *cybersickness* pode ser causado por um conflito entre estímulos, (por ex., estimulação do vestibular, por meio de outros sentidos), são necessários mais estudos para definir o porquê dessas reações.

Em consideração ao fator motivação os dados da pesquisa indicam que os pacientes estavam motivados a utilizar o sistema. A motivação foi considerável em alguns casos, dado que o “uso do sistema” foi considerado uma recompensa pelo bom comportamento dos pacientes. Assim, acreditamos que nesse curto período de testes, os pacientes gostaram e quiseram utilizar o simulador. A motivação dos pacientes é um ponto relevante no tratamento da TPS. Segundo Fisher et al. [1991], as atividades propostas por terapeutas ocupacionais devem ser motivadoras para manter o paciente totalmente envolvido, e portanto, demonstra melhorias notáveis na adaptação do seu comportamento durante cada sessão. Vale ressaltar que não houveram relatos dos terapeutas de falta de motivação dos pacientes pelo uso do sistema. No entanto, como atualmente o sistema possui poucos jogos e cenários, alguns pacientes rapidamente perderam o interesse. Os terapeutas reportaram ter havido certo desinteresse por pacientes, após explorarem todas as atividades disponíveis no sistema. Acreditamos que a perda desse interesse, teve como causa, não somente a falta de um número maior de variedade nas atividades propostas aos pacientes, mas também o fato de sua mecânica ser a mesma – acertar os objetos. Estas informações são importantes, pois demonstram que o sistema necessita de fornecer atividades com o objetivo de manter o interesse dos pacientes a longo prazo.

Em alguns pacientes, os dados da pesquisa comprovaram que o sistema causou certo relaxamento, que foi percebido como benéfico durante as sessões, pois aumentou o nível de concentração e memória após sua utilização. Embora benéfico, não é possível

explicar o motivo para tal relaxamento, pois esse assunto não foi discutido com os terapeutas, e nem se a longo prazo esse relaxamento continuará persistente durante as sessões. Portanto, é necessária uma investigação mais profunda deste tópico, com testes envolvendo mais pacientes por um período maior. Vale ressaltar que houve, também, relatos de euforia, agitação e exaustão, contrários à este relaxamento. Porém estes sintomas dependem do paciente e sua causa referente a varias condições, (como uma reação de um sentido afetado pela TPS) não pesquisadas neste trabalho.

Se considerarmos as reações dos pacientes, observadas pelos terapeutas, é possível verificar que em alguns casos, os dados indicam que elas ocorreram com frequência e de forma isolada e em outras vezes, em conjunto. Elas ocorreram em um período relativamente curto, entre 3 a 5 minutos (apenas um caso ultrapassou esse patamar) e foram consideradas passageiras pelos terapeutas. Além disso, não foi reportado nenhum caso de acidente com os pacientes pelo uso do sistema. As reações relatadas a princípio indicam reações relativas ao estímulo do sentidos, considerados pelas terapeutas comuns, já que ocorrem em outras atividades da terapia. Ainda assim, seria interessante fazer uma investigação mais aprofundada se há casos em que o sistema ou equipamento não seria adequado para determinado perfil de paciente, ou se não geraria reações adversas de maior seriedade.

As terapeutas foram unanimes em afirmar em suas falas, que teriam grande interesse em utilizar o sistema desenvolvido como uma ferramenta de estímulo sensorial no tratamento da TPS e também em outras comorbidades. Esses dados são positivos, pois demonstram que os participantes acreditam no potencial do uso de jogos baseados em RV para o tratamento da TPS. Vale ressaltar, que houve consideração pelos terapeutas de que, alguns pontos, teriam que estar mais completos ou robustos antes que estivessem dispostas a investir recursos para adquirir a tecnologia.

Adaptações, correções e adições necessárias do sistema

Quanto à customização do sistema, os dados da pesquisa indicam que o sistema foi fácil de utilizar, a interface do sistema terapêutico foi considerada simples e de fácil acesso e as atividades eram de fácil entendimento, tanto pelos pacientes quanto pelos terapeutas. Além disso, uma questão relevante é a sua flexibilidade e customização dos diversos parâmetros, que foi mencionado como um ponto importante e positivo pelas terapeutas. Isto é necessário, pois a TPS envolve vários sentidos, e é comumente recorrente em pacientes que também possuem outros distúrbios. Dessa forma cada paciente possui um conjunto de características que precisa ser contemplado pelo sistema. Por isso, a customização do sistema sempre foi um aspecto fundamental para nós, durante o

desenvolvimento do simulador. Portanto acreditamos que conseguimos completar este desafio.

