

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

ELIAS OSTERLUND SALDANHA

**Influência da Propriocepção na Memória
Espacial: um Estudo com Jogos Imersivos e
Convencionais**

Monografia apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Bacharel em Ciência
da Computação

Orientador: Prof. Dr. Luciana P. Nedel

Porto Alegre
2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Vice-Reitora: Prof^a. Jane Fraga Tutikian

Pró-Reitor de Graduação: Prof. Vladimir Pinheiro do Nascimento

Diretora do Instituto de Informática: Prof^a. Carla Maria Dal Sasso Freitas

Coordenador do Curso de Ciência de Computação: Prof. Sérgio Luis Cechin

Bibliotecária-chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

AGRADECIMENTOS

À minha família, que sempre me incentivou a perseguir meus objetivos; à professora doutora Luciana Nedel e aos colegas do laboratório de computação gráfica, cujo apoio foi instrumental nesta etapa final; e à minha companheira Angélica, pela compreensão e carinho investidos ao longo de toda esta jornada.

RESUMO

Com o advento da realidade virtual comercialmente viável e disponível para o consumidor em larga escala, perspectivas previamente visitadas podem ser reconsideradas. Atualmente, a indústria do entretenimento influencia fortemente os esforços na área, mas há outras direções dignas de recursos. Jogos sérios desenvolvidos para treinamento e educação proporcionam um ambiente seguro para o aprendizado, mas frequentemente carecem de imersão potencialmente fundamental para a experiência. Este trabalho procura analisar os benefícios da imersão na memória espacial em ambientes virtuais. Foram realizados testes com usuários em múltiplas variações de uma mesma aplicação, alterando-se apenas o método de interação usuário-sistema. As variações desenvolvidas incluíram interfaces digitais clássicas no formato FPS e duas versões em realidade virtual, room-scale e standing-only. As variáveis analisadas incluíram o tempo de duração do exercício, o número de jogadas realizadas e o número de falhas repetidas. Os resultados não foram significativamente indicativos de uma possível influência positiva da imersão na eficiência e eficácia do aprendizado, necessitando de estudos adicionais.

Palavras-chave: Realidade virtual. jogos sérios. simuladores de treinamento. imersão. propriocepção.

Influence of Proprioception on Spatial Memory: a Study with Immersive and Conventional Games

ABSTRACT

With the advent of virtual reality becoming commercially viable and available to the consumer on a large scale, previously visited perspectives can be reconsidered. Currently, the entertainment industry heavily influences the efforts on the field, but there are other directions worthy of the resources. Serious games developed for training and education purposes provide a safe space for learning, but often lack the immersion potentially fundamental to the experience. This work aims to analyze the benefits of immersion in spatial memory in virtual environments. To this end, experiments were conducted with multiple variations of a same application, altering only the user-system interaction method. The variations developed included classical digital interfaces in the FPS format and two virtual reality versions, room-scale and standing-only. The variables analyzed included the duration of the exercise, the number of moves performed and the number of repeated mistakes. The results were not significantly indicative of a potential positive influence of immersion on the efficiency and efficacy of learning, requiring further studies.

Keywords: virtual reality, serious games, training simulators, immersion, proprioception.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 BOOM, de Fake Space Labs.	12
Figura 1.2 A combinação de head-mounted display (HMD), controller em formato de rifle e move-in-place (MIP) treadmill oferece alta imersão para o usuário.	13
Figura 2.1 Jogo Triple Zero Hero, onde o jogador combate incêndios.....	15
Figura 2.2 LizzE and the Light of Dreams, em modo NON-VR e VR.....	16
Figura 2.3 Sistema BraTrack – o usuário é localizado através de câmeras que detectam o artefato em seu chapéu.	17
Figura 3.1 Aplicação I: o usuário interage com a aplicação através de uma interface consagrada em jogos digitais.	19
Figura 3.2 Aplicação II: o sistema utiliza da ampla área de captura de movimentos do HTC Vive para permitir ao usuário uma experiência de imersão sensorial convincente	21
Figura 3.3 Aplicação III: o usuário interage com os blocos utilizando dos controles do HTC Vive e movimenta-se pelo ambiente através do touchpad presente nos mesmos.	22
Figura 3.4 Teste de Familiaridade: uma forma simples de avaliar a familiaridade com as regras e o desempenho do usuário livre de interfaces potencialmente inéditas.	23
Figura 3.5 Esquema representando a interação das aplicações com o hardware de RV..	24
Figura 3.6 Hardware do HTC Vive: Controles nas extremidades, seguidos das estações-base, e HMD no centro.....	25
Figura 3.7 Símbolos utilizados nos blocos em testes com usuários.....	26
Figura 3.8 Imagens utilizadas como símbolos para as aplicações.	27
Figura 3.9 Máquina de estados dos objetos de interação. Os estados e transições estão descritos em detalhes no texto.	29
Figura 5.1 Problemas de visão dos usuários.	37
Figura 5.2 Familiaridade do usuário com jogos digitais.	38
Figura 5.3 Familiaridade do usuário com jogos de tiro em primeira pessoa (FPS).	38
Figura 5.4 Familiaridade do usuário com tecnologias de realidade virtual.	39
Figura 5.5 Sintomas Pré-Avaliação: Parte 1	39
Figura 5.6 Sintomas Pré-Avaliação: Parte 2	40
Figura 5.7 Sintomas Pós-Avaliação: Parte 1	40
Figura 5.8 Sintomas Pós-Avaliação: Parte 2	41
Figura 5.9 Gráfico de Dispersão: Falhas Repetidas na Aplicação I versus Auto-avaliação de Experiência Prévia em Jogos Digitais	46
Figura 5.10 Gráfico de Dispersão: Falhas Repetidas na Aplicação I versus Auto-avaliação de Experiência Prévia em Jogos FPS.....	47
Figura 5.11 Gráfico de Dispersão: Falhas Repetidas na Aplicação I versus Auto-avaliação de Experiência Prévia em Jogos Digitais.....	48
Figura 5.12 Gráfico de Dispersão: Falhas Repetidas na Aplicação I versus Auto-avaliação de Experiência Prévia em Jogos FPS.....	49
Figura 5.13 Auto-avaliação de desempenho: Aplicação I	49
Figura 5.14 Auto-avaliação de desempenho: Aplicação II.....	50
Figura 5.15 Auto-avaliação de desempenho: Aplicação III.....	50
Figura 5.16 Avaliação de dificuldade: Aplicação I.....	51

Figura 5.17	Avaliação de dificuldade: Aplicação II.....	51
Figura 5.18	Avaliação de dificuldade: Aplicação III	52
Figura 5.19	Avaliação de complexidade: Aplicação I	52
Figura 5.20	Avaliação de complexidade: Aplicação II.....	53
Figura 5.21	Avaliação de complexidade: Aplicação III.....	53
Figura 5.22	Avaliação de desconforto: Aplicação I.....	54
Figura 5.23	Avaliação de desconforto: Aplicação II.....	54
Figura 5.24	Avaliação de desconforto: Aplicação III	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 Resultados Individuais no Teste de Familiaridade.....	41
Tabela 5.2 Resultados Individuais na Aplicação I.....	43
Tabela 5.3 Resultados Individuais na Aplicação II.	44
Tabela 5.4 Resultados Individuais na Aplicação III.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
FPS	First Person Shooter
HMD	Head-Mounted Display/ Head-Mounted Device
MIP	Move In Place
PC	Personal Computer
RV	Realidade Virtual
UI	User Interface

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivos e Metodologia	13
1.2 Organização do Texto	14
2 TRABALHOS RELACIONADOS	15
2.1 Jogos Sérios	15
2.2 Memória Espacial e Propriocepção	16
3 O PROJETO	18
3.1 Aplicação I: Jogo Digital em Primeira Pessoa (FPS)	18
3.2 Aplicação II: Jogo em Realidade Virtual Room-Scale	20
3.3 Aplicação III: Jogo em Realidade Virtual Standing-Only	21
3.4 Teste de Familiaridade	23
3.5 Ferramentas Empregadas	23
3.6 Processo de Desenvolvimento	25
4 TESTES COM USUÁRIOS	32
4.1 Protocolo	32
4.2 Informações Coletadas	33
4.3 Hipóteses Secundárias	35
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	37
5.1 Sintomas	39
5.1.1 Sintomas Pré-testes	39
5.1.2 Sintomas Pós-testes.....	40
5.2 Desempenho nos Testes	41
5.2.1 Verificação das Hipóteses Secundárias	45
5.2.2 Possíveis Causas	47
5.2.2.1 Facilidade de Interação	47
5.2.2.2 Ausência de Punição	48
5.2.2.3 Exaustão	48
5.3 Avaliações dos Experimentos pelos Usuários	49
6 CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS	58
APÊNDICE A — QUESTIONÁRIOS PRÉ-TESTES	60
APÊNDICE B — QUESTIONÁRIOS PÓS-TESTES	64

1 INTRODUÇÃO

Tecnologias de Realidade Virtual (RV) vêm se tornando exponencialmente mais acessíveis. Através delas, é possível construir e expressar novas ideias, oferecendo experiências aos usuários por meio de múltiplos sentidos e com os benefícios inerentes a um ambiente controlado, tais como a segurança para o usuário e aqueles ao seu redor. A característica central de tais tecnologias é comumente considerada a imersão proporcionada.

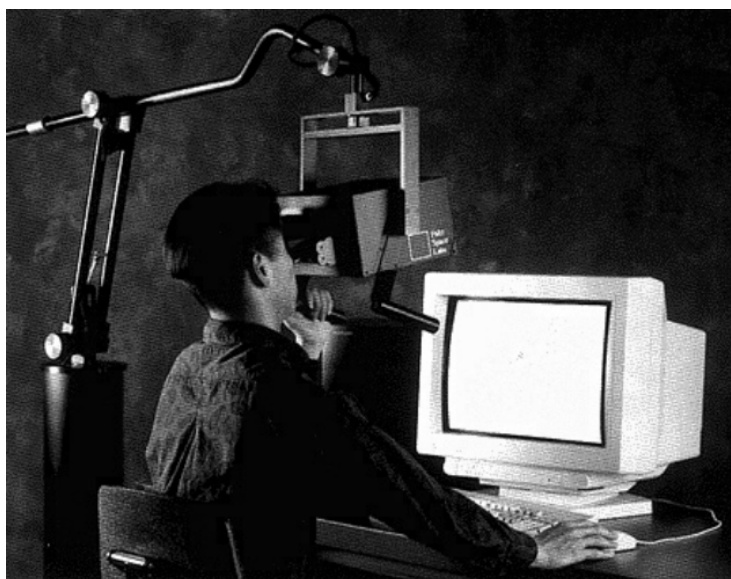
A premissa da capacidade de transportar usuários a diferentes ambientes, de forma economicamente sustentável em larga escala, abre as portas para muitas possibilidades. Ambientes fictícios nos proporcionam novas formas de entretenimento, seja através de histórias imersivas ou jogos interativos inovadores. Ao mesmo tempo, a simulação de ambientes reais nos permite conhecer outras culturas ou mesmo visitar momentos históricos de forma inédita no que diz respeito a técnicas educacionais (PAN et al., 2006). Ambos os fenômenos vêm se manifestando de formas cada vez mais acessíveis e com maior fidelidade ao material que procuram reproduzir.

A RV é uma ferramenta que permite a vivência imersiva em um ambiente que vai além da realidade (BERG; VANCE, 2017). Para Frederick Brooks, professor de Ciência da Computação na Universidade da Carolina do Norte e pioneiro na área, RV é definida como “uma experiência na qual o usuário é efetivamente imerso em um mundo virtual responsivo” (BROOKS, 1999).

A tecnologia teve seu início em 1962, quando Heilig criou um simulador multissensorial. Em 1965, Sutherland criou uma tela que seria montada na cabeça com a finalidade de exibir imagens através de um computador. Em 1975, Krueger desenvolveu o Videoplace: um ambiente no qual os usuários eram projetados em uma tela e interagiam entre si. Já em 1989, surgiu o Boom (figura 1.1), uma caixa com dois monitores, visualizáveis pelo usuário através de orifícios binoculares (MAZURYK; GERVAUTZ; SMITH, 2013; GREENWALD et al., 2017).

Atualmente, a RV revoluciona diversas áreas. Uma aplicação muito conhecida da RV são os jogos de entretenimento (figura 1.2), capazes de proporcionar experiências que vão muito além do que ocorre em jogos tradicionais através de ambientes fictícios (LISZIO; MASUCH, 2014). Neste caso, a imersão do usuário no ambiente virtual é um fator importante a ser considerado no desenvolvimento de um jogo e se dá por meio do estímulo sensorial através da computação gráfica, do som, tato, envolvimento com as

Figura 1.1 – BOOM, de Fake Space Labs.



Fonte: (MAZURYK; GERVAUTZ; SMITH, 2013)

emoções, dentre outros (ZYDA, 2005).

Entre as aplicações de RV, se destacam os chamados “jogos sérios”. São definidos como jogos sérios os jogos digitais cuja finalidade se estende além do entretenimento. Seu uso como ferramenta nas áreas de treinamento e educação mostra grande potencial, evidenciado pelo mercado em contínua expansão (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007). Jogos sérios abrangem todas as faixas etárias e são aplicáveis em todas as facetas educacionais.

Através desta tecnologia é possível realizar tarefas que dependem de recursos escassos, como treinamentos, por exemplo. Também é possível realizar simulações com diversas finalidades no meio educacional (GREENWALD et al., 2017). A RV também tem sido estudada para aplicações na medicina. É considerada uma possível ferramenta para o diagnóstico da ansiedade (DECHANT et al., 2017), bem como pode ser utilizada na interação e no aprendizado em crianças com autismo (GREENWALD et al., 2017) e na atenuação de sintomas relacionados à doença de Parkinson (LEE; LEE; SONG, 2015).

Apesar do potencial supracitado, o uso de jogos sérios em combinação com RV ainda não é altamente difundido. Evidências anedóticas sugerem fatores como o debate altamente polarizado a respeito da importância do entretenimento em jogos sérios (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007), ou os efeitos nauseantes que experiências de RV podem causar em usuários. Embora tais fatores possam exercer impacto considerável sobre a adoção da tecnologia, é possível que o fator predominante seja a quantidade ainda

Figura 1.2 – A combinação de head-mounted display (HMD), controller em formato de rifle e move-in-place (MIP) treadmill oferece alta imersão para o usuário.



