



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Cassiano Canheti

O emprego do Design em converter um projeto de jogo educativo para sua versão em Realidade Virtual Imersiva

Florianópolis
2021

Cassiano Canheti

**O emprego do Design em converter um projeto de jogo educativo para sua
versão em Realidade Virtual Imersiva**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Design com ênfase em Mídias e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Eng. Milton Luiz Horn Vieira

Florianópolis
2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Canheti, Cassiano

O emprego do Design em converter um projeto de jogo educativo para sua versão em Realidade Virtual Imersiva / Cassiano Canheti ; orientador, Milton Luiz Horn Vieira, 2021.

134 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão, Programa de Pós Graduação em Design, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Design. 2. Design. 3. Jogos sérios. 4. Realidade virtual imersiva. I. Vieira, Milton Luiz Horn. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Design. III. Título.

Cassiano Canheti

**O emprego do Design em converter um projeto de jogo educativo para sua
versão em Realidade Virtual Imersiva**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por
banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Milton Luiz Horn Vieira, Dr.(a)

Instituição UFSC

Prof.(a) Luiz Fernando Gonçalves de Figueiredo, Dr.(a)

Instituição UFSC

Prof.(a) William Machado de Andrade, Dr.(a)

Instituição The University of Adelaide

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de
conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em
Design.

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof.(a) Milton Luiz Horn Vieira, Dr.(a)

Orientador(a)

Florianópolis.

Este trabalho é dedicado a meus filhos – Hector, Helena e Davi, e em especial à minha amada esposa Priscila, minha eterna musa inspiradora.

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos a todo o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Design da UFSC. Aos meus colegas do grupo de pesquisa do DesignLab e do Tecmída. Aos amigos Jonathan Ken Nishida e Victor Nassar Palmeira Oliveira que me auxiliaram em diversos momentos sobre escrita acadêmica, submissão de artigos em eventos e revistas, e no registro de propriedade intelectual. E aos voluntários que anonimamente participaram desta pesquisa.

Agradeço aos Professores Gustavo Boehs e William Andrade, do curso de Animação da UFSC, pelo suporte oferecido em tirar dúvidas e pelo exemplo de conduta profissional acadêmica.

Agradeço meu orientador, Professor Dr. Eng. Milton Luiz Horn Vieira, pelo grande exemplo e conhecimento acadêmico, por ter me aceito como aluno e dado a oportunidade de executar este trabalho.

Por fim, agradeço a meus amigos e familiares pelo suporte emocional e apoio por todo o decorrer desta dissertação.

Videogames são o futuro. Da educação aos negócios, da arte ao entretenimento, nossa indústria reúne as mentes mais inovadoras e criativas para construir as experiências mais engajadoras, imersivas e empolgantes que jamais vimos. Os desenvolvedores, projetistas e criadores brilhantes por detrás de nossos jogos irão continuar a dar saltos tecnológicos inovadores, impactando nosso cotidiano por anos e anos.

(Michael D. Gallagher, CEO da *Entertainment Software Association*, 2018)

RESUMO

Os jogos digitais fazem parte do cotidiano da sociedade humana há algumas décadas. Com a evolução tecnológica e a incorporação cultural, os jogos foram deixando de ser apenas objetos de entretenimento e passaram a ser aplicados em outras áreas para outros fins. Jogos passaram a ser usados como ferramentas de ensino e treinamento. E assim surgiu a categoria dos jogos sérios, os jogos com objetivo de treinar e ensinar seu usuário. Essa pesquisa se propõe a analisar e compreender como o design de jogos pode contribuir na adaptação de um jogo sério digital para sua versão em realidade virtual imersiva. Para atingir esse objetivo converteu-se o jogo Caixa de Ossos, que é uma ferramenta de ensino do sistema esquelético humano, para uma versão em realidade virtual. O jogo é voltado para alunos dos diversos cursos de graduação de medicina, odontologia, biologia e outros que estudam o corpo humano. Essa dissertação se justifica à medida em que a tecnologia de realidade virtual está se incorporando nas diversas áreas de atuação profissional, incluindo simuladores e aplicativos de treinamento e ferramentas de ensino. Assim este estudo procura entender como são desenvolvidos tal tipo de aplicativos e como pode ajudar a enriquecer o conhecimento de design de jogos sérios para realidade virtual. Portanto, buscou-se reunir os conceitos das áreas de design de jogos, jogos sérios e realidade virtual para desenvolver um protótipo do jogo Caixa de Ossos para realidade virtual. O resultado deste trabalho foi uma versão protótipo, aplicado a dois grupos, um de 03 e outro de 04 pessoas, das áreas da saúde e do design, respectivamente. A conclusão indica que o jogo em RVI tem um grande potencial como ferramenta lúdica de ensino, no entanto é preciso criar elementos de jogo que levam em conta a experiência prévia do usuário para que ele não se sinta frustrado pela dificuldade ou entediado pela facilidade das atividades iniciais. Para referência de trabalhos futuros, foram desenvolvidos dois documentos de design de jogo: o Caixa de Ossos convencional e o Caixa de Ossos em realidade virtual, para que outros pesquisadores possam usar em suas pesquisas. Esta dissertação usou conceitos e metodologias da área de design e, portanto, sugere-se que pesquisas posteriores introduzam conceitos de outras áreas do estudo humano, como educação, engenharia de software, medicina e outros.