Conforme discutido, em alguns casos os jogos disponíveis não foram suficientes para manter o interesse dos pacientes durante o período que esteve disponível para uso. Considerando que o sistema só esteve acessível para cada terapeuta por aproximadamente 15 dias, é fundamental que para que ele tenha mais sucesso por períodos mais longos, deverá necessariamente existir maior oferta de cenários; atividades com diferentes mecânicas; e novos meios de interação do paciente com o sistema. Entretanto, nossa avaliação é de que as atividades disponíveis possibilitaram a geração de indicadores em relação ao potencial de uso do sistema.

Em relação aos cenários, os dados da pesquisa indicam a necessidade da adição de um corpo virtual, que representaria o corpo do usuário dentro do ambiente virtual. Acreditamos ser relevante essa informação, pois, segundo [Slater and Wilbur, 1997], uma das características de um sistema imersivo é ser correspondente, isto é, os movimentos dos estímulos proprioceptivos do usuário devem ser correspondidos no mundo virtual. Dessa forma, mesmo considerando que o paciente não execute movimentos, caso queira, ele tem a liberdade de se movimentar fisicamente enquanto utiliza o sistema. Assim, caso o usuário se locomova no mundo físico, repetiremos os mesmos movimentos dentro do ambiente virtual, representados por um corpo. Portanto essa adição poderá aumentar a imersão causada pelo simulador, o que poderia ser benéfico para o tratamento.

A observação feita pela terapeuta a respeito do som da bola ser “irritante” é pertinente, dado que esse efeito sonoro está presente a cada momento que a bola/cubo toca o chão. Porém, todos esses sintomas são esperados para crianças com dificuldades sensoriais. O que se espera é que ela module com o tempo. Por isso, o estímulo precisa acontecer e o terapeuta deve graduá-lo na medida certa para cada paciente. Levando em consideração que a qualquer momento, este som pode ser retirado não acreditamos que esse tenha sido um problema relevante nos testes.

Outro fator importante a ser considerado, seria a adição de seres vivos ao cenário, (pessoas, animais e personagens), fato que poderia trazer benefícios aos pacientes. Acreditamos na relevância deste argumento, pois ele pode ser útil não somente para aumentar a confiança do paciente, mas também para auxiliar no processo de interação social, que é difícil para pacientes que apresentam certos distúrbios. Dessa maneira, estaremos adequando melhor o sistema às diversas características de cada paciente.

Os dados da pesquisa indicaram que o processo de inicialização do sistema, (processo necessário para fazê-lo funcionar inicialmente), sinalizou que os terapeutas tiveram dificuldades em ligá-lo e efetuar as configurações iniciais que o tornavam apto a

ser utilizado após ter permanecido um período desligado. Reconhecemos que não era intuitiva a forma de ligá-lo. No processo de inicialização, é necessário que o terapeuta aguarde a máquina inicializar o sistema operacional, fazer o login (uma das máquinas tinha senha), aguardar a interface dos Oculus Rift ser inicializada, clicar no ícone do sistema terapêutico, arrastar a janela dessa aplicação para o segundo monitor do computador, clicar no ícone do sistema do cliente e desabilitar a mensagem de segurança que aparece dentro do HMD. Este processo descrito pode, muitas vezes, ser demorado, por limitações do sistema operacional, além de confuso, pois os dois sistemas podem permanecer sobrepostos, no mesmo monitor, impossibilitando o terapeuta de utilizá-los. Embora tenhamos explicado de maneira padronizada (seguindo um roteiro a cada terapeuta) como se ligava o sistema, não consideramos os acontecimentos aleatórios que poderiam agravar a experiência de uso. Portanto, iremos melhorar esse processo, para que no futuro ele se torne simples.

5.4 Sumário

Neste capítulo foi apresentado, o método de análise qualitativa utilizado (MEDS), que serviu como base para a elaboração dos roteiros, definição do perfil dos participantes, coleta de dados e análise dos mesmos. Além disso, apresentamos os dados da pesquisa, obtidos por meio de entrevistas semiestruturadas, com o intuito de coletar indicadores sobre o potencial de uso de jogos que utilizam recursos da RV no tratamento da TPS. Estes dados foram agrupados em 9 categorias, que são referentes as recorrências detectadas nas falas dos terapeutas. Por último, discutimos sobre estes dados.