Fonte: www.goodworklabs.com

limitada de dados a respeito dos benefícios e malefícios resultantes desta combinação.

1.1 Objetivos e Metodologia

Neste trabalho, analisamos o impacto da propriocepção (ver capítulo 2) sobre a memória imediata através de jogos imersivos em realidade virtual. Desta forma, o trabalho procura contribuir para o contínuo desenvolvimento de RV para fins educativos e de treinamento.

A hipótese principal considerada pelo trabalho é a seguinte:

A propriocepção tem efeitos positivos na memória espacial em atividades desenvolvidas em ambientes virtuais.

O objetivo geral deste trabalho é projetar aplicações que auxiliem na verificação da influência da propriocepção sobre a memória espacial. Os objetivos específicos são como segue:

- Realizar uma revisão da literatura a respeito de jogos sérios e propriocepção;
- Projetar e desenvolver uma aplicação que simule o jogo da memória tradicional,

utilizando-se dos métodos de interação típicos de um computador pessoal (PC);

- Projetar e desenvolver aplicações que simulem o jogo da memória em três dimensões, imergindo o usuário em primeira pessoa em um ambiente virtual;
- Realizar testes com diversos usuários em todas as aplicações desenvolvidas;
- Levantar informações a respeito dos usuários e da sua experiência com os testes através de um pré e pós-questionário;
- Comparar e interpretar os resultados observados.

Para a verificação da hipótese, realizamos o levantamento de informações com usuários submetidos a testes desenvolvidos para ambas as categorias de software: imersivo (em realidade virtual) e não-imersivo (em formato digital clássico).

Os testes foram projetados de forma a minimizar o impacto de fatores externos à interface com o usuário (UI). Foi tomado o cuidado de tornar a experiência o mais simétrica possível, exceção aberta apenas para o método de interação usuário-sistema, foco da avaliação.

1.2 Organização do Texto

Este texto encontra-se estruturado da seguinte maneira: o Capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura na área de jogos sérios e realidade virtual, enquanto o Capítulo 3 descreve o projeto desenvolvido neste trabalho. O Capítulo 4 apresenta os testes realizados com usuários, o Capítulo 5 consiste da análise dos resultados obtidos, e por fim o Capítulo 6 apresenta considerações finais e conclusões.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

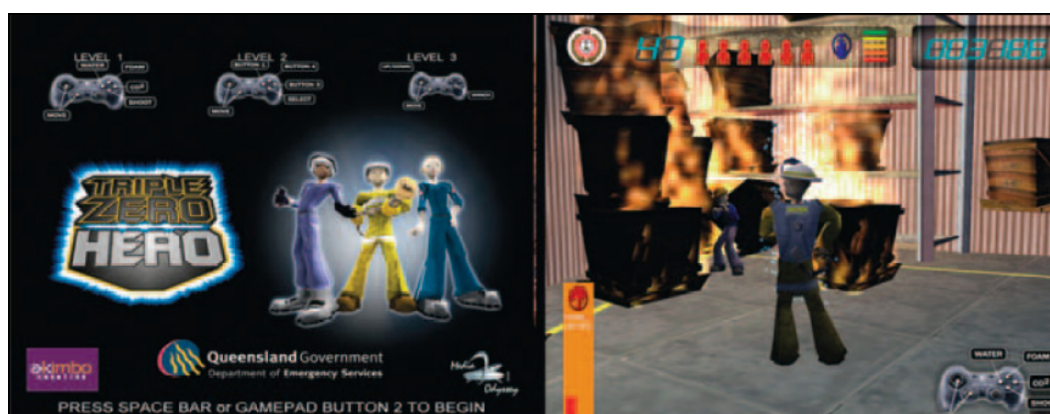
Neste capítulo, ressaltamos alguns dos trabalhos considerados mais relevantes para a análise que procuramos contribuir. As principais categorias pesquisadas foram: Jogos sérios, Memória Espacial e Propriocepção.

2.1 Jogos Sérios

O principal propósito de um jogo sério é proporcionar um ambiente seguro para o treinamento ou desenvolvimento de uma dada disciplina, minimizando riscos e custos onde aplicável (SUSI; JOHANNESON; BACKLUND, 2007). Em muitas das simulações desenvolvidas através de jogos sérios, procura-se inserir o usuário em um contexto espacial simulado. Nestes casos, é relevante o entendimento da extensão da influência da propriocepção sobre a memória espacial, de forma a se maximizar a eficácia da simulação.

O impacto do uso de jogos imersivos para atividades de treinamento já foi analisado em trabalhos anteriores. Em atividades críticas nas quais há riscos de acidentes graves, Machado e colaboradores ressaltam a alta contribuição de jogos imersivos (figura 2.1). Áreas nas quais o treinamento de pessoal envolva o consumo de recursos limitados também se beneficiam de ambientes virtuais (MACHADO; MORAES; NUNES, 2015).

Figura 2.1 – Jogo Triple Zero Hero, onde o jogador combate incêndios.



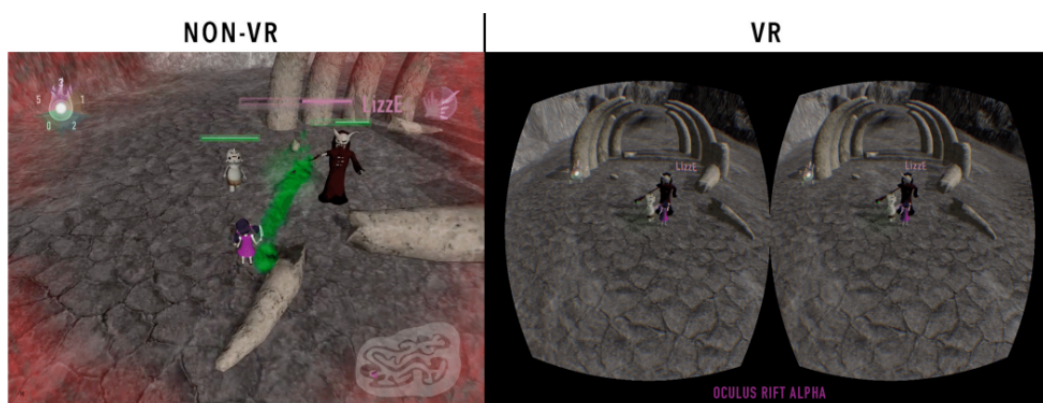
Fonte: (MACHADO; MORAES; NUNES, 2015)

Cenários de calamidade pública são um alvo em potencial para jogos sérios direcionados a entidades governamentais de segurança, devido à possibilidade de simular tais situações em diferentes níveis de severidade e repeti-las conforme necessário, esclarecem

Susi e colaboradores. Entidades militares, cuja adoção de jogos sérios como ferramenta de treinamento estratégico precede mesmo o conceito de jogos digitais, desempenham papel significativo na propagação e, em alguns casos, o financiamento de jogos imersivos de valor militar estratégico (SUSI; JOHANNESSON; BACKLUND, 2007).

Wiedemann e colaboradores analisam o processo de adaptar jogos digitais tradicionais para RV (figura 2.2), salientando que o nível de adequação para o ambiente virtual pode variar de acordo com o material-base; em outras palavras, as mecânicas de interação dos jogos afetam diretamente a viabilidade da sua adaptação para realidade virtual. Desta forma, concluem que experiências imersivas em RV só atingem seu verdadeiro potencial se todas as facetas da interface humano-computador forem satisfatoriamente exploradas (WIEDEMANN; PASSMORE, 2017).

Figura 2.2 – LizzE and the Light of Dreams, em modo NON-VR e VR.



Fonte: FIERY THINGS, 2013

2.2 Memória Espacial e Propriocepção

A propriocepção, também chamada cinestesia, é descrita como o sentido que permite ao indivíduo a localização espacial dos membros do seu corpo em relação uns aos outros. Esta habilidade é altamente independente da visão, estando mais relacionada com fibras musculares e o aparelho auditivo, que trabalham em conjunto para manter o equilíbrio (HAN et al., 2016).

O trabalho de Maciel e colaboradores (figura 2.3) serviu de principal inspiração para esta análise. Os resultados observados por Maciel et al. indicam que a posição e orientação do corpo do usuário no ambiente real auxiliam na execução das atividades no ambiente virtual, ao mesmo tempo que mostram uma performance comparável a interfa-

ces digitais tradicionais (isto é, interfaces que não façam uso de tecnologias de RV), tanto em termos de tempo necessário para conclusão dos exercícios quanto de taxa de ações bem-sucedidas. Os autores utilizaram de um tablet PC para simular uma janela para o ambiente virtual, carregada pelo usuário, de forma que a orientação do mesmo no ambiente real lhe permitiria visualizar diferentes regiões do espaço simulado (MACIEL et al., 2010).

Figura 2.3 – Sistema BraTrack – o usuário é localizado através de câmeras que detectam o artefato em seu chapéu.



Fonte: (MACIEL et al., 2010)

Enquanto o método utilizado mostrou resultados satisfatórios, é possível que os problemas ergonômicos e peso do equipamento tenham influenciado negativamente os resultados obtidos. Com o advento das tecnologias hoje disponíveis, é possível avaliar com maior precisão a relevância da imersão corporal na memorização espacial em atividades executadas em ambiente virtual.

3 O PROJETO

Para a verificação da hipótese, foram projetadas três aplicações tridimensionais análogas, distintas apenas pelo método de interação entre usuário e sistema. Enquanto a aplicação I faz uso de mecanismos consagrados de interação em jogos digitais, a aplicação II utiliza realidade virtual para promover um ambiente imersivo. A terceira aplicação resulta de uma abordagem híbrida às duas anteriores. O processo de desenvolvimento destas aplicações juntamente com o chamado teste de familiaridade é discutido neste capítulo.

O potencial de treinamento de uma determinada atividade pode ser entendido como a capacidade de memorização associada a mesma (MIZUNAMI; MATSUMOTO, 2017). Devido a isto, o jogo da memória foi escolhido como base para a análise deste trabalho. O jogo foi mapeado para um ambiente tridimensional, para prover maior imersão e garantir uma análise mais eficiente. Os objetos de interação foram projetados como blocos, para que sejam facilmente localizáveis de qualquer ângulo, ao contrário de cartas, de espessura tipicamente desprezível.

A tecnologia de RV atualmente disponível, embora exponencialmente mais poderosa do que as variantes das últimas décadas, não favorece gestos de alta precisão. Devido a isto, os blocos interativos possuem tamanho de cerca de 25 centímetros no ambiente virtual, de forma que a interação do usuário se dá ao nível de mão, ao invés de ao nível de dedos.

Os blocos estão dispostos pelo ambiente ao redor do usuário, que precisa se locomover e rotacionar seu campo de visão para que possa interagir com os mesmos. O usuário utiliza do método de interação específico da aplicação para selecionar os blocos, que mudam de aspecto para indicar a seleção. Uma vez selecionados dois blocos, estes são avaliados conforme as regras típicas do jogo da memória: caso compartilhem o mesmo símbolo, são considerados um par resolvido. Caso contrário, devem ser retornados para suas posições de origem, quando seus respectivos símbolos voltam a ser ocultos.

O jogo acaba quando não houverem mais pares não-resolvidos, ou quando o tempo limite estipulado for ultrapassado.

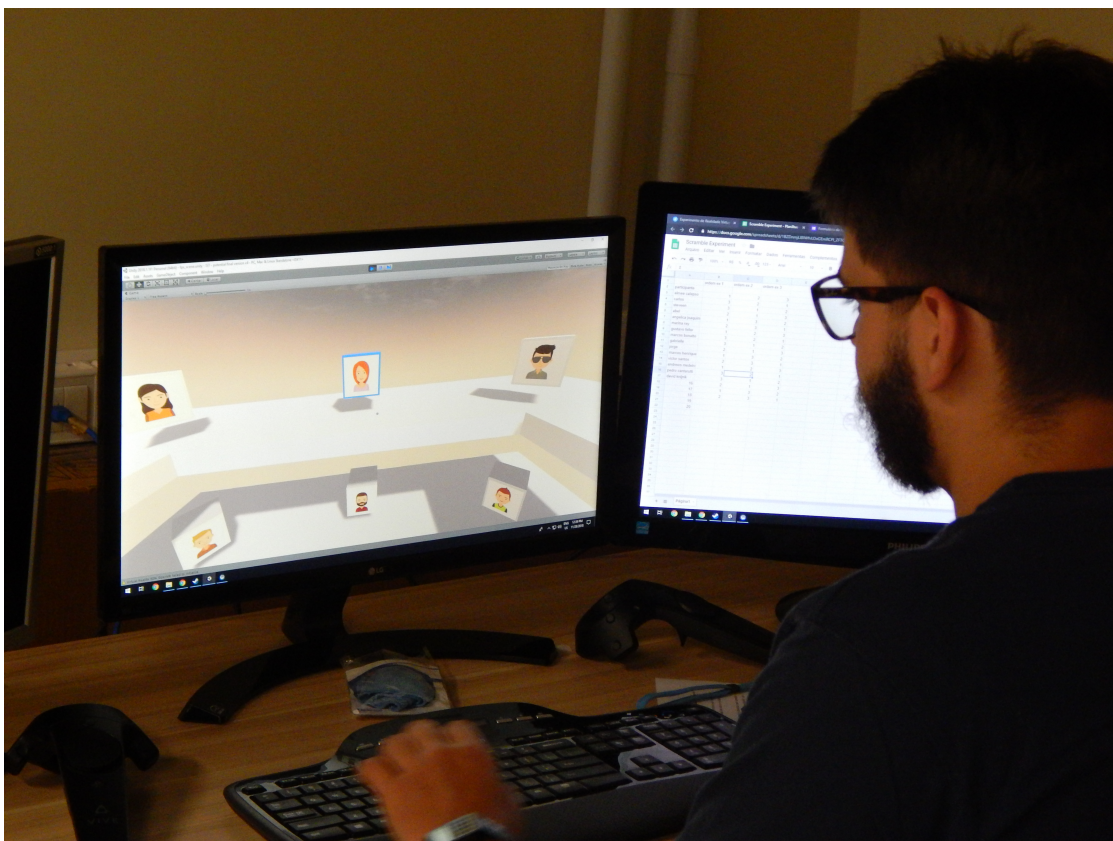
3.1 Aplicação I: Jogo Digital em Primeira Pessoa (FPS)

A aplicação I faz uso da interface tipicamente conhecida como jogos FPS (First Person Shooter), que teve seu início na década de 70. Desde então, a popularidade da in-

terface segue em ascensão, com jogos modernos procurando novas variações da fórmula, mas o núcleo das mecânicas permanece em sua essência intacto.