Palavras-chave: Design. Jogos sérios. Mídia. Realidade virtual imersiva.

ABSTRACT

From decades, video games belong to human society. As the technology evolves and with cultural incorporation, nowadays the video games aren't just a play tool, but instead are applied in other fields for other ends. So came the serious games category, games with learning purposes. This research came up with the objective to analyse and understand how game design can contribute in converting a serious game into a VR serious game. To reach this goal the game Bones Box, a skeletal system learning serious game, has converted to VR. The game was made for medical, dentistry, biology and other human anatomy students. This dissertation applies because the VR technology has been used in several professional fields, including simulators and other learning tools. This study tries to understand how to design those type of apps, and how to improve the serious game design for virtual reality knowledge field. Therefore, it has used the game design, serious games and virtual reality theories to create a Bones Box VR game version. This work results in a prototype version that has applied to two different groups, one with 03 health professionals, and other with 04 design ones. The conclusions indicate VR games can be used as learning tools, although the previous experience of the players has to be observed when creating the game elements, in order to keep the players from being frustrated or bored because the game could be too difficult or too easy, depending on the player's previous experiences with VR. For future works, this research brings two game design documents: the Bone Box and the Bone Box VR, and so other researchers could use them for their researches. This dissertation has used design concepts and theories, and so future researches could use other human field areas, like education, software engineering, medicine and so on.

Keywords: Design. Serious games. Media. Immersive virtual reality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação gráfica dos atributos de um ambiente virtual	27
Figura 2 - Foto de usuário com equipamento de realidade virtual	27
Figura 3 - Foto com os acessórios necessários para a imersão em RVI.	31
Figura 3 - Gráfico que representa a zona de fluxo	34
Figura 4 - Gráfico da curva de aprendizagem de dois jogos	36
Figura 5 - Representação gráfica do modelo SGDA para jogos sérios .	40
Figura 6 - Foto do equipamento <i>HTC Vive Pro</i>	50
Figura 7 - Imagem da interface do <i>Caixa de Ossos</i> (versão não RVI)..	51
Figura 8 - Imagem do cenário do protótipo <i>Caixa de Ossos</i> RVI	55
Figura 9 - Gráfico de desempenho do usuário 01.....	58
Figura 10 - Gráfico de desempenho do usuário 02.....	60
Figura 11 - Gráfico de desempenho do usuário 03.....	61
Figura 12 - Gráfico de desempenho do usuário 04.....	62
Figura 13 - Gráfico de desempenho do usuário 05.....	63
Figura 14 - Gráfico de desempenho do usuário 06.....	64
Figura 15 - Gráfico de desempenho do usuário 07.....	65
Figura 16 - Gráfico de desempenho dos usuários da área de saúde	66
Figura 17 - Gráfico de desempenho dos usuários da área do design.....	67
Figura 18 - Gráfico de desempenho dos usuários da área do design.....	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparação dos atributos de mecânica de jogo	48
Quadro 2 - Lista de atividades ordenadas durante o teste	56
Quadro 3 - Performance na execução de cada atividade, por usuário ...	57
Quadro 4 - Modelo de análise dos dados dos usuários.....	71
Quadro 5 - Análise da entrevista com o Usuário 01.....	72
Quadro 6 - Análise da entrevista com o Usuário 02.....	73
Quadro 7 - Análise da entrevista com o Usuário 03.....	74
Quadro 8 - Análise da entrevista com o Usuário 04.....	75
Quadro 9 - Análise da entrevista com o Usuário 05.....	76
Quadro 10 - Análise da entrevista com o Usuário 06.....	77
Quadro 11 - Análise da entrevista com o Usuário 07.....	78
Quadro 12 - Comparativo do resultado das atividades e entrevistas com os atributos de ambientes virtuais.....	81