No geral os dados da pesquisa indicam que nosso sistema foi relevante no tratamento da TPS, pois, além dos comprovados indícios de estímulo aos cinco sentidos, os terapeutas também relataram indícios de relaxamento, maior concentração e mudanças de comportamento em pacientes que o utilizaram. Vale ressaltar que o sistema causou algumas reações adversas durante a utilização que não ficaram bem esclarecidas. Além disso, diversas sugestões de melhorias, foram identificadas e que serão consideradas como adições futuras ao sistema.

No próximo capítulo será apresentado a conclusão deste trabalho, assim como os trabalhos futuros.

Capítulo 6

Conclusão e Trabalhos Futuros

Neste capítulo apresentamos as conclusões do trabalho realizado, bem como algumas direções para trabalhos futuros.

6.1 Conclusão

Este trabalho teve por objetivo investigar o uso de jogos baseados em realidade virtual no contexto do tratamento da Transtornos de Processamento Sensorial. Para isso, inicialmente identificamos a necessidade de desenvolver um sistema que forneça múltiplos estímulos de maneira controlada; a necessidade deste sistema ser altamente customizável, para se adequar as características de cada paciente; a necessidade de fornecer atividades que sejam desafiadoras para manter o nível de interesse do paciente; a necessidade de fornecer uma ferramenta em que o terapeuta possa estar sempre no comando e, também, possa controlá-la enquanto o paciente estiver jogando.

Em seguida desenvolvemos o sistema Imaginator que é um simulador de montanha russa altamente customizável. O objetivo do sistema é permitir que o terapeuta ocupacional consiga manipular, em tempo real, diversos parâmetros pré-definidos, que alteram suas variadas funcionalidades. O software é composto por dois cenários, cada um contendo uma pista; diversos efeitos sonoros espalhados pelos cenários ou que acompanham o jogador; três jogos/atividades que instigam o paciente a movimentar a cabeça. O sistema desenvolvido, utilizou o motor de jogos UE4 e que se mostrou adequada para intermediar a conexão entre o dispositivo RV Oculus Rift, às interfaces desenvolvidas (terapeuta e paciente). Este motor foi flexível disponibilizando todas as ferramentas necessárias ao desenvolvimento, como suporte a rede, programação

e depuração dentro motor em tempo real, a conexão nativa do Oculus, facilidade de montagem dos cenários 3D.

Finalmente avaliamos o potencial de uso deste sistema no tratamento da TPS. Nesta avaliação contamos com a participação voluntária de cinco terapeutas ocupacionais que tratam de pacientes portadores de TPS além de outros distúrbios. O sistema foi disponibilizado para estas terapeutas durante 15 dias. Cada terapeuta usou o sistema conforme considerou de interesse do paciente ou tratamento. A partir desta utilização, entrevistamos os terapeutas, para entendermos como foi essa experiência de uso do sistema e sua percepção do impacto (ainda que breve) nos seus pacientes e tratamentos. Para conduzir as entrevistas utilizamos o Método de Explicitação de Discurso Subjacente (MEDS), que se baseia na análise de recorrências comuns encontradas entre as entrevistas. O motivo desta análise é que qualquer característica linguística ou paralinguística que seja frequente nos discursos é uma importante via de acesso a aspectos de nossa configuração interna e pode indicar aquilo que de fato pensamos/sentimos a respeito de algo.

Os resultados indicam que nosso sistema foi relevante no tratamento da TPS, pois, além dos comprovados indícios de estímulo aos cinco sentidos, os terapeutas também relataram indícios de relaxamento, maior concentração e mudanças de comportamento em pacientes que o utilizaram. Foi observada também expressiva motivação dos pacientes nos momentos em que o sistema esteve à disposição para ser utilizado, fator de bastante importância no tratamento. Todos os terapeutas manifestaram o desejo de continuar utilizando o sistema como ferramenta de auxílio no tratamento da TPS. Dessa forma, o sistema Imaginator, de fato demonstrou provocar estímulos nos pacientes que a ele foram submetidos, de forma controlada. Também, foi bem recebido pelas terapeutas e despertou o interesse de seus pacientes. Estes aspectos são importantes e indicam que o uso clínico do sistema será promissor.