Em jogos FPS, o usuário é inserido no ambiente virtual através do que seriam os olhos do seu personagem, através da chamada visão em primeira pessoa. Em sua origem, são jogos de armas de fogo, onde o jogador está encarregado de mover seu personagem pelo cenário e atirar em oponentes enquanto evita que estes o atinjam. Devido à visão em primeira pessoa, os projéteis disparados contra o personagem se aproximam da tela, de forma que há uma associação de perigo personagem-jogador. Esta experiência, embora limitada, provê uma sensação de imersão.

Figura 3.1 – Aplicação I: o usuário interage com a aplicação através de uma interface consagrada em jogos digitais.



Em essência, o conjunto mínimo de mecânicas que definem um jogo FPS é a capacidade de mover e rotacionar independentemente o personagem que nos serve de câmera para o mundo virtual. A capacidade de disparar projéteis, embora extremamente comum, já foi desconstruída em muitos jogos do gênero. Mesmo quando presente, no entanto, raramente vem acompanhada de um eixo adicional de controle do personagem – ao invés, o personagem tipicamente dispara na direção central ao seu campo de visão,

possivelmente com algum grau de variância gerada aleatoriamente.

A aplicação I opera se valendo destes princípios básicos (figura 3.1). O jogador é capaz de transladar e rotacionar a câmera através dos respectivos controles – as teclas WASD para translação e o movimento do mouse para rotação, como típico de jogos FPS. O jogador pode se agachar, reduzindo a altura da câmera, com a tecla C, enquanto a habilidade de disparar projéteis é substituída pela habilidade de selecionar blocos na região central da tela e dentro de uma proximidade pré-determinada. Essa habilidade simula a ação de manipular os objetos presente no jogo da memória tradicional, bem como na aplicação II.

3.2 Aplicação II: Jogo em Realidade Virtual Room-Scale

A aplicação II utiliza do conceito de propriocepção como diferencial fundamental e procura avaliar seu impacto no processo de memorização. Para a realização desta avaliação, a aplicação II foi desenvolvida para ambientes de RV. O que constitui uma aplicação de RV moderna típica já foi abordado em capítulos anteriores. Assim, detalhamos a seguir as especificidades da aplicação II.

Através do HMD e dos sensores nas estações do hardware de RV, o movimento real do usuário se traduz diretamente na movimentação proporcional do personagem implícito (figura 3.2). De fato, para todos os efeitos sensoriais relevantes ao feedback do sistema, o próprio jogador é o personagem. A interação do jogador com os blocos se dá através dos gatilhos dos controles em ambas as mãos, e um gráfico auxiliar é mostrado através do HMD para auxiliar o jogador a identificar a posição das mesmas.

Vale salientar que, ao contrário da aplicação I, a aplicação II permite não somente interagir com dois objetos ao mesmo tempo, mas também interagir com objetos independentemente de estarem ou não no centro do campo de visão. A liberdade adicional proveniente disto auxilia na imersão, mas adiciona os limites próprios do usuário. Leia-se, a altura da câmera de jogo é agora a altura do usuário, o que pode dificultar a visibilidade dos blocos em casos extremos. Adicionalmente, o tamanho dos braços do usuário age como o limite da sua capacidade de selecionar blocos, uma vez que é preciso fazer contato com eles através dos controles virtuais.

Figura 3.2 – Aplicação II: o sistema utiliza da ampla área de captura de movimentos do HTC Vive para permitir ao usuário uma experiência de imersão sensorial convincente



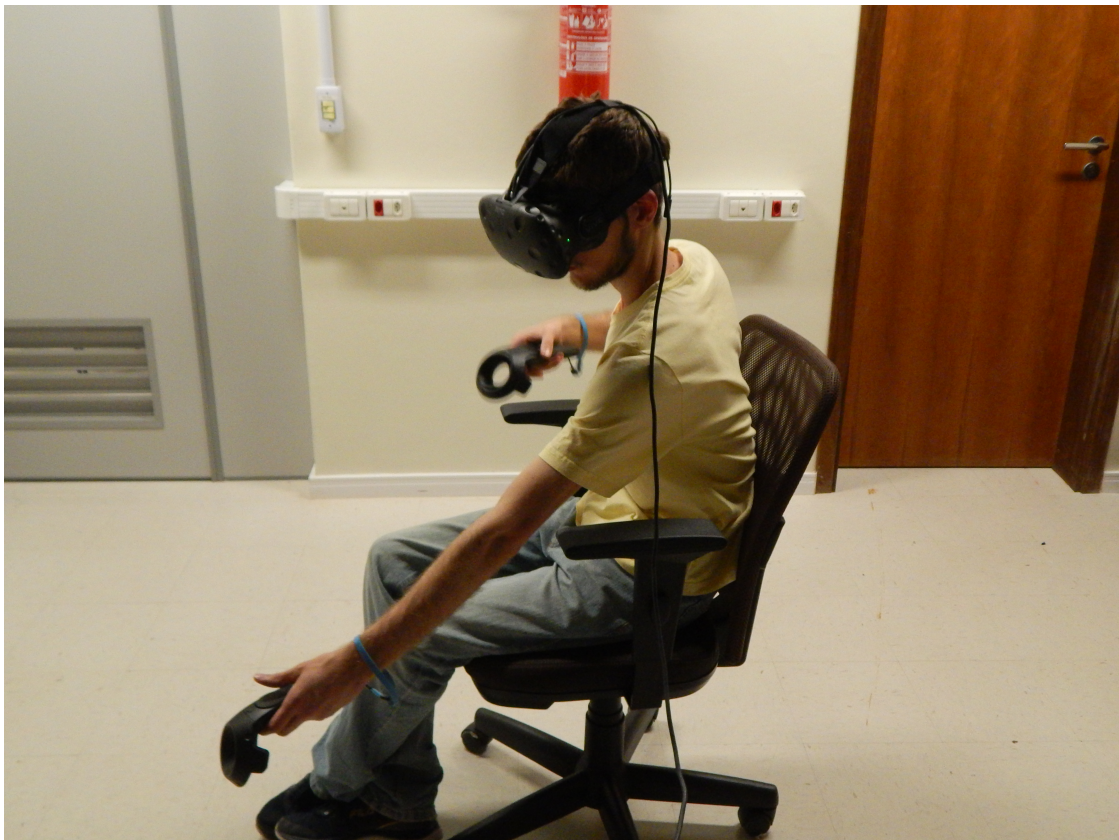
3.3 Aplicação III: Jogo em Realidade Virtual Standing-Only

Após o desenvolvimento das aplicações I e II, foi considerada a importância de realizar mais testes para melhor concluir quais aspectos das aplicações até então desenvolvidas contribuem de forma significativa nos resultados observados. Embora tais diferenças estejam limitadas as respectivas interfaces das aplicações em questão, a familiaridade prévia do usuário com determinada interface pode ter grande influência no seu desempenho, possivelmente a ponto de ofuscar as potenciais vantagens relacionadas à hipótese.

O método de interação com os objetos é idêntico ao desenvolvido para a aplicação II. Através dos controles e head-mounted display, o usuário visualiza e interage com os blocos. A rotação do campo de visão se dá pela movimentação do HMD, enquanto a interação com os blocos requer contato entre os mesmos e qualquer dos controles virtuais, da mesma forma que opera a aplicação II.

A aplicação III se destaca exclusivamente pelo método de locomoção. Ao contrário da aplicação II, na qual o usuário se desloca através da movimentação real traduzida

Figura 3.3 – Aplicação III: o usuário interage com os blocos utilizando dos controles do HTC Vive e movimenta-se pelo ambiente através do touchpad presente nos mesmos.



para o ambiente virtual, os experimentos relacionados à aplicação III são conduzidos com o usuário sentado no centro da área de captura (figura 3.3). Ainda é permitido ao usuário rotacionar seu campo de visão, mas o movimento de translação é realizado através do pressionamento do touchpad presente em ambos os controles. Quando pressionado, a representação virtual do usuário se desloca de acordo com a direção pressionada em relação ao ângulo de orientação do head-mounted display, enquanto a posição o usuário propriamente dito permanece inalterada.

Através deste alto grau de semelhança entre as duas aplicações, espera-se que os testes conduzidos sejam comparáveis entre si de forma altamente independentes do nível de experiência prévia do usuário. Sabe-se que o método de locomoção aqui empregado é notório por causar desconforto ou náusea em alguns usuários devido à discrepância da percepção de movimento. Tal fator foi considerado e as devidas precauções foram tomadas para garantir o conforto dos usuários.

3.4 Teste de Familiaridade

Foi desenvolvida também uma quarta aplicação, esta em duas dimensões, que melhor se assemelha ao jogo da memória clássico (figura 3.4). Esta aplicação viola o princípio de alterar apenas o método de interação usuário-sistema, e portanto não tem por objetivo uma comparação direta com as demais. Ao invés, a aplicação tem como finalidade uma análise simplificada da proficiência do jogador, através de uma interface extremamente familiar para usuários de computadores nas últimas décadas.

Figura 3.4 – Teste de Familiaridade: uma forma simples de assessorar a familiaridade com as regras e o desempenho do usuário livre de interfaces potencialmente inéditas.

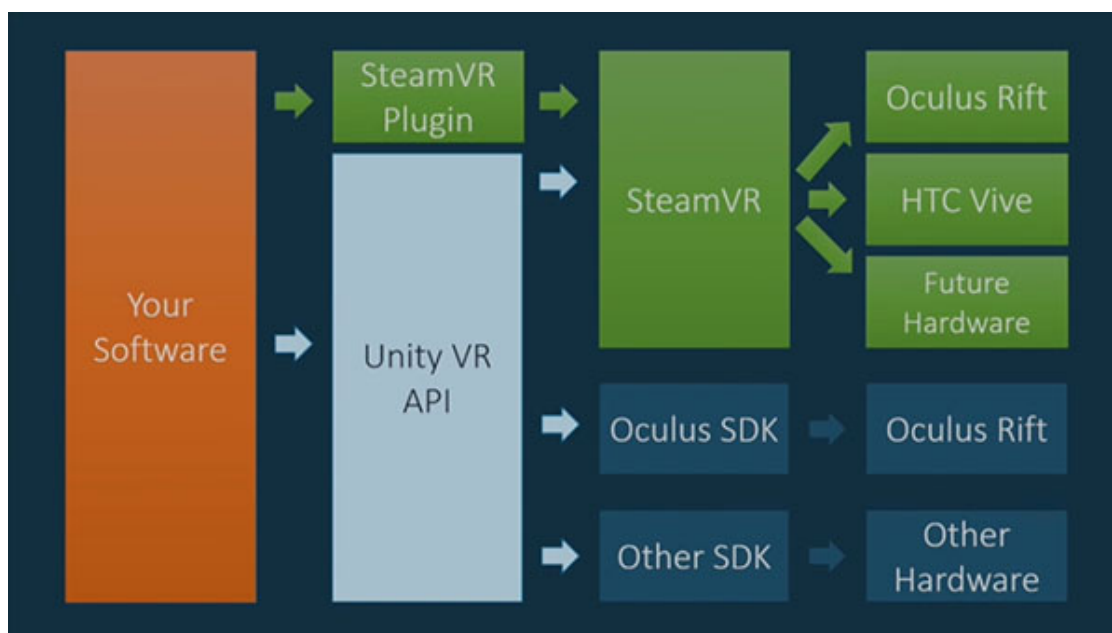


3.5 Ferramentas Empregadas

Para o desenvolvimento das aplicações, foi utilizado o Unity, motor para desenvolvimento de jogos 2D e 3D. A lógica das aplicações foi escrita em C#, linguagem para a qual o Unity oferece suporte direto, e faz uso do SteamVR, ferramenta desenvolvida pela Valve para facilitar a comunicação entre o Unity e os principais hardware de RV

disponíveis no mercado (figura 3.5).

Figura 3.5 – Esquema representando a interação das aplicações com o hardware de RV.



Fonte: www.valvetime.net

As aplicações são executáveis em ambos HTC Vive e Oculus Rift. Para os testes, foi primeiramente escolhido o Oculus devido ao aspecto ergonômico dos controles Touch, que permitem uma experiência que melhor se assemelha à experiência real de manipular objetos. Entretanto, a menor área de captura precisa dos movimentos causou transtornos durante os testes beta: qualquer distância superior a 2 metros dos sensores acarretou em frequentes perdas de sinal. Devido a isso, foi necessário reverter ao hardware HTC Vive (figura 3.6).

Como a aplicação de RV room-scale foi projetada para permitir a movimentação livre do usuário no ambiente virtual, foi necessário um espaço proporcional em ambos os ambientes. O laboratório utilizado conta com área livre para movimentação de aproximadamente nove metros quadrados. As aplicações foram planejadas para fazer uso deste espaço.

Os símbolos utilizados nos blocos são desenhos de rostos de pessoas (figura 3.7). Estes foram selecionados de forma a maximizar a distinção entre cada par, de forma a não dificultar a associação das imagens. As aplicações usam disposições pré-determinadas da associação de blocos e símbolos, mas estas disposições são distintas para cada aplicação. Desta forma, procura-se garantir que cada usuário tenha uma experiência comparável, minimizando fatores aleatórios, enquanto impede-se o usuário de se valer da memória do

Figura 3.6 – Hardware do HTC Vive: Controles nas extremidades, seguidos das estações-base, e HMD no centro.



Fonte: www.valvetime.net

experimento anterior quando realiza o seguinte.

As imagens que compõe os símbolos foram obtidas online em freepik.com, repositório para imagens de uso aberto (figura 3.8). Do total de 16 imagens, 8 foram selecionadas para a composição dos exercícios, considerando uma estimativa geral de seis minutos por tarefa de forma a minimizar a frustração dos usuários.

O hardware utilizado para os testes conta com um processador 3.4 GHz Intel Core i7-6700, memória RAM de 16 GB, e placa de vídeo GeForce 1070ti 8 GB.

3.6 Processo de Desenvolvimento

As aplicações foram desenvolvidas concomitantemente. Alterações feitas em uma, quando apropriadas, eram imediatamente refletidas nas outras. Por apropriadas, leia-se quaisquer alterações que não fossem diretamente relacionadas ao método de interação do usuário com o sistema.