LISTA DE SÍMBOLOS

® - Marca registrada

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- GDD – *Game Design Document* (Documento de Design de Jogo)
MDA – *Mechanics, Dynamics, Aesthetics* (Mecânica, Dinâmica, Estética)
RV – Realidade Virtual
RVI – Realidade Virtual Imersiva
SGDA – *Serious Game Framework Assessment* (Modelo de avaliação de jogos sérios)
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
VR – *Virtual Reality* (Realidade Virtual)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	17
1.1.1	Problemática	18
1.1.2	Pergunta de Pesquisa.....	20
1.2	OBJETIVOS	20
1.2.1	Objetivo Geral.....	20
1.2.2	Objetivos Específicos	20
1.3	JUSTIFICATIVA	20
1.3.1	Delimitação da pesquisa	22
1.4	ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO	22
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
2.1	JOGOS DIGITAIS.....	24
2.1.1	Jogos educacionais e Jogos sérios	25
2.2	AMBIENTES VIRTUAIS E REALIDADE VIRTUAL	26
2.2.1	Realidade Virtual Imersiva.....	30
2.2.2	Aspectos fisiológicos e psicológicos.....	31
2.3	DESIGN DE JOGOS	34
2.3.1	Metodologias de design de jogos.....	34
2.3.2	Design de jogos educacionais e Jogos Sérios.....	38
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	41
3.1	CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA	41
3.1.1	Como fazer o Design do Jogo.....	42
3.1.2	Convertendo o Design para a versão RVI	46
3.1.3	Validação e Pesquisa.....	49
3.1.4	Testes e entrevistas com usuários	51
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO	54

4.1	PESQUISA COM A VERSÃO PROTÓTIPO EM RVI.....	54
4.1.1	Protótipo <i>Caixa de Ossos</i> RVI.....	55
4.1.2	Atividades do Teste.....	56
4.1.3	Análise dos testes.....	57
4.1.4	Organização das entrevistas.....	69
4.1.5	Análise das entrevistas.....	72
4.1.5.1	Compilação geral das entrevistas.....	79
4.2	ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	82
5	CONCLUSÕES.....	84
	REFERÊNCIAS.....	91
	APÊNDICE A – Documento de Design de Jogo Caixa de Ossos.....	96
	APÊNDICE B – Documento de Design de Jogo: Caixa de Ossos RVI, versão protótipo	104
	APÊNDICE C – Transcrição das Entrevistas	111
	APÊNDICE D – TCLE.....	134

1 INTRODUÇÃO

A introdução irá descrever em linhas gerais do que se trata este trabalho: contextualizar o universo de jogos digitais, suas aplicações além de entretenimento e especialmente na mídia em realidade virtual. Além disso, irá expor os objetivos e etapas desta dissertação.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Iniciado nos anos 70 (KENT, 2001), os jogos digitais atingiram uma relevância de proporções globais. O mercado mundial de jogos digitais movimentou cerca de 91 bilhões de dólares no ano de 2016 (GONÇALVES, 2016). Os jogos digitais nos dias de hoje formam um elemento cultural próprio, presente na sociedade, não se limitando a apenas ao entretenimento, mas também incorporando-se a outras áreas de atividade humana como educação, mundo corporativo e saúde (SANTAELLA, 2013).

Dentre os jogos digitais da atualidade, destacam-se aqueles da chamada Realidade Virtual Imersiva (chamada RVI). Para Gutiérrez, Vexo e Thalmann (2008), a realidade virtual é classificada segundo o contato dos sentidos do usuário com o mundo real ao utilizar o equipamento. Seguindo este critério, as categorias de jogos baseados em realidade virtual, consideram o grau de imersão (a capacidade do usuário em se sentir dentro do ambiente virtual).

O mercado de realidade virtual está em crescimento nos últimos anos. Guerra (2016) afirmou que a previsão é que o setor crescerá em até 84%, por ano, até 2020. Este cenário indica que cada vez mais jogos digitais em RVI surgirão na indústria.

Logo, o contexto revela-se favorável para avaliar esse fenômeno em diversas áreas, seja na tecnologia, no impacto social, nas aplicações de atividades não jogos e outros campos. Na área de design de jogos, surge o questionamento se há diferenças na estrutura de design de jogos digitais em RVI e de jogos digitais sem RVI.