Até onde sabemos, este sistema, com foco no tratamento da TPS através da RV, é inédito. Portanto todas as características necessárias – como alta customização, a capacidade de fornecer vários estímulos de forma controlada, duas interfaces distintas com foco em seus usuários, maior variedade nas atividades, para manter o interesse dos pacientes – serão fundamentais em futuras pesquisas que busquem explorar este campo. Além disso, embora tenhamos usado um sistema específico, foi possível mostrar o potencial que este tipo de tecnologia RV, que explore imersão de maneira intensa através de HMDs, em tratamentos terapêuticos.

Vale ressaltar que o sistema causou algumas reações adversas durante a utilização que não ficaram bem esclarecidas. Podem ter sido ocasionadas pela estimulação dos sentidos ou em detrimento de *cybersickness*. As terapeutas não reportaram acidente

com a utilização o equipamento durante as sessões de tratamento. Acreditamos que as metas e objetivos relacionados ao desenvolvimento de jogos para o uso terapêutico foram atingidas, indicando a importância e a necessidade de sua customização.

6.2 Trabalhos Futuros

A relevância dos resultados deste tratamento abre espaço para que estudos mais aprofundados sejam realizados para identificar os efeitos no tratamento da TPS a longo prazo. Assim como, o peso das reações observadas possam vir a exercer nas debilidades dos pacientes e de seus possíveis diagnósticos, positivos ou negativos. Existe ainda, a necessidade de um estudo controlado com pacientes em que se investigasse de forma mais precisa o impacto deste sistema no tratamento. Para todas estas possibilidades, é necessário uma avaliação mais ampla, incluindo um número maior de terapeutas, para que se tenha dados mais abrangentes.

Em relação aos recursos do nosso sistema, levando em consideração as sugestões do terapeutas, adicionar, cenários com temas que condizem com as expectativas dos pacientes (castelos, florestas e cidades encantadas etc.); adicionar novas atividades que incluam identificar cores, animais e objetos, e também, possuam características educativas; adicionar novos meios de interação pelo paciente, como captura dos movimentos das mãos e do corpo, aumentando-se as possibilidades de mecânicas para as atividades e, alinhado com a ideia de customização, diversificar totalmente o uso do sistema; adicionar novos tipos de controle que permitem que o terapeuta interaja com o paciente no ambiente virtual. Além disso, seria útil, se o sistema pude-se permitir ao terapeuta criar suas próprias atividades, sendo assim, diversificando o conteúdo oferecido em proporções inimagináveis.

Além do que já existe no sistema, seria possível, no futuro, adicionar novas opções que estimulassem ainda mais a interação dos pacientes. A captação do movimento das mãos e do corpo, por exemplo, possibilitaria a criação de novas atividades na plataforma do jogo, que despertem ainda mais o interesse dos pacientes e que abranje outros tipos de debilidades.

Referências Bibliográficas

- D. Abraham, C.H.P. Braley, and L. Drobnjak. *Sensory Processing 101*. Sensory Processing 101, 2015. ISBN 9780692518366.
- Brunner Elektronik AG. Vr-motion 200, January 2017. URL <http://www.hardlightvr.com/>. Accessed: 16.2.2018.
- Felipe Peixoto de Araújo. Uso de realidade virtual no tratamento da desordem de integração sensorial. *Monografia de Conclusão de Curso*, 2014.
- A Jean Ayres and Jeff Robbins. *Sensory integration and the child: Understanding hidden sensory challenges*. Western Psychological Services, 2005.
- Mathieu Bergeron, Catherine L Lortie, and Matthieu J Guitton. Use of virtual reality tools for vestibular disorders rehabilitation: a comprehensive analysis. *Advances in medicine*, 2015, 2015.
- Yu-Ping Chen, Lin-Ju Kang, Tien-Yow Chuang, Ji-Liang Doong, Shwn-Jan Lee, Mei-Wun Tsai, Suh-Fang Jeng, and Wen-Hsu Sung. Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. *Physical therapy*, 87(11):1441–1457, 2007.
- A.G. Fisher, E.A. Murray, and A.C. Bundy. *Sensory Integration: Theory and Practice*. Contemporary perspectives in rehabilitation. F.A. Davis, 1991. ISBN 9780803635654.
- International Society for Presence Research. Presence defined, April 2002. URL <https://ispr.info/about-presence-2/about-presence/>. Accessed: 07.05.2017.
- Meredith R Golomb, Brenna C McDonald, Stuart J Warden, Janell Yonkman, Andrew J Saykin, Bridget Shirley, Meghan Huber, Bryan Rabin, Moustafa AbdelBaky, Michelle E Nwosu, et al. In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 91(1):1–8, 2010.