Um pequeno grupo de três usuários participou do chamado teste beta. Neste teste preliminar, os usuários foram submetidos ao mesmo experimento que futuramente seria utilizado para os testes propriamente ditos, porém com observação direta do desenvolvedor. O usuário compartilhava seu feedback em tempo real conforme utilizava os progra-

Figura 3.7 – Símbolos utilizados nos blocos em testes com usuários.



Fonte: freepik.com

mas, e o autor tomava nota das impressões mencionadas, bem como de quaisquer outras dificuldades ou inconsistências que encontrava. Este feedback foi incorporado na revisão das aplicações. Nesta seção, detalhamos o processo de desenvolvimento dos programas e suas múltiplas revisões.

Durante os testes beta, foram testadas várias quantidades de blocos; no intervalo de 8 a 32, inclusive. Pela natureza do jogo da memória, cuja dificuldade escala rapidamente com o número de símbolos incógnitos restantes, optou-se por fixar o número de blocos em 16, de forma a não tornar a tarefa altamente desgastante para os usuários e, ao mesmo tempo, não trivializar o exercício.

Conforme previamente mencionado, as aplicações foram projetadas para utilizar do espaço físico disponível na sala de visualizações no laboratório de computação gráfica no qual o trabalho foi desenvolvido. Esta correspondência espacial informa a área horizontal do ambiente virtual. Verticalmente, o cenário foi projetado para que haja própria funcionalidade em ambas as versões em RV e não-RV, sem a necessidade de alterações específicas para cada caso. No ambiente em realidade virtual, é importante que o usuário possa interagir com todos os blocos, com não mais do que um esforço moderado, independente da altura do mesmo. No ambiente digital sem o uso de realidade virtual, há apenas duas definições de altura da câmera, estados entre os quais o usuário alterna com o pressionar de um botão. Devido a ambos esses fatores, o cenário foi projetado como uma série de plataformas formando um quadrado, em dois níveis de altura, onde o usuário

Figura 3.8 – Imagens utilizadas como símbolos para as aplicações.



Fonte: freepik.com

navega pela área interior.

No jogo da memória tradicional físico, as peças são manipuladas pelo jogador, que revela seus símbolos virando-as com a face para cima. O jogador não está impossibilitado de mover a peça para melhor visualizá-la, mas é esperado que as peças sejam retornadas às suas posições de origem após a resolução da comparação do par, antes de retomar o processo de selecionar novas peças. A implementação desta característica no ambiente tridimensional resultou em um passo adicional que pode ser considerado anti-intuitivo, visto que é possível que um bloco fora de posição esteja fora do campo de visão do jogador, e ainda assim o impeça de interagir com novos blocos. Entretanto, a característica foi mantida, pois o processo de devolver o bloco à sua posição de origem ajuda a fortalecer

a associação com o símbolo do bloco com a posição. Além disso, a ausência deste passo torna o ambiente caótico, reduzindo a organização e, por consequência, dificultando a capacidade de memorização do usuário.

Para auxiliar na tarefa de retornar os blocos às suas posições de origem, foi implementado uma pequena rotina que verifica se os blocos foram já avaliados e o jogador está tentando retorná-los. Caso positivo, os blocos tratarão de mover-se para suas posições exatas, uma vez que estejam dentro de uma margem de distância de 50 centímetros. Adicionalmente, a posição de origem dos blocos é marcada por um representação semi-transparente de um bloco de tamanho reduzido.

Foi constatado cedo no processo de desenvolvimento das aplicações que a capacidade de mover blocos livremente pelo ambiente pode causar cenários nos quais o jogador arremessa blocos para fora da área válida de jogo, onde não é mais capaz de alcançá-los. Optou-se por simplesmente impedir os blocos de alcançarem áreas inacessíveis através de barreiras invisíveis, de forma a garantir o mínimo de distração e maior foco na avaliação da atividade.

Os blocos obedecem uma máquina de estados finitos que identifica as circunstâncias específicas nas quais cada bloco se encontra. Um bloco sempre está em exatamente um dos seguintes estados (conforme figura 3.9):

1. em prontidão
2. selecionado
3. pareado
4. não-pareado
5. concluído

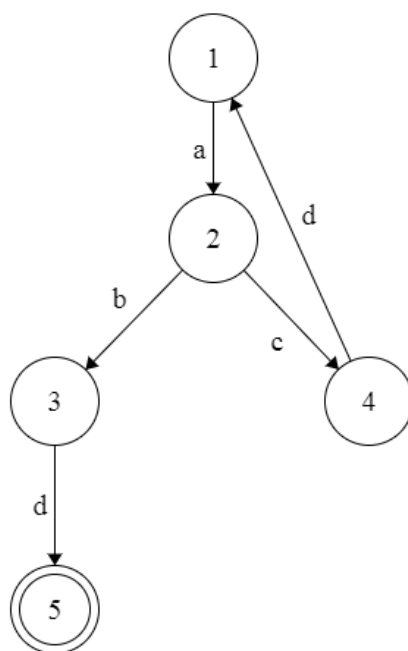
Os eventos que sinalizam uma troca de estados são como segue:

- a. o usuário seleciona o bloco, e seu símbolo é revelado
- b. o usuário seleciona um segundo bloco ou este bloco é o segundo selecionado; quando comparados após uma breve pausa, ambos possuem o mesmo símbolo
- c. o usuário seleciona um segundo bloco ou este bloco é o segundo selecionado; quando comparados após uma breve pausa, os símbolos que possuem são distintos

- d. após uma pausa alongada, caso o bloco tenha sido pareado com sucesso, este é movido para o estado de conclusão e mantém seu símbolo revelado; caso o bloco não tenha sido pareado corretamente, ele é retornado ao estado inicial.

Além disso, foi associada uma cor a cada estado, baseado em padrões estabelecidos de affordance, de forma a permitir ao usuário inferir rapidamente o resultado da ação em questão.

Figura 3.9 – Máquina de estados dos objetos de interação. Os estados e transições estão descritos em detalhes no texto.



Blocos em prontidão são os blocos que estão prontos para serem selecionados pelo usuário. Seus símbolos estão ocultos e sua coloração é preta. Este é o estado no qual os blocos se encontram ao iniciar a simulação. Blocos em prontidão com os quais o jogador interage passam para o estado de selecionados, nos quais seus símbolos são revelados, e o bloco ganha uma coloração amarela para facilitar a identificação.

Uma vez que dois blocos sejam selecionados, o pareamento destes é resolvido. Caso compartilhem o mesmo símbolo, os blocos são ditos pareados, e sua coloração se torna azul. Caso contrário, são ditos não-pareados, e sua coloração se torna vermelha. Os blocos então devem ser retornados para sua posição original, momento no qual blocos pareados avançam para o estado concluído, onde sua coloração se torna branca. Blocos não-pareados, por sua vez, retornam para o estado de prontidão, onde seus símbolos são novamente ocultos.

O processo de resolução do pareamento possui duas pausas: pré-resolução, e pós-resolução. A pausa de pré-resolução tem duração de um segundo, enquanto a pausa pós-resolução possui duração de cinco segundos. Essas pausas foram inseridas manualmente com a finalidade de facilitar a compreensão do usuário. Foi constatado que, sem pausas, a resolução do par era feita imediatamente no momento em que o segundo bloco é selecionado. O processo de avaliação é tão rápido que o usuário facilmente tem a impressão de que o bloco em si já possuía coloração azul ou vermelha ao ser selecionado, ao invés de ser um resultado da comparação com o primeiro bloco.

Além disto, em muitos cenários, a seleção do segundo bloco ocorre enquanto o primeiro bloco selecionado está fora do campo de visão, o que resulta em uma resolução pouco informativa para o usuário. Nestes casos, foi constatado que as pausas criadas não bastam para garantir que diferentes usuários sejam capazes de reagir à informação em tempo hábil, o que é um problema particularmente no caso de um resultado negativo na comparação, pois os símbolos dos blocos envolvidos são ocultos novamente.

Dessa forma, foi adicionado o requisito de manualmente selecionar um bloco para retorná-lo à sua origem: até então, um bloco que estivera próximo de sua origem durante o processo de comparação seria automaticamente retornado a ela uma vez que a avaliação fosse concluída. Com a adição deste requisito, um bloco essencialmente necessita ser depositado em sua origem pelo usuário, o que garante que todo usuário possua tempo suficiente para processar o resultado do pareamento.

Apesar das vantagens oferecidas por esta adição, os usuários da versão beta dos programas indicaram que tal processo era muito anti-intuitivo e protelava o avanço do jogo de uma forma desagradável. Com o intuito de reduzir esta frustração na realização dos testes propriamente ditos na versão final, o requisito de depositar os blocos manualmente foi removido, mas com um parêntese: o bloco só será manualmente retornado para a sua posição de origem se estiver suficientemente perto da mesma. Blocos que o usuário tenha movido para posições muito distantes da original permanecerão em estado de resolução pendente até que a condição de distância seja satisfeita.

Através deste comportamento, é esperado que o usuário retorne blocos que tenha movido para posições muito distantes da original. Assim, não apenas espera-se que o usuário melhor associe a posição ao símbolo do bloco, mas também impede-se o usuário de mover todos os blocos para uma mesma plataforma, o que removeria a necessidade do usuário de se deslocar por um ambiente tridimensional para interagir com os mesmos, severamente enfraquecendo assim a premissa da propriocepção. Além disso, o tempo de

atraso adicionado para a absorção da informação pós-avaliação foi estendido, para que o usuário melhor possa processar os símbolos de cada bloco, mas sem a necessidade de um input adicional.

Foi considerada também a possibilidade de simplesmente remover a capacidade de selecionar um bloco e movê-lo livremente pelo ambiente virtual, mas julgou-se que tal habilidade permite um manejo mais natural dos objetos, de forma que o usuário sempre possa movê-lo para evitar obstruções visuais que possam dificultar a memorização do símbolo. Tais obstruções podem incluir as plataformas, o brilho do sol virtual no reflexo da superfície dos blocos, sombras e até mesmo os próprios modelos dos controles de realidade virtual.

4 TESTES COM USUÁRIOS

Cuidados especiais foram tomados para garantir a maior qualidade possível para os testes com usuários. No local de testes, o usuário foi recebido e imediatamente apresentado aos questionários. A primeira seção dos mesmos descreve em detalhes as informações necessárias para participar. Todos os usuários testados seguiram este protocolo.

4.1 Protocolo

Imediatamente após o preenchimento do pré-questionário, os usuários foram convidados a iniciar os testes. Estes são apresentados em ordem variada para cada usuário, a fim de evitar fatores que poderiam influenciar os resultados.

Antes da execução de cada aplicação, os usuários participam do tutorial, um processo onde o usuário pode se familiarizar com os controles e a experiência sem se preocupar com terminar a tarefa dentro de um limite de tempo. Há um tutorial para cada aplicação, e eles obedecem às mesmas regras de jogo das aplicações principais, exceto o tempo limite removido e o número de blocos, que é reduzido para apenas 2, o mínimo necessário para o término da atividade. Apesar da remoção do limite de tempo no código dos programas, é esperado que o usuário não permaneça mais do que dois minutos nesta etapa.

O usuário é convidado a se familiarizar com os controles, e em seguida concluir a tarefa, revelando os símbolos idênticos nos dois blocos. Uma vez que este processo se passa, o usuário está apto a participar do teste propriamente dito, da aplicação em questão. Cada teste tem duração máxima de seis minutos.

Após o término dos testes, o usuário responde o pós-questionário, onde informações relacionadas aos seus sintomas atuais são coletadas, bem como opiniões e feedback sobre as aplicações que acaba de utilizar. Após o preenchimento do questionário, o usuário concluiu as etapas do protocolo e está dispensado.

4.2 Informações Coletadas

Para fins de análise, foram coletadas diversas informações pessoais sobre os usuários através do pré-questionário. As informações coletadas são as seguintes:

- Nome Completo
- Idade
- Gênero
- Mão Dominante
- Grau de Escolaridade
- Problemas de Visão
- Problemas Motores
- Grau de Familiaridade com o Jogo da Memória
- Grau de Familiaridade com Jogos Digitais
- Grau de Familiaridade com Jogos FPS
- Grau de Familiaridade com Aplicações em RV
- Sintomas e Desconfortos Presentes no Momento do Preenchimento

Informações sobre o desempenho dos usuários nos testes também foram coletadas. As informações coletadas variam de acordo com a aplicação em execução: aplicação I (FPS), aplicação II (RV room-scale), aplicação III (RV standing-only) ou o teste de familiaridade.

As aplicações compartilham uma série de informações coletadas. São elas:

- *Tempo de Execução.* O tempo de duração da execução do teste. Há um tempo limite de seis minutos, para garantir que o usuário conclua a extensão do experimento em tempo hábil.
- *Número de Blocos Pareados.* O número de blocos cujos pares respectivos foram encontrados com sucesso dentro do tempo estipulado. Quando este valor for menor do que o número total de blocos, sabe-se que o usuário não completou a atividade

com êxito. Juntamente com o tempo de duração, pode-se confiantemente concluir a causa: em casos de tempo de execução igual ao tempo limite, o usuário não conclui a atividade a tempo; em casos contrários, o usuário abandonou o teste.

- *Número de Jogadas Realizadas.* O número de movimentos realizados pelo usuário. Entenda-se por movimento a seleção de um bloco cujo símbolo até então se encontrava oculto, quer tenha sido previamente selecionado ou não. Esse valor auxilia na compreensão do desempenho do usuário, mas tendo em vista a possibilidade de se formar um par com sucesso escolhendo aleatoriamente, não basta.
- *Número de Falhas Repetidas.* A estatística de falhas repetidas armazena o número de jogadas realizadas pelo usuário nas quais um bloco cujo símbolo já havia sido exposto anteriormente é novamente selecionado e erroneamente pareado. Pela natureza do jogo, sabe-se que sempre haverá um número par de blocos. Portanto, não há motivos para visitar um bloco qualquer mais de uma vez, exceto quando para formar seu par com sucesso. Quaisquer erros de pareamento envolvendo blocos cujo símbolo já foi relevado ao menos uma vez podem confiantemente serem atribuídos a uma falha no desempenho de memorização do usuário, livre de qualquer influência por aleatoriedade.

Além das informações gerais descritas acima, algumas aplicações também coletam informações específicas de cada modelo. São elas:

Aplicação I

- Tempo em Estado de Agachamento

Aplicação II e Aplicação III

- *Tempo Utilizando a Mão Esquerda.* Quando o usuário segura um bloco com um dos controles, armazenamos esta duração. Usuários que mostrem maior desenvoltura no ambiente virtual deverão fazer uso equilibrado de ambos os controles, ainda que em favor da mão dominante.
- *Tempo Utilizando a Mão Direita.* Análogo à anterior.