Não é apenas a mídia física que muda quando se trata de um jogo digital e um jogo digital em RVI. Até mesmo jogos do mesmo design e com o mesmo propósito podem oferecer experiências diferentes para os usuários. Incluindo os chamados jogos sérios, ou *serious games*, que são aqueles considerados com o propósito de aprendizagem e treinamento (CROOKALL, 2010; ROMERO, USART, OTT, 2015). Assim, pode-se questionar se é possível converter um jogo sério para uma versão em realidade virtual; se ele irá manter suas características como ferramenta de aprendizagem ou se pode ser até melhor do que o original; e como um jogo sério em realidade virtual imersiva afeta a experiência dos usuários.

Esse é o contexto que essa pesquisa irá tratar.

1.1.1 Problemática

Sabe-se da amplitude do universo de jogos digitais e da ascensão da tecnologia em realidade virtual imersiva. Também se entende que jogos podem ser usados como ferramentas de ensino e aprendizagem em diversas áreas do conhecimento humano (PETRY, 2016).

O surgimento de novas tecnologias apresenta uma reflexão de como adequar essas tecnologias ao uso cotidiano e como elas podem ser empregadas

para aprimorar a vida das pessoas. O uso da mídia RVI para criar jogos educacionais vai ao encontro com essa premissa.

Uma vez que o assunto é amplo e pode abordar diversos tipos de jogos, definiu-se limitar o espectro no universo dos jogos educacionais. Optou-se por escolher o jogo *Caixa de Ossos*, desenvolvido no laboratório DesignLab/UFSC, como objeto de estudo devido a sua contribuição dentro da área de saúde.

O jogo *Caixa de Ossos* é produto da pesquisa de doutorado intitulada: Procedimentos de Digitalização de Ossos Humanos para Aplicativos de Ensino em Anatomia, cujo objetivo foi ‘desenvolver procedimentos de digitalização em alta resolução de ossos humanos para implementação em ambientes virtuais que promovam, [...] o ensino aprendizagem da identificação dos ossos humanos e acidentes ósseos’ (PRIM, 2020).

O estudo supracitado consistiu em digitalizar tridimensionalmente todos os ossos do esqueleto humano em altíssima resolução e usar essas imagens em um aplicativo digital como ferramenta de ensino aprendizagem. O estudo envolveu o desenvolvimento de um aplicativo digital para computador, para o estudo da anatomia humana. Embora tendo feito uso de modelos digitais, aplicou-se em um ambiente virtual, por isso nota-se que não se tratava de um ambiente virtual plenamente imersivo, que necessita de equipamento de realidade virtual imersiva para seu uso.

Há uma defasagem na demanda de cadáveres humanos para a prática de dissecação pelos alunos de cursos superiores da área de saúde humana, além do próprio desgaste das estruturas anatômicas e das dificuldades legais em obtenção delas (PRIM, 2020). Esta pesquisa, portanto, utiliza o aplicativo digital não imersivo *Caixa de Ossos* como referência para conversão em

projeto de aplicativo digital para realidade virtual imersiva que possa servir como ferramenta de ensino capaz de suprir a demanda dos cursos superiores.

1.1.2 Pergunta de Pesquisa

Como adaptar um jogo sério para uma versão em realidade virtual imersiva sem perder os aspectos lúdicos e de aprendizado?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Criar procedimentos de design que precisam ser observados para a conversão do jogo *Caixa de Ossos* para uma versão em Realidade Virtual Imersiva (RVI).

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar as diferenças conceituais de design entre jogos digitais, jogos sérios e jogos em realidade virtual imersiva.
- Construir o design do jogo *Caixa de Ossos* em RVI, versão protótipo.
- Avaliar a experiência de uso da versão de teste do *Caixa de Ossos* em RVI nos usuários voluntários.

1.3 JUSTIFICATIVA

Essa pesquisa justifica-se em função de sua relevância e não trivialidade. O resultado esperado é aprimorar o design de jogos em RVI,

tornando assim o processo de desenvolvimento mais eficiente e com resultados melhores do ponto de vista do usuário.

Conforme os estudos de Karle; Watter; Shedden (2010), Petry (2016) e Westera et al. (2008), as pessoas que usam jogos sérios ou educativos como ferramenta de ensino aprendizagem demonstram respostas no aumento cognitivo e na retenção do aprendizado. Os estudos de Gorbanev et al (2018), indicam que o uso de jogos virtuais como uma ferramenta pedagógica é efetivo como um complemento do ensino tradicional.

A não trivialidade dessa dissertação encontra-se na reflexão em como produzir o design de jogos em RVI capazes de engajar e ensinar as pessoas, observando critérios sistematizados e mensuráveis.

Espera-se assim contribuir para os estudos