Jason Gregory. *Game engine architecture*. CRC Press, 2009.

Amy Henderson, Nicol Korner-Bitensky, and Mindy Levin. Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Topics in stroke rehabilitation*, 2014.

Gerardo Herrera, Francisco Alcantud, Rita Jordan, Amparo Blanquer, Gabriel Labajo, and Cristina De Pablo. Development of symbolic play through the use of virtual reality tools in children with autistic spectrum disorders two case studies. *Autism*, 12(2):143–157, 2008.

IGI. Cave system, January 2016. URL <https://www.werigi.com/cave>. Accessed: 16.2.2018.

Jason Jerald. *The VR book: Human-centered design for virtual reality*. Morgan & Claypool, 2015. ISBN 9780692518366.

Michelle R Kandalaft, Nyaz Didehbani, Daniel C Krawczyk, Tandra T Allen, and Sandra B Chapman. Virtual reality social cognition training for young adults with high-functioning autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 43(1):34–44, 2013.

Juno Kim, Charles YL Chung, Shinji Nakamura, Stephen Palmisano, and Sieu K Khuu. The oculus rift: a cost-effective tool for studying visual-vestibular interactions in self-motion perception. *Frontiers in psychology*, 6, 2015.

Carol Stock Kranowitz. *The out-of-sync child: Recognizing and coping with sensory processing disorder*. Penguin, 2005.

Merel Krijn, Paul MG Emmelkamp, Ragnar P Olafsson, and Roeline Biemond. Virtual reality exposure therapy of anxiety disorders: A review. *Clinical psychology review*, 24(3):259–281, 2004.

Joseph J LaViola Jr. A discussion of cybersickness in virtual environments. *ACM SIGCHI Bulletin*, 32(1):47–56, 2000.

Regan L Mandryk, Shane Dielschneider, Michael R Kalyn, Christopher P Bertram, Michael Gaetz, Andre Doucette, Brett A Taylor, Alison Pritchard Orr, and Kathy Keiver. Games as neurofeedback training for children with fasd. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, pages 165–172. ACM, 2013.

- Kristiina M Valter McConville and Matija Milosevic. Active video game head movement inputs. *Personal and ubiquitous computing*, 18(1):253–257, 2014.
- Katharina Meyerbröker and Paul MG Emmelkamp. Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a systematic review of process-and-outcome studies. *Depression and anxiety*, 27(10):933–944, 2010.
- Microsoft. Hololens, January 2016. URL <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>. Accessed: 17.2.2018.
- Ana Maria Nicolaci-da Costa. O campo da pesquisa qualitativa e o método de explicitação do discurso subjacente (meds). *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 20(1):65–73, 2007.
- Ana Maria Nicolaci-da Costa, Carla Faria Leitão, and Daniela Romão-Dias. Como conhecer usuários através do método de explicitação do discurso subjacente (meds). *VI Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, IHC*, pages 47–56, 2004.
- Inc NullSpace. Hardlight suit, October 2017. URL <https://www.brunner-innovation.swiss/product/vr-motion-200/>. Accessed: 16.2.2018.
- LCC Oculus VR. Oculus rift dk2, April 2016. URL <https://www3.oculus.com/en-us/blog/announcing-the-oculus-rift-development-kit-2-dk2/>. Accessed: 05.09.2017.
- Jennifer Patterson and Nicolina Nanni. Virtual reality exposure therapy (vret) for combat-related posttraumatic stress disorder (ptsd). 2015.
- Mark B Powers and Paul MG Emmelkamp. Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: A meta-analysis. *Journal of anxiety disorders*, 22(3):561–569, 2008.
- Roberta Riccelli, Iole Indovina, Jeffrey P Staab, Salvatore Nigro, Antonio Augimeri, Francesco Lacquaniti, and Luca Passamonti. Neuroticism modulates brain visuo-vestibular and anxiety systems during a virtual rollercoaster task. *Human Brain Mapping*, 38(2):715–726, 2017.
- Darius Adam Rohani, Helge BD Sorensen, and Sadasivan Puthusserypady. Brain-computer interface using p300 and virtual reality: a gaming approach for treating adhd. In *2014 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pages 3606–3609. IEEE, 2014.