O teste de familiaridade não coleta nenhuma informação específica.

As informações a respeito do desempenho do usuário são salvas em um arquivo automaticamente após o término da execução da aplicação, mesmo que esta seja interrompida antes de propriamente concluída.

É possível que os resultados obtidos sejam afetados pelo desenvolvimento de uma estratégia por parte do usuário. Devido a isso, a ordem na qual as aplicações são apresentadas aos usuários não é fixa. A sequência de aplicações apresentadas a cada usuário é gerada previamente de forma a manter comparável o número de experimentos realizados com cada permutação.

Após a realização dos experimentos, o usuário é apresentado a um pós-questionário. O objetivo deste questionário é verificar quaisquer alterações nos sintomas do usuário em relação ao anterior, além de coletar informações subjetivas sobre a qualidade dos testes e do desempenho do próprio usuário. As informações coletadas no pós-questionário são as seguintes:

- Sintomas e Desconfortos Presentes no Momento do Preenchimento
- Auto-avaliação de Desempenho em todas as três Aplicações
- Avaliação de Dificuldade em todas as três Aplicações
- Avaliação de Complexidade de Controles em todas as três Aplicações
- Avaliação do Desconforto Sentido em Todas as Três Aplicações
- Comentários Adicionais Opcionais

4.3 Hipóteses Secundárias

As seguintes hipóteses foram levantadas a respeito dos testes com usuários:

- **H1. As aplicações II e III mostrarão menos erros de falha repetida.**

Devido à hipótese principal, é esperado que a maior propriocepção presente na aplicação II se traduza em menos erros verdadeiros, ou seja, erros nos quais o usuário já teve oportunidade prévia de memorizar a informação.

- **H2. As aplicações mostrarão desempenho temporal comparável.**

O esforço necessário para mover o corpo do usuário pelo diâmetro do ambiente de jogo é muitas vezes maior que o esforço de pressionar uma tecla para mover o

personagem a uma velocidade fixa. Aliado com o cuidado adicional de usuários não familiarizados com RV, espera-se que ambas as aplicações mostrem tempos de duração semelhantes.

- **H3. A familiaridade prévia com jogos digitais clássicos e jogos em primeira-pessoa afetará diretamente o desempenho na aplicação I.**

A aplicação I possui uma curva de aprendizado que não deve ser negligenciada. Devido a isso, espera-se que usuários com um histórico de jogos digitais tenham desempenho radicalmente superior, em particular se não forem experientes com RV.

- **H4. A familiaridade prévia com jogos digitais clássicos e realidade virtual afetará diretamente o desempenho na aplicação II.**

A aplicação II permite aos usuários traçar paralelos mais fortes com suas expectativas do mundo real. Isso se traduz em relativamente mais trabalho para realizar ações simples em jogos digitais, para aqueles que não possuem considerável experiência prévia.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O experimento foi realizado com 20 participantes. Destes, 5 se identificaram como gênero feminino, e os demais 15 como masculino. A faixa etária dos participantes foi dos 20 aos 28 anos, com média de 24,45 e desvio padrão de 2,21. A altura dos usuários variou entre 1,55 e 1,90 metros, com média de 174,15 metros e desvio padrão de 8,43 centímetros. 40% dos usuários possuía ensino superior incompleto, 20% possuía ensino superior completo, e os demais 40% desenvolviam trabalhos de pós-graduação. Apenas 10% dos usuários testados são canhotos, e nenhum usuário se identificou como ambidestro. Nenhum usuário possuía problemas motores, e todos se disseram familiares com as regras do jogo da memória, seja por este ou outros nomes de acordo com região de origem.

Os usuários declararam problemas de visão conforme mostra a figura 5.1. Adicionalmente, os usuários foram questionados quanto à sua experiência prévia em aplicações digitais semelhantes às aqui apresentadas. A maioria dos usuários testados se considera razoavelmente experiente ou muito experiente em jogos digitais (figura 5.2). Jogos de tiro em primeira pessoa mostraram uma distribuição semelhante, com poucos usuários se identificando como razoavelmente inexperientes (figura 5.3). No que diz respeito à tecnologias de realidade virtual, o gráfico de experiência prévia dos usuários mostrou alta distribuição (figura 5.4).

Figura 5.1 – Problemas de visão dos usuários.

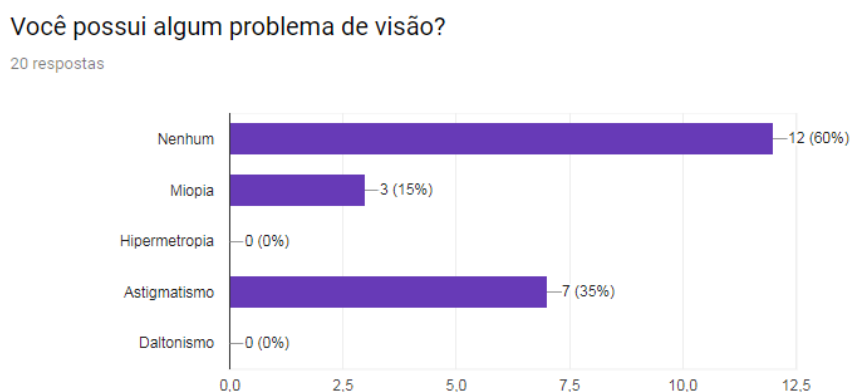


Figura 5.2 – Familiaridade do usuário com jogos digitais.

Quão experiente você se considera com jogos digitais?

20 respostas

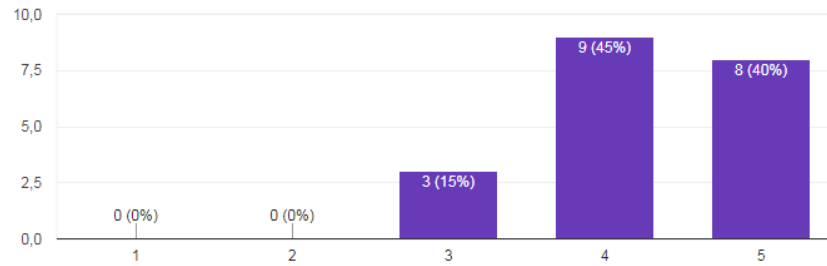


Figura 5.3 – Familiaridade do usuário com jogos de tiro em primeira pessoa (FPS).

Quão experiente você se considera com jogos de tiro em primeira pessoa (FPS)?

20 respostas

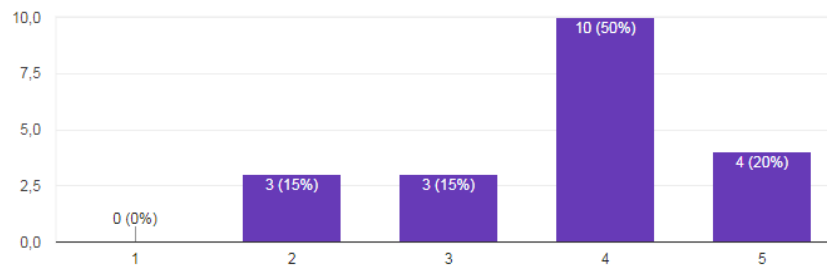
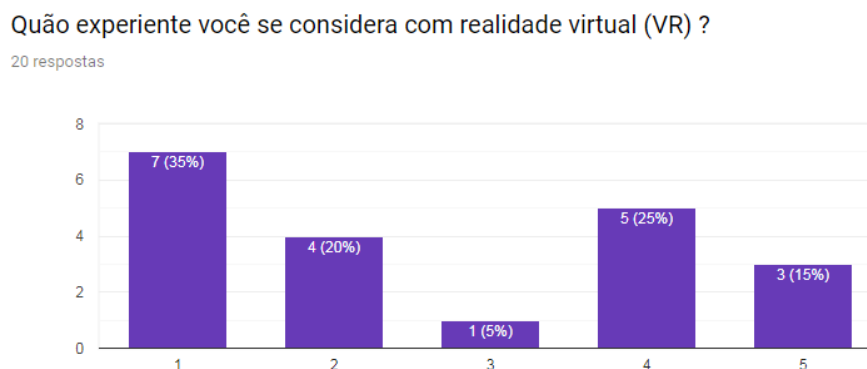


Figura 5.4 – Familiaridade do usuário com tecnologias de realidade virtual.



5.1 Sintomas

Os sintomas informados pelos usuários antes e depois da execução dos testes são mostrados a seguir. Procura-se interpretar as mudanças que tais gráficos apresentam.

5.1.1 Sintomas Pré-testes

As figuras 5.5 e 5.6 mostram os sintomas informados pelos usuários imediatamente antes da realização dos testes. De acordo com as informações, a maioria dos usuários se encontrava descansado e livre de desconfortos.

Figura 5.5 – Sintomas Pré-Avaliação: Parte 1

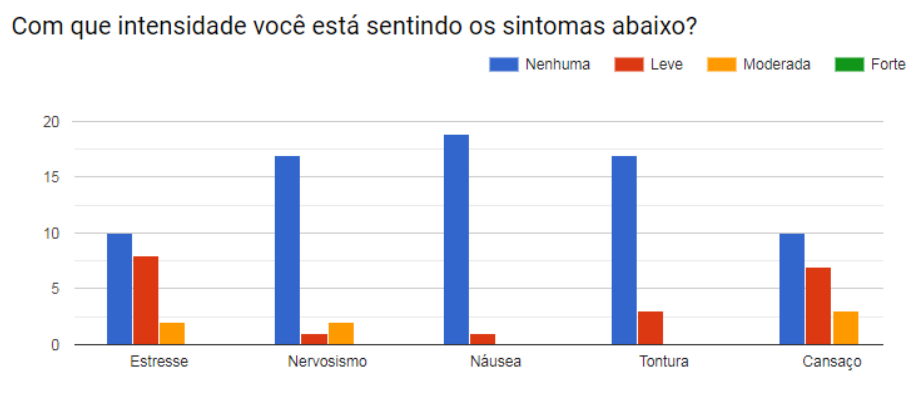
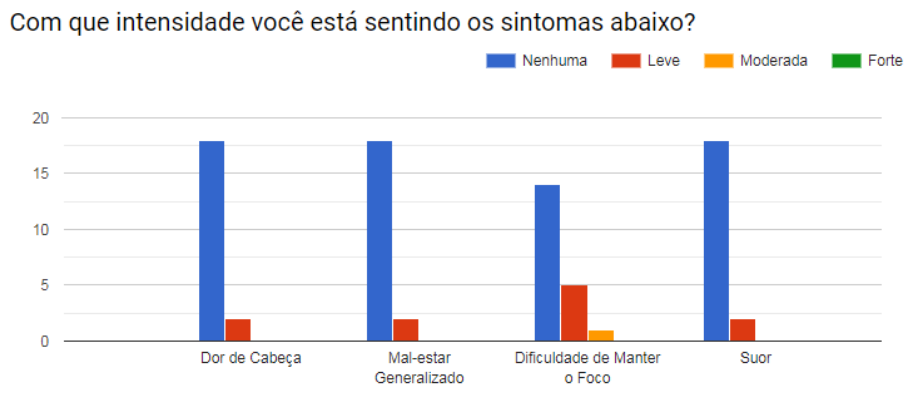


Figura 5.6 – Sintomas Pré-Avaliação: Parte 2



5.1.2 Sintomas Pós-testes

As figuras 5.7 e 5.8 mostram os sintomas informados pelos usuários imediatamente após a realização dos testes. Percebe-se que, de forma geral, não houveram mudanças negativas significativas. Há, ao invés, uma tendência à sensação de alívio dos sintomas antes informados: os resultados apontam que os usuários estavam mais cansados antes do que após os testes, curiosamente. Atribuímos essa sensação ao nervosismo relacionado à participação do teste com um avaliador desconhecido, a expectativa relacionada ao experimento e a falta de familiaridade de muitos dos usuários com o hardware de realidade virtual.

Figura 5.7 – Sintomas Pós-Avaliação: Parte 1

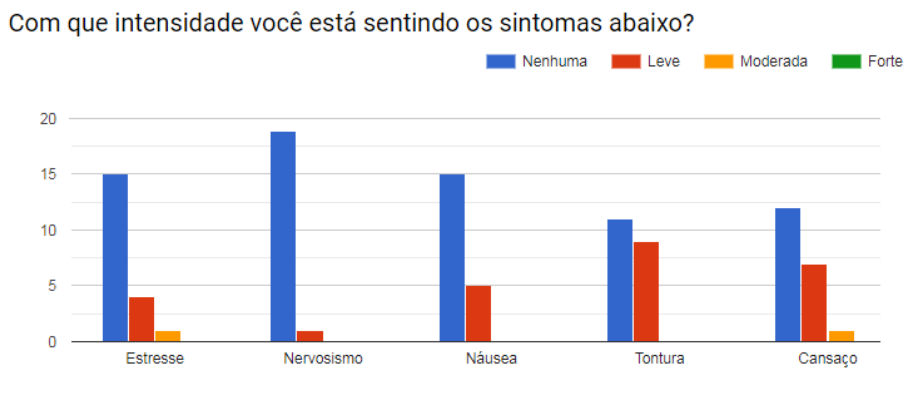
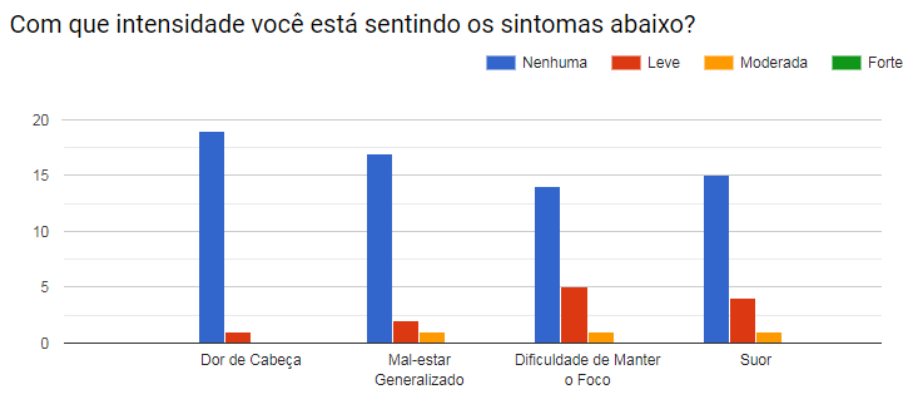


Figura 5.8 – Sintomas Pós-Avaliação: Parte 2



5.2 Desempenho nos Testes

Em termos de conclusão das atividades, 100% dos testes foram concluídos com êxito antes do tempo limite ser atingido, tampouco houve mal-estar a ponto de usuários solicitarem a interrupção de quaisquer testes. Os usuários apresentaram desempenho variado nos testes, conforme descrito a seguir.

O teste de familiaridade (tabela 5.1) apresentou média de falhas repetidas 7,8 e desvio padrão 6,84. A média de jogadas realizadas foi de 36,3 com desvio padrão de 8,34. O tempo de duração médio foi de 72,62 segundos, com desvio padrão de 24,01.

O teste de familiaridade foi sempre o primeiro teste a ser executado com cada usuário, pois seu objetivo não era uma competição com as demais interfaces apresentadas, e sim levantar algumas informações sobre o usuário em si. O baixo tempo de duração médio e desvio padrão sugerem que todos os usuários testados são suficientemente familiares com as regras de jogo. Embora por si só os resultados do teste de familiaridade não sejam particularmente informativos, estes servem de base para comparações com a performance do usuário nos demais testes.

Tabela 5.1: Resultados Individuais no Teste de Familiaridade.

ID Usuário	Falhas Repetidas	Jogadas Realizadas	Duração de Jogo (segundos)
1	5	34	58,93
2	4	32	66,05
3	8	38	78,04
4	7	36	88,60

Continuação da Tabela 5.1			
ID Usuário	Falhas Repetidas	Jogadas Realizadas	Duração de Jogo (segundos)
5	13	44	71,42
6	2	30	67,85
7	0	26	55,91
8	7	34	50,59
9	3	32	57,03
10	21	52	122,20
11	2	28	65,72
12	17	46	106,45
13	2	26	40,11
14	5	34	73,11
15	11	40	118,37
16	7	38	65,69
17	23	52	96,51
18	16	48	84,79
19	1	26	38,50
20	2	30	46,60

A *aplicação I* (tabela 5.2) apresentou média de falhas repetidas 8,05 e desvio padrão 6,73. A média de jogadas realizadas foi de 36,1 com desvio padrão de 8,14. O tempo de duração médio foi de 145,52 segundos, com desvio padrão de 63,2.

Estes resultados são comparáveis com os obtidos no *teste de familiaridade*, com exceção do tempo de duração. Entende-se que o nível de familiaridade prévio dos usuários com interfaces de jogos FPS, causando um aumento no tempo necessário para se habituar aos controles, mas não acarretando em uma taxa significativamente diferente de erros ("falhas repetidas" em t-student 5% entre a aplicação I e o teste de familiaridade mostrou $p = 0,907416$). De fato, é possível que esta comparação revele mais sobre a experiência prévia do usuário com estas interfaces do que sua auto-avaliação de experiência. Além disto, a navegação no ambiente tridimensional é naturalmente mais lenta do que o acesso imediato a todos os dados em um plano. Isto está de acordo com o esperado e não é o objeto de estudo deste trabalho.

Tabela 5.2: Resultados Individuais na Aplicação I.

ID Usuário	Falhas Repetidas	Jogadas Realizadas	Duração de Jogo (segundos)
1	22	52	233,12
2	8	36	141,15
3	4	34	126,66
4	12	42	212,40
5	25	54	346,72
6	4	30	96,40
7	6	32	137,34
8	4	32	113,62
9	14	44	216,35
10	4	32	124,27
11	9	38	146,26
12	16	48	161,09
13	4	30	105,55
14	1	24	96,57
15	0	26	76,42
16	6	34	118,60
17	6	34	124,92
18	2	30	121,18
19	10	38	110,99
20	4	32	100,89

A *aplicação II* (tabela 5.3) apresentou média de falhas repetidas 8,95 e desvio padrão 5,03. A média de jogadas realizadas foi de 37,5 com desvio padrão de 6,08. O tempo de duração médio foi de 169,42 segundos, com desvio padrão de 50,37.

Sendo esta a aplicação responsável pela propriocepção que se procura averiguar, esperava-se que os resultados apresentassem um desempenho consideravelmente melhor do que as demais versões. Ao contrário, os números observados são levemente piores, embora não de forma significativa ("falhas repetidas" em t-student 5% entre a aplicação II e a aplicação III mostrou $p = 0,422143$; entre a aplicação II e aplicação I, $p = 0,591654$). Discutimos possíveis causas para isso a seguir na seção 5.2.2.

Tabela 5.3: Resultados Individuais na Aplicação II.

ID Usuário	Falhas Repetidas	Jogadas Realizadas	Duração de Jogo (segundos)
1	13	42	169,66
2	6	34	108,16
3	7	38	129,39
4	10	40	138,34
5	19	48	292,34
6	3	28	191,32
7	8	38	175,65
8	5	34	111,52
9	5	30	121,51
10	21	52	249,55
11	5	34	120,96
12	6	34	215,72
13	12	40	138,34
14	10	40	240,65
15	7	34	154,34
16	14	44	209,98
17	2	30	169,29
18	12	40	170,33
19	5	32	132,23
20	9	38	149,24

A *aplicação III* (tabela 5.4) apresentou média de falhas repetidas 7,5 e desvio padrão 5,84. A média de jogadas realizadas foi de 35,4 com desvio padrão de 7,08. O tempo de duração médio foi de 184,31 segundos, com desvio padrão de 52,64.

Esta aplicação mostrou a menor taxa de falhas repetidas, mas a diferença não foi significativa o bastante ("falhas repetidas" em t-student 5% entre a aplicação II e a aplicação III mostrou $p = 0,422143$; entre a aplicação III e aplicação I, $p = 0,764167$). Acredita-se que esta leve diferença seja causada pela ideia de "facilidade de acesso", descrita na subseção 5.2.2.

Tabela 5.4: Resultados Individuais na Aplicação III.

ID Usuário	Falhas Repetidas	Jogadas Realizadas	Duração de Jogo (segundos)
1	7	34	162,78
2	2	28	134,09
3	12	40	176,42
4	11	40	190,65
5	7	34	290,31
6	1	26	127,53
7	1	26	112,43
8	5	34	114,73
9	3	32	215,70
10	1	26	151,59
11	6	34	147,62
12	22	52	253,74
13	12	42	139,06
14	12	40	289,50
15	5	34	216,51
16	6	32	218,59
17	2	30	174,32
18	4	34	161,92
19	16	46	195,89
20	15	44	212,77

5.2.1 Verificação das Hipóteses Secundárias

- **H1. As aplicações II e III mostrarão menos erros de falha repetida.** Tendo em vista que os resultados obtidos não foram suficientemente distintos para implicar relevância estatística quando comparados aos resultados da aplicação I, não se pode concluir que a hipótese H1 é verdadeira.
- **H2. As aplicações mostrarão desempenho temporal comparável.** O teste t-student 5% para o tempo de duração das aplicações I e II resultou em $p = 0,125190$,

confirmando a hipótese. Da mesma forma, t-student entre as aplicações II e III mostrou o valor $p = 0,184859$. Para as aplicações I e III, no entanto, t-student retornou o valor $p = 0,017134$, que indica uma diferença estatisticamente considerável.

- **H3. A familiaridade prévia com jogos digitais clássicos e jogos em primeira pessoa afetará diretamente o desempenho na aplicação I.** Os usuários de forma geral indicaram alta proficiência com as modalidades de jogos digitais e FPS, conforme mostram as figuras 5.9 e 5.10. Desta forma, não se pode provar que a hipótese H3 é verdadeira.
- **H4. A familiaridade prévia com jogos digitais clássicos e realidade virtual afetará diretamente o desempenho na aplicação II.** Da mesma forma que a hipótese H3, a figura 5.11 mostra que os usuários indicaram alto índice de conforto com jogos digitais, independente do seu desempenho na aplicação. A figura 5.12, embora mostre maior dispersão, também não parece sugerir qualquer relação de proporção entre as variáveis. Senso assim, não se pode provar que a hipótese H4 é verdadeira.

Figura 5.9 – Gráfico de Dispersão: Falhas Repetidas na Aplicação I versus Auto-avaliação de Experiência Prévia em Jogos Digitais

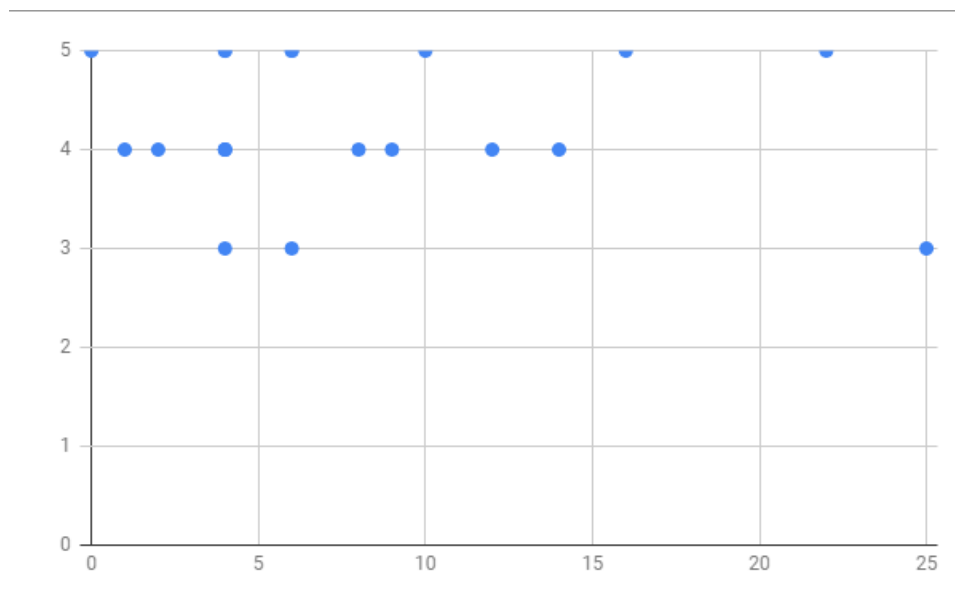
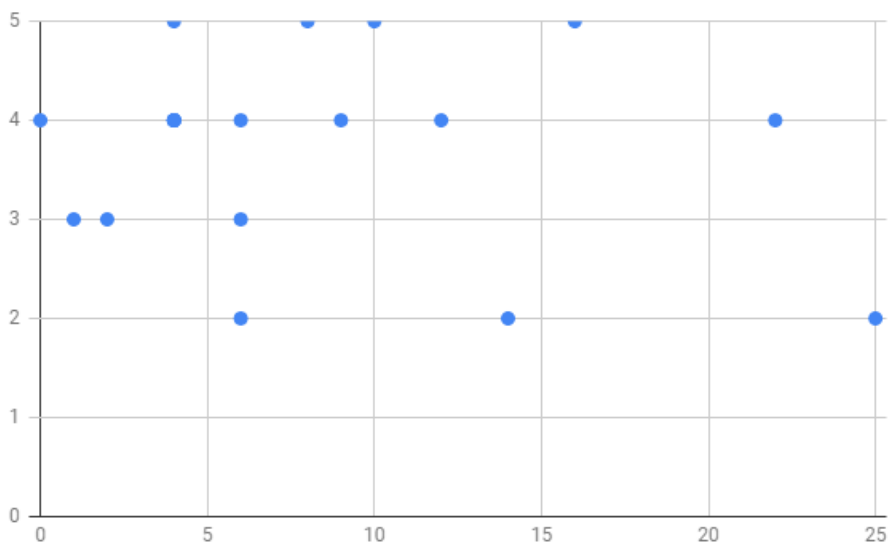


Figura 5.10 – Gráfico de Dispersão: Falhas Repetidas na Aplicação I versus Auto-avaliação de Experiência Prévia em Jogos FPS



5.2.2 Possíveis Causas

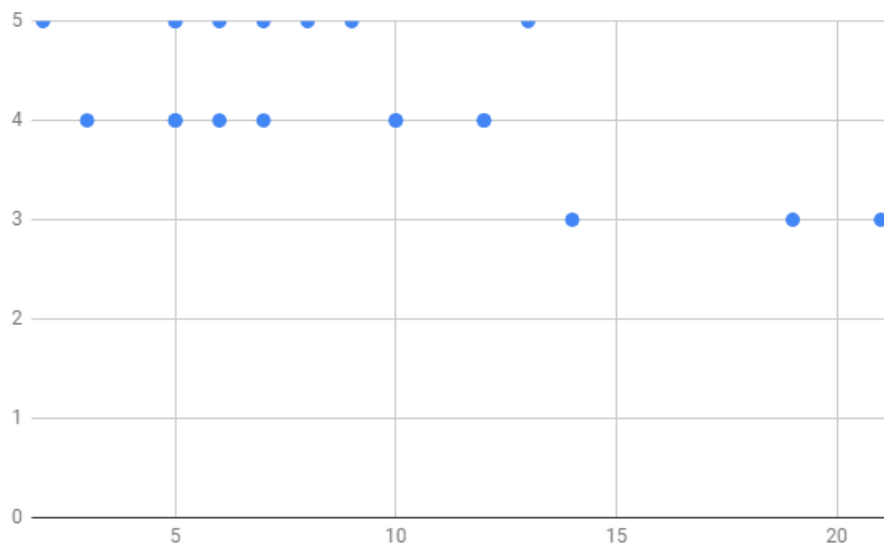
O índice de falhas repetidas mede quantas falhas o usuário genuinamente poderia ter evitado, se recordasse corretamente as informações já adquiridas. Os valores encontrados são muito acima do esperado, indicando que os usuários encontraram dificuldades em fazê-lo. Além disso, as variáveis de jogadas realizadas e tempo de duração também apresentaram resultados interessantes. Acredita-se que o comportamento observado tenha se decorrido devido a três fatores principais: facilidade de interação, ausência de punição e exaustão.

5.2.2.1 Facilidade de Interação

Nos experimentos realizados, o quão acessíveis estão os objetos de interação a qualquer dado momento varia de acordo com a aplicação. Entretanto, de forma geral, é razoavelmente simples selecionar um novo bloco nos arredores para prosseguir com o exercício.

Acredita-se que esta facilidade, juntamente com a ausência de punição (descrita a seguir), tenha contribuído para a alta taxa de jogadas realizadas e, conseqüentemente, falhas repetidas.