- Fabio EG Santos, Angela PZ Bastos, Leila CV Andrade, Kate Revoredo, and Paulo Mattos. Assessment of adhd through a computer game: an experiment with a sample of students. In *Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), 2011 Third International Conference on*, pages 104–111. IEEE, 2011.
- Gustavo Saposnik, Robert Teasell, Muhammad Mamdani, Judith Hall, William McIlroy, Donna Cheung, Kevin E Thorpe, Leonardo G Cohen, Mark Bayley, Stroke Outcome Research Canada (SORCan) Working Group, et al. Effectiveness of virtual reality using wii gaming technology in stroke rehabilitation a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke*, 41(7):1477–1484, 2010.
- Greis F Mireya Silva, Alberto Raposo, and Maryse Suplino. Exploring collaboration patterns in a multitouch game to encourage social interaction and collaboration among users with autism spectrum disorder. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 24(2-3):149–175, 2015.
- Mel Slater and Sylvia Wilbur. A framework for immersive virtual environments (five): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 6(6):603–616, 1997.
- Hamlet Suárez, Alejo Suárez, and Luiz Lavinsky. Postural adaptation in elderly patients with instability and risk of falling after balance training using a virtual-reality system. *International Tinnitus Journal*, 12(1):41, 2006.
- Michal Teplan. Fundamentals of eeg measurement. *Measurement science review*, 2(2): 1–11, 2002.
- Andrea Turolla, Mauro Dam, Laura Ventura, Paolo Tonin, Michela Agostini, Carla Zucconi, Pawel Kiper, Annachiara Cagnin, and Lamberto Piron. Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 10(1):1, 2013.
- Virtuix. Omni, January 2017. URL <http://www.virtuix.com/>. Accessed: 17.2.2018.
- Diny GM Winkels, Anke IR Kottink, Rutger AJ Temmink, Juliëtte MM Nijlant, and Jaap H Buurke. Wii™-habilitation of upper extremity function in children with cerebral palsy. an explorative study. *Developmental neurorehabilitation*, 16(1):44–51, 2013.
- Chan Wai Yin, Ng Yee Sien, Low Ai Ying, Stephanie Fook-Chong Man Chung, and Dawn Tan May Leng. Virtual reality for upper extremity rehabilitation in

early stroke: a pilot randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, page 0269215514532851, 2014.

Anexo A

Roteiro - Primeira Etapa das Entrevistas

Dados Pessoais: Nome Idade Formação Profissão Sexo	
O que usa de tecnologia ? (aplicações: Skype, internet, editor de texto)	
A- Com que frequência.	
Blocos	Principais Itens
Perfil dos Entrevistados	1- Qual atividade que exerce dentro da TO ? A- Tempo de atuação. B- Número de pacientes que atende mensalmente. C- Faixa etária dos pacientes que atende.
	2- Se já tinha utilizado recursos tecnológicos dentro da TO ? A- Qual recurso... B- Para qual tratamento e como utiliza. C- Frequência em que utiliza estes recursos.
	3- Se já havia tido contato com algum equipamento de realidade virtual (Nintendo Wii, Playstation EyeToy, Oculus RIFT, Kinect etc.)
Nível de Imersão do Sistema	1- Os movimentos presenciados dentro do simulador, condizem com a realidade ?
	2- Qual a sua opinião sobre as características e qualidade gráfica do sistema ?
	3- Ao utilizar o simulador, em algum momento sentiu-se dentro do cenário, se esquecendo de onde estava ?
	4- Qual a sua opinião sobre os efeitos sonoros do sistema (movimento do kart, ambiente, pontuação) ?
	5- Qual a sua opinião para o nível de imersão do sistema ?