Figura 5.11 – Gráfico de Dispersão: Falhas Repetidas na Aplicação I versus Auto-avaliação de Experiência Prévia em Jogos Digitais



5.2.2.2 Ausência de Punição

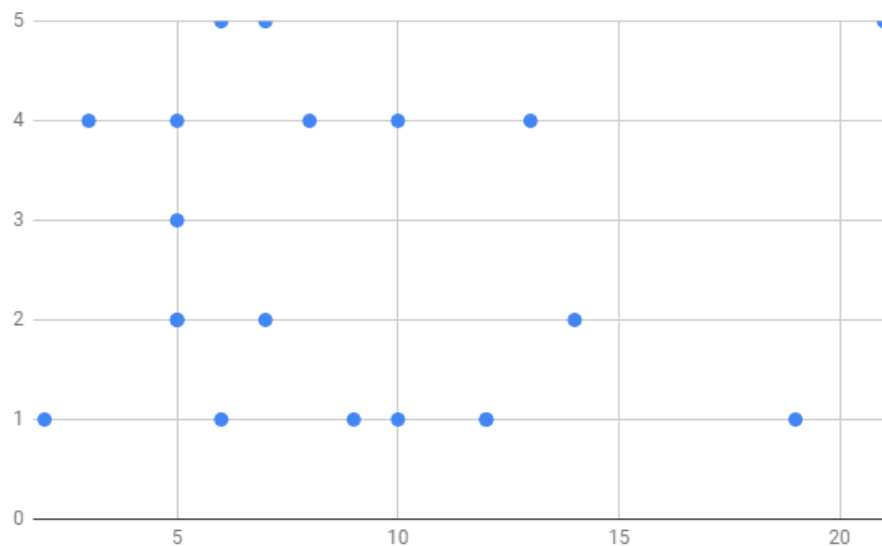
A ausência de punição ao errar pode ter sido também um grande fator contribuinte para os resultados observados. No jogo da memória clássico competitivo, dois jogadores tomam turnos revelando os símbolos de duas peças. Dessa forma, errar implica não somente passar o turno sem fechar um par, mas também informar o adversário da posição de dois símbolos distintos na área de jogo.

Esta alta punição desencoraja a interação indiscriminada com as peças, promovendo uma experiência onde o jogador se dá mais tempo para recordar a posição de símbolos previamente vistos. Sem ela ou algo semelhante, a taxa de movimentos realizados e de falhas repetidas está limitada apenas pela facilidade de interação discutida anteriormente.

5.2.2.3 Exaustão

O nível de cansaço dos usuários pode ter contribuído para os resultados negativos. De acordo com os sintomas informados (ver seção 5.1), no entanto, os usuários não se sentiram consideravelmente mais cansados ao terminar o experimento. Este entendimento vai de encontro com comentários verbais feitos com o avaliador tanto durante os cumprimentos de despedida após os testes quanto em encontros informais futuros com alguns dos usuários testados.

Figura 5.12 – Gráfico de Dispersão: Falhas Repetidas na Aplicação I versus Auto-avaliação de Experiência Prévia em Jogos FPS



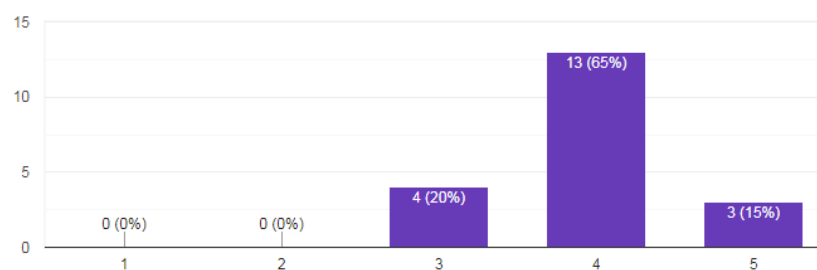
5.3 Avaliações dos Experimentos pelos Usuários

Após os testes, os usuários responderam o pós-questionário. As informações de auto-avaliação de desempenho fornecidas são como mostram as figuras 5.13, 5.14 e 5.15.

Figura 5.13 – Auto-avaliação de desempenho: Aplicação I

Como você avalia seu desempenho no experimento de jogo digital em primeira pessoa (FPS)?

20 respostas



Todos os usuários testados consideraram que obtiveram desempenho bom ou ótimo na *aplicação I*. Os resultados são muito semelhantes, embora levemente mais neutros, quando a respeito da *aplicação II*. A *aplicação III*, no entanto, mostrou uma maior

Figura 5.14 – Auto-avaliação de desempenho: Aplicação II

Como você avalia seu desempenho no experimento de realidade virtual room-scale (andando)?

20 respostas

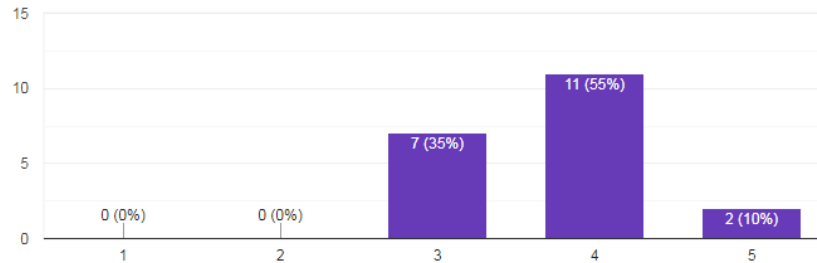
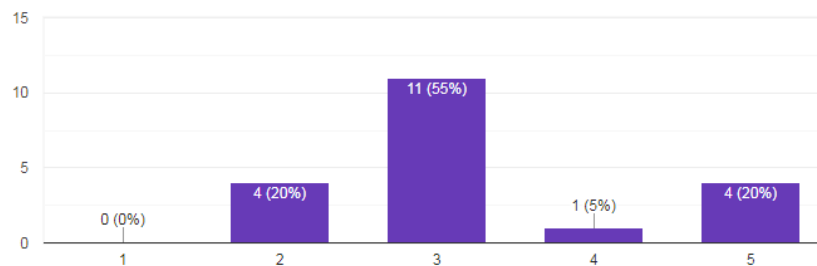


Figura 5.15 – Auto-avaliação de desempenho: Aplicação III

Como você avalia seu desempenho no experimento de realidade virtual standing-only (sentado(a))?

20 respostas



dispersão, com muitos usuários confiantes de terem apresentado um desempenho consideravelmente pior. Esta característica não reflete corretamente os resultados observados na prática.

Conforme mostram as figuras 5.16, 5.17 e 5.18, muitos usuários indicaram que a aplicação I é fácil, embora alguns indicaram maior dificuldade. A aplicação II foi mais convincentemente considerada fácil pela maioria dos usuários. A dificuldade indicada para a aplicação III foi extremamente dispersa, com um número comparável de usuários indicando tanto 'nada difícil' quanto 'muito difícil'. Acredita-se que este alto grau de dispersão seja um reflexo dos sintomas de mal-estar causados por esta aplicação em alguns usuários.

Figura 5.16 – Avaliação de dificuldade: Aplicação I

Indique o quão difícil você achou o experimento de jogo digital em primeira pessoa (FPS).

20 respostas

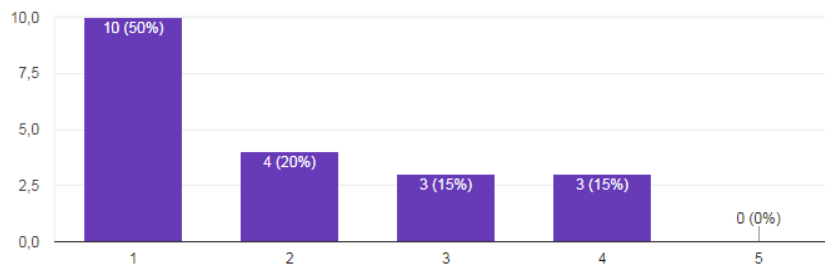
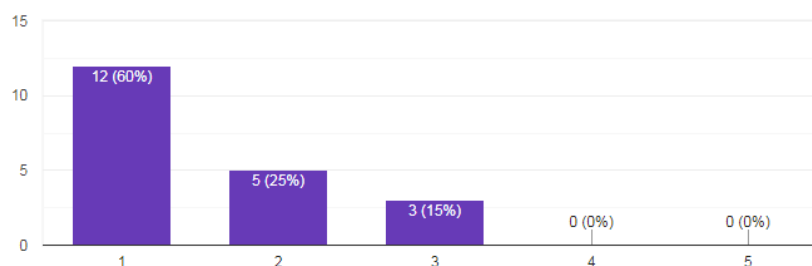


Figura 5.17 – Avaliação de dificuldade: Aplicação II

Indique o quão difícil você achou o experimento de realidade virtual room-scale (andando).

20 respostas



As figuras 5.19, 5.20 e 5.21 mostram que nenhum usuário achou os controles da versão FPS particularmente complexos, a maioria indicando 'nada complexos' ou 'levemente complexos'. A aplicação II mostrou maioria esmagadora por 'nada complexos'. A aplicação III novamente mostrou maior dispersão, com alguns usuários indicando a sensação de complexidade considerável.

Finalmente, as figuras 5.22, 5.23 e 5.24 mostram os resultados de desconforto. Múltiplos usuários manifestaram opiniões negativas sobre a aplicação III, com comentários variando entre leve desconforto até náusea. Um usuário mostrou-se temporariamente debilitado, com perda de equilíbrio momentânea. Todos os usuários foram informados verbalmente e por texto da capacidade de interromper os testes a qualquer momento em caso de desconforto. Nenhum usuário solicitou a interrupção dos testes.

Figura 5.18 – Avaliação de dificuldade: Aplicação III

Indique o quão difícil você achou o experimento de realidade virtual standing-only (sentado(a)).

20 respostas

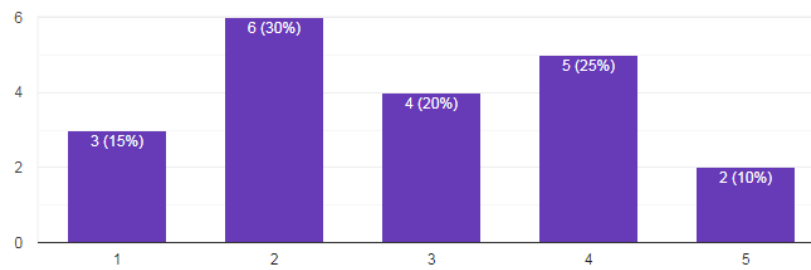


Figura 5.19 – Avaliação de complexidade: Aplicação I

Indique o quão complexos você achou os controles do experimento de jogo digital em primeira pessoa (FPS).

20 respostas

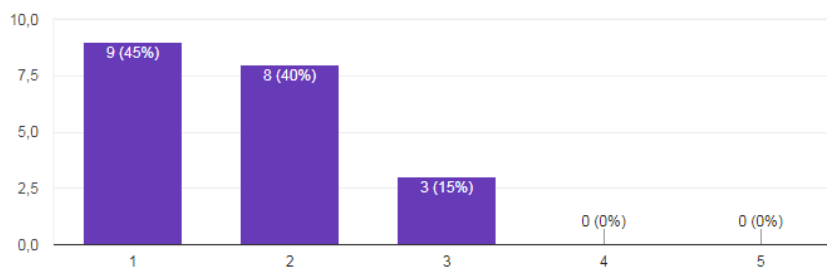


Figura 5.20 – Avaliação de complexidade: Aplicação II

Indique o quão complexos você achou os controles do experimento de realidade virtual room-scale (andando).

20 respostas

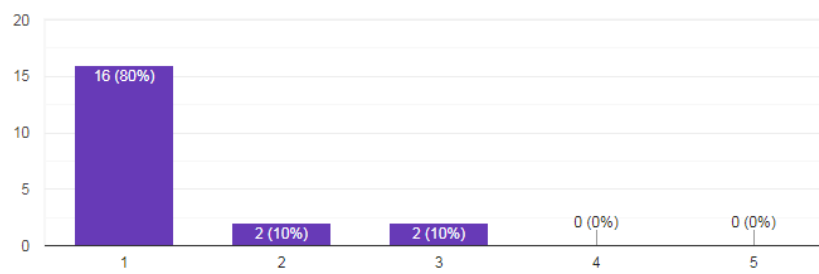


Figura 5.21 – Avaliação de complexidade: Aplicação III

Indique o quão complexos você achou os controles do experimento de realidade virtual standing-only (sentado(a)).

20 respostas

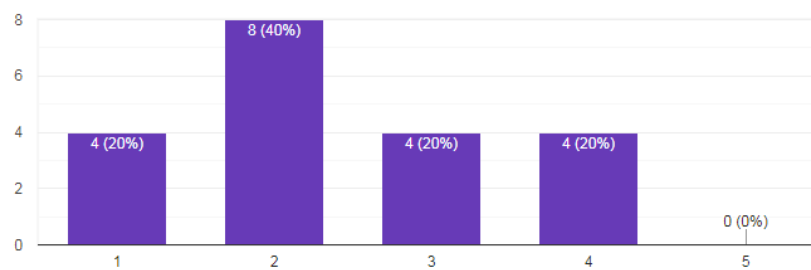


Figura 5.22 – Avaliação de desconforto: Aplicação I

Indique o quão desconfortável você se sentiu durante o experimento de jogo digital em primeira pessoa (FPS).

20 respostas

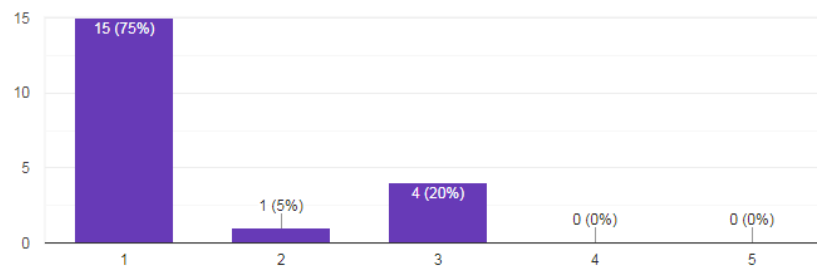


Figura 5.23 – Avaliação de desconforto: Aplicação II

Indique o quão desconfortável você se sentiu durante o experimento de realidade virtual room-scale (andando).