Anexo B

Roteiro - Segunda Etapa das Entrevistas

Utilização do Sistema na Terapia	1- Quais estímulos você acredita, serem afetados pelo simulador ? A- Porque ?
	2- Qual a sua opinião sobre o uso da VR (através do simulador) no tratamento da DPS ? - pontos positivos e negativos
	3- Qual a sua opinião sobre o nível de motivação dos pacientes ao uso do equipamento ?
	4- Dos pacientes que utilizaram, houve algum ganho/perda no tratamento? A- Se estendeu em outras atividades feitas ?
	5- Dos pacientes que utilizaram, houve algum comentário dos pais em relação ao comportamento dos filhos ?
	6- Dos pacientes que utilizaram, expressaram alguma sensação diferente ao utilizar o oculus ? A- Quanto Tempo ?
Experiência ao uso do Sistema	1- Qual a sua opinião sobre a customização do sistema ? A- Controle dos movimentos do kart. B- Níveis de dificuldade das pistas. C- Customização do cenário. D- Controle do som. E- Tipos de visualizações de câmera.
	2- Qual a sua opinião sobre as atividades propostas (jogar bola, formar palavra, somatório) ? A- Nível de dificuldade em configurá-las. B- Nível de dificuldade em jogá-las. C- Nível de customização adequado.
	3- O que achou mais fácil e mais difícil sobre o uso da interface do sistema ?
	4- Usaria este sistema, no cotidiano do seu trabalho ? A- Para que qual tratamento/situação ?
	5- Consideraria o investimento, na compra deste equipamento ? (13,000)
	6- Sugestões de aprimoramento, adição de novos recursos.

Anexo C

Termo de Consentimento de Participação

TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO

Título: Avaliação da relevância de sistema VR no tratamento da DPS

Data: maio/2017

Instituição: DCC / UFMG

Pesquisadores Responsáveis:

Prof. Raquel O. Prates (rprates@dcc.ufmg.br)

Prof. Renato A. Celso Ferreira (renato@dcc.ufmg.br)

Henrique Souza Rossi (henrique.sr@dcc.ufmg.br)

Introdução: Este Termo de Consentimento contém informações sobre a pesquisa indicada acima. Para assegurar que você esteja informado sobre a sua participação nesta pesquisa, pedimos que leia este termo de Consentimento. Caso tenha alguma dúvida, não hesite em perguntar ao pesquisador responsável. Você também deverá assinar o termo do qual receberá uma cópia.

Objetivo da avaliação: O objetivo desta avaliação é identificar, do ponto de vista do terapeuta, se o sistema de realidade virtual – denominado (temporariamente) "Imaginator", possui relevância no tratamento da Desordem de Integração Sensorial (DPS).

Informação geral sobre a pesquisa: A pesquisa será dividida em duas partes. 1) você será solicitado a realizar algumas tarefas simples utilizando o sistema. Ao fim da execução das tarefas, será realizada uma entrevista sobre sua experiência com o sistema. 2) será solicitado que você utilize o sistema no cotidiano do seu trabalho, relatando através de uma ferramenta dentro do sistema, dados que julgar relevantes em relação ao comportamento dos pacientes em cada utilização. Ao término do período dos testes (15-20 dias), será realizada uma entrevista sobre sua experiência de utilização do sistema no tratamento da DPS.

Utilização dos dados coletados: Os dados coletados durante a avaliação serão utilizados para estudo o Método de Avaliação da Comunicabilidade (MAC). Quaisquer dados utilizados para publicação serão apresentados de forma a garantir o anonimato dos participantes da avaliação.

Privacidade: Informações que possam identificar os participantes da pesquisa não serão divulgadas. O seu nome não aparecerá em nenhum relatório. Caso deseje, poderá solicitar uma cópia dos dados gerados por você.

Se você decidir não participar na pesquisa: Você é livre para decidir, a qualquer momento, se quer participar ou não nesta pesquisa. Sua decisão não afetará sua vida acadêmica e nem qualquer relacionamento com os avaliadores, professores ou a Instituição por trás desta.

Compensação: A participação nesta pesquisa é voluntária, e não será oferecida nenhuma remuneração aos seus participantes.

Se tiver algum problema ou se tiver outras perguntas: Se você tiver algum problema que pensa que pode estar relacionado com sua participação nesta pesquisa, ou se tiver qualquer pergunta sobre a pesquisa, poderá entrar em contato com os pesquisadores a qualquer momento pelo e-mail renato@dcc.ufmg.br; henrique.sr@dcc.ufmg.br; rprates@dcc.ufmg.br.

Novas condições: Caso deseje, você pode especificar novas condições que devem ser atendidas para que você participe desta avaliação.

Consentimento Livre e Esclarecido (Acordo Voluntário)

O documento mencionado acima descrevendo os benefícios, riscos e procedimentos da pesquisa "Avaliação da relevância de sistema VR no tratamento da DPS" foi lido e explicado. Eu tive a oportunidade de fazer perguntas sobre a pesquisa, que foram respondidas satisfatoriamente. Eu estou de acordo em participar como voluntário.

_____ Assinatura do participante: _____

Data Nome do participante: _____

_____ Assinatura do pesquisador: _____

Nome da pesquisadora: _____

Anexo D

Roteiro de Utilização do Sistema

i

Roteiro de Utilização

Ligar o computador

Mostrar como abre o programa

- Clicar no ícone Server.
- Clicar no ícone TO.
- Esperar TO abrir.
- Posicionar o oculus na direção da câmera.
- Clicar no Item cliente.
- Explicar como libera a utilização do oculus (olhar para o quadrado e fixar).

----- Parte 1

Mostrar os tipos de visualizações (camera view, top view, free view, cart view)

Deixar o terapeuta experimentar.

- Explicar o propósito do menu sistema.
- Explicar o propósito do menu atividades.
- Explicar como funciona a movimentação do kart
- Mostrar como finalizar a movimentação (dar a dica de que todas as outras também ficam no mesmo lugar).
- Explicar os tipos de cenários e seu propósito.
- Mostrar os objetos de cena.
- Explicar sobre as dificuldades das pistas.
- Mostrar onde fica as configurações do som, porem mostrar cada som quando a terapeuta estiver testando.
- Pular as informações dos pacientes (voltar depois)

Explicar o propósito da atividade jogar bola

- Ativar rapidamente a atividade e deixar o terapeuta observar.
- Voltar ao menu, e alterar o tamanho da bola.
- Alterar a cor da bola.
- Mostrar a opção múltiplas cores, e ensinar que para essa precisa de clicar em ativar.
- Explicar o propósito do tempo de foco correto e tempo de foco errado.
- Eu coloco o oculus e deixo alterar o valor.
- Mostrar onde desativa a atividade jogar objeto (falar que se nao desativar e ativar outra fica as duas)

Explicar o propósito da atividade formar palavra

- Ativar rapidamente, e mostrar onde escreve a palavra, (caso aperte enter, basta apagar tudo), e propósito do botão mostrar, esconder. Iniciar e deixa o terapeuta observar.
- Com a atividade acontecendo...
- Modificar a letra e o tamanho do cubo.
- dá a dica sobre tempo de foco correto e errado ser igual ao anterior.
- Alterar o tempo de vida.
- Altera as cores do cubo uma a uma.
- Mostrar a opção aleatório e falar que essa precisa de clicar no ativar.
- Mostrar onde desativa a atividade formar palavra (falar que se não desativar e ativar outra fica as duas).

Explicar o propósito da atividade somatório

- Ativar rapidamente, coloca um valor para a soma 3, e iniciar deixando o a terapeuta observar
- Retornar ao menu, com alguma atividade acontecendo...
- Modificar a letra e o tamanho do cubo
- Dá a dica sobre o tempo de foco correto e errado ser igual ao anterior.
- Dar a dica sobre o tempo de vida ser igual ao anterior
- Alterar as cores uma a uma,
- Explicar sobre os números repetidos e dar um exemplo
- Desativar, voltar ao menu e explicar sobre a opção "automático", dar um exemplo

Perguntar: alguma dúvida?

Volta ao menu sistema e explicar sobre as informações dos jogadores

- Falar sobre cada informação
 - Mostrar e explicar o propósito do botão obs.
 - Explicar o propósito do botão ativar tempo
 - Explicar o objetivo do botão salvar - salva um exemplo e mostra onde foi salvo
 - Explicar o objetivo do botão reiniciar

Explicar sobre o controle de som.

- Com tudo desligado, inicia a atividade jogar bola com múltiplas cores
- e pede ao terapeuta que liga uma a uma e me fala qual foi o som ligado

----- Parte 2

Deixa a terapeuta utilizar o oculus.

- Apresente o cenário e suas opções
- Mude para o outro cenário para ela ver a diferença
- Ligue todos os sons
- Inicia movimento, altera a velocidade e mostra a diferença (deixa andar até a caverna
- Muda a pista para extreme e mostre a diferença
- Quando terminar a primeira volta, pare o movimento.
- Ative a atividade jogar bola e mude todos as opções
- Finaliza, e iniciar a atividade formar palavra (mude menos, tempo de foco, tamanho)
- Finaliza vai para atividade formar palavra.

----- Parte 3

Deixe a terapeuta selecionar o que quiser enquanto eu utilizo e verificar se ela tem alguma pergunta.

----- Parte 4

Mostrar como sai (apertar q)

e peça para a terapeuta abrir novamente.

Iniciar a Entrevista.