20 respostas

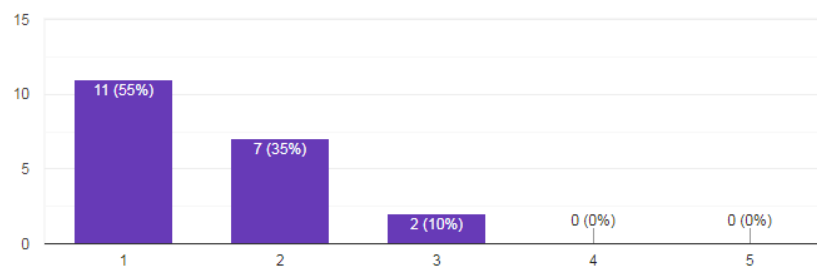
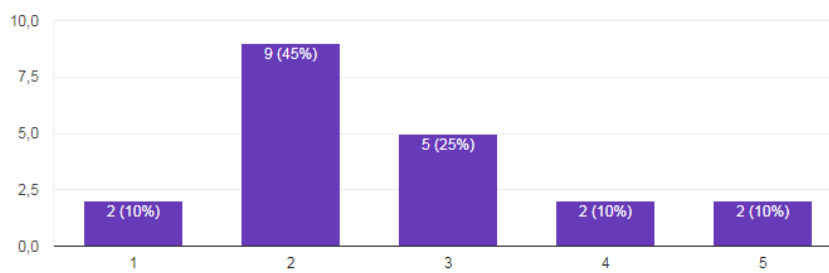


Figura 5.24 – Avaliação de desconforto: Aplicação III

Indique o quão desconfortável você se sentiu durante o experimento de realidade virtual standing-only (sentado(a)).

20 respostas



6 CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados observados, não foi possível aceitar a hipótese principal. Conclui-se que os tipos de testes executados não foram suficientemente eficazes para medir o impacto da propriocepção na memória espacial. Estudos adicionais serão necessários para confirmar ou rejeitar a hipótese principal de forma confiável.

Uma série de sugestões foram recebidas e serão consideradas para o futuro. Múltiplos usuários, ao primeiro contato com as aplicações tridimensionais e reconhecimento da habilidade de segurar blocos e movê-los pelo cenário, esperaram parar dois blocos movendo o primeiro até a posição do segundo. Este pequeno ajuste possivelmente tornaria o processo de mover blocos como um todo mais intuitivo, o que por sua vez poderia resultar em menos erros.

A própria capacidade de mover blocos foi questionada por alguns usuários, que a consideraram supérflua ao exercício, especialmente considerando a necessidade de mantê-los próximos às suas posições de origem para prosseguir com o jogo. Embora o intuito por detrás desta decisão seja justificável por permitir uma manipulação mais intuitiva dos objetos e maior tolerância a obstruções visuais, é possível que fornecer mais motivos para a manipulação dos mesmos tornaria a experiência menos frustrante, possivelmente causando impacto positivo na memorização.

A decisão de implementar a aplicação III foi tomada em um ponto particularmente avançado do projeto. Devido à sua combinação atípica de técnicas de realidade virtual e interfaces digitais clássicas, múltiplos usuários manifestaram uma opinião negativa sobre a mesma. O intuito por detrás desta aplicação foi desenvolver uma versão da aplicação II sem o benefício da propriocepção enquanto minimiza-se quaisquer outras possíveis diferenças. Sendo assim, foi decidido manter a mesma metáfora de interação. É possível que utilizar a metáfora do ponteiro, mantendo o usuário sentado em uma área central da qual poderia selecionar blocos apontando com o controle em sua direção a qualquer distância, causaria uma experiência mais agradável e com menos distrações sem implicar em nenhuma perda de qualidade ou aumento de complexidade.

Os resultados dos experimentos não traçaram relação com as auto-avaliações de experiência prévia dos usuários. Entende-se que os usuários não foram fontes confiáveis de informações a respeito de si mesmos. É preciso um estudo aprofundado de técnicas específicas para formular questionamentos que incentivem o usuário a estimar com maior exatidão suas próprias habilidades.

As taxas de erros observadas foram acima do esperado. Entende-se que a ausência de mecanismos claros que julguem a performance do usuário pode caracterizar falta de interesse em obter o melhor desempenho possível.

Os objetivos gerais e específicos propostos foram devidamente cumpridos. Para trabalhos futuros, é importante considerar formas de incentivar os usuários a otimizar sua performance. Um aumento na distância entre os blocos aumentaria o custo de locomoção, o que poderia refletir em mais tempo dedicado à tomada de decisão. Mecanismos de punição poderiam ser tão simples como mostrar o número de erros totais ao usuário constantemente durante o exercício. Pausas obrigatórias entre cada exercício, embora aumentassem a duração total do experimento, poderiam auxiliar em reduzir a exaustão dos usuários. De forma geral, é relevante salientar aos usuários que trabalhos como este são mais sobre memorizar o que o usuário fez e menos sobre a capacidade de fazê-lo.

REFERÊNCIAS

BERG, L. P.; VANCE, J. M. **Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey**. [S.l.: s.n.], 2017. v. 21. ISSN 14349957. ISBN 1005501602.

BROOKS, F. P. What's Real About Virtual Reality? n. December, 1999.

DECHANT, M. et al. Potential of virtual reality as a diagnostic tool for social anxiety: A pilot study. **Computers in Human Behavior**, Elsevier Ltd, v. 76, p. 128–134, 2017. ISSN 07475632. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.07.005>>.

GREENWALD, S. W. et al. Technology and Applications for Collaborative Learning in Virtual Reality. **International Society of the Learning Sciences**, p. 719–726, 2017. ISSN 0039-2499. Disponível em: <<http://eprints.uwe.ac.uk/32215>>.

HAN, J. et al. Assessing proprioception: A critical review of methods. **Journal of Sport and Health Science**, Elsevier B.V., v. 5, n. 1, p. 80–90, 2016. ISSN 22132961. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2014.10.004>>.

LEE, N.-Y.; LEE, D.-K.; SONG, H.-S. Effect of virtual reality dance exercise on the balance, activities of daily living, and depressive disorder status of Parkinson's disease patients. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, n. 1, p. 145–147, 2015. ISSN 0915-5287. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/27/1/27/{_}jpts-2014-407/{_}a>.

LISZIO, S.; MASUCH, M. Entertainment Computing – ICEC 2014. v. 8770, n. September, 2014. ISSN 0302-9743. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-45212-7>>.

MACHADO, L. S.; MORAES, R. M. D.; NUNES, F. L. S. Capítulo 2 Serious Games para Saúde e Treinamento Imersivo. n. February 2015, 2015.

MACIEL, A. et al. Reality cues-based interaction using whole-body awareness. **Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing**, n. January, 2010.

MAZURYK, T.; GERVAUTZ, M.; SMITH, K. Virtual Reality History, Applications, Technology and Future. **Digital Outcasts**, v. 63, n. ISIE, p. 92–98, 2013. ISSN 0010-4825. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124047051000066{\%}5Cnhttp://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124047051000078{\%}5Cn{\%}22http://www.cg.tuwien.ac.at/research/publications/1996/mazuryk-1996-VRH/{\%}22,{\%}7D{\%}5Cnhttp://citeseerx.ist.p>>.

MIZUNAMI, M.; MATSUMOTO, Y. Learning and memory. **The Cricket as a Model Organism: Development, Regeneration, and Behavior**, v. 97, n. 23, p. 129–140, 2017. ISSN 00729752.

PAN, Z. et al. Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. **Computers and Graphics (Pergamon)**, v. 30, n. 1, p. 20–28, 2006. ISSN 00978493.

SUSI, T.; JOHANNESON, M.; BACKLUND, P. Serious Games - An Overview. 2007. ISSN 15383687.

WIEDEMANN, D. P. O.; PASSMORE, P. Vrification: Applying Virtual Reality To Digital Games. **Proceedings of SciFi-It'2017 the International Science Fiction Prototyping Conference**, n. Lang, p. 55–58, 2017.

ZYDA, M. From Visual Simulation to Virtual Reality to Games. n. September, p. 25–32, 2005. Disponível em: <<http://wiki.arl.wustl.edu/images/4/47/Zyda-2005-computer.pdf>>.

APÊNDICE A — QUESTIONÁRIOS PRÉ-TESTES

Formulário de Participação

Você foi convidado a participar do experimento de um trabalho de conclusão de curso. Neste experimento, o usuário é convidado a testar seu desempenho em duas variantes do jogo da memória: uma em formato de jogo digital convencional, e outra em realidade virtual. Além disso, preencherá dois questionários, um anterior aos testes e outro após os mesmos.

As informações pessoais são requeridas apenas para fins de organização dos dados, e não serão publicadas ou divulgadas de qualquer forma não-anônima.

Algumas pessoas apresentam desconforto ao utilizar equipamento de realidade virtual. Se você sentir desconforto durante os testes, pode pará-los a qualquer momento. Entretanto, os testes interrompidos serão considerados concluídos, e não será possível repeti-los.

O experimento terá duração de cerca de trinta minutos.

*** Required**

1. Se concorda com os termos acima, marque abaixo para prosseguir. *

Mark only one oval.

Li e estou de acordo com os termos acima.

Questionário Pré-testes

2. Nome Completo *

O nome do usuário será usado apenas para fins de organização das informações levantadas.

3. Idade *

4. Gênero *

Mark only one oval.

- Masculino
- Feminino
- Prefiro não dizer
- Other: _____

5. Altura *

Informe em centímetros.

6. Mão dominante *

Mark only one oval.

- Direita
- Esquerda
- Ambas

7. Grau de Escolaridade **Mark only one oval.*

- Sem Escolaridade
- Ensino Fundamental Incompleto
- Ensino Fundamental Completo
- Ensino Médio Incompleto
- Ensino Médio Completo
- Ensino Superior Incompleto (Graduação)
- Ensino Superior Completo (Graduação)
- Pós-Graduação

8. Você possui algum problema de visão? *

Marque todas as opções que se apliquem.

Check all that apply.

- Nenhum
- Miopia
- Hipermetropia
- Astigmatismo
- Daltonismo
- Other: _____

9. Você possui algum problema motor? *

Caso positivo, informe quais.

Mark only one oval.

- Não
- Other: _____

10. Você está familiarizado com as regras do jogo da memória? **Mark only one oval.*

- Sim
- Não
- Talvez

11. Quão experiente você se considera com jogos digitais? **Mark only one oval.*

- | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| | | | | | | |
| Nenhuma experiência | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Muito experiente |

12. Quão experiente você se considera com jogos de tiro em primeira pessoa (FPS) ? **Mark only one oval.*

- | | | | | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| | | | | | | |
| Nenhuma experiência | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Muito experiente |

13. Quão experiente você se considera com realidade virtual (VR) ? **Mark only one oval.*

	1	2	3	4	5	
Nenhuma experiência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito experiente

14. Com que intensidade você está sentindo os sintomas abaixo? *

Marque apenas uma resposta por linha.

Mark only one oval per row.

	Nenhuma	Leve	Moderada	Forte
Mal-estar Generalizado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificuldade de Manter o Foco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nervosismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Náusea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estresse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cansaço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tontura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dor de Cabeça	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Execução do Experimento

Neste momento se darão as execuções dos testes propriamente ditos. Após o término dos mesmos, o usuário deverá avançar para a última etapa deste questionário.

Descrição Geral

O jogador participará de simulações muito semelhantes ao Jogo da Memória, mas ao invés de utilizar cartas sobre uma mesa, as imagens a serem pareadas estão em blocos, dispostos em um ambiente tridimensional.

As regras são as mesmas: selecione um bloco para ver o símbolo deste, e então um segundo bloco para compará-los. Caso tenham o mesmo símbolo, o par foi resolvido; caso os símbolos sejam diferentes, os símbolos serão ocultos novamente.

Caso o jogador mova os blocos para longe de suas posições originais, será necessário retorná-los para prosseguir com o jogo. Se os blocos estiverem suficientemente próximos de suas origens, eles serão retornados automaticamente.

O jogo termina quando não houverem mais blocos não pareados, ou quando o tempo limite for ultrapassado.

Os experimentos contam com uma etapa de aprendizado do método de interação, onde o usuário está livre para questionar o autor dos experimentos.

Importante: os participantes não serão julgados pela sua capacidade de concluir a tarefa dentro do tempo limite. A pesquisa tem por fim verificar os resultados em larga escala, e do usuário é esperada apenas a participação.

15. Após a realização dos experimentos, marque abaixo para prosseguir. **Mark only one oval.*

Participei dos experimentos e estou apto a preencher o pós-questionário.

APÊNDICE B — QUESTIONÁRIOS PÓS-TESTES

Questionário Pós-testes

16. Com que intensidade você está sentindo os sintomas abaixo? *

Marque apenas uma resposta por linha.

Mark only one oval per row.

	Nenhuma	Leve	Moderada	Forte
Dificuldade de Manter o Foco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mal-estar Generalizado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cansaço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tontura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Suor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estresse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nervosismo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dor de Cabeça	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Náusea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Como você avalia seu desempenho no experimento de jogo digital em primeira pessoa (FPS)? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Baixíssimo desempenho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altíssimo desempenho

18. Indique o quão difícil você achou o experimento de jogo digital em primeira pessoa (FPS). *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Muito fácil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito difícil

19. Indique o quão complexos você achou os controles do experimento de jogo digital em primeira pessoa (FPS). *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Nada complexos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito complexos

20. Indique o quão desconfortável você se sentiu durante o experimento de jogo digital em primeira pessoa (FPS). *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Nada desconfortável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito desconfortável

21. Como você avalia seu desempenho no experimento de realidade virtual room-scale (andando)? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Baixíssimo desempenho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altíssimo desempenho

22. Indique o quão difícil você achou o experimento de realidade virtual room-scale (andando). *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Muito fácil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito difícil

23. Indique o quão complexos você achou os controles do experimento de realidade virtual room-scale (andando). *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Nada complexos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito complexos

24. Indique o quão desconfortável você se sentiu durante o experimento de realidade virtual room-scale (andando). *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Nada desconfortável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito desconfortável

25. Como você avalia seu desempenho no experimento de realidade virtual standing-only (sentado(a))? *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Baixíssimo desempenho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Altíssimo desempenho

26. Indique o quão difícil você achou o experimento de realidade virtual standing-only (sentado(a)). *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Muito fácil	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito difícil

27. Indique o quão complexos você achou os controles do experimento de realidade virtual standing-only (sentado(a)). *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Nada complexos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito complexos

28. Indique o quão desconfortável você se sentiu durante o experimento de realidade virtual standing-only (sentado(a)). *

Mark only one oval.

	1	2	3	4	5	
Nada desconfortável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito desconfortável

29. Comentários Adicionais

Deixe aqui quaisquer comentários que julgue apropriados, caso haja.

Powered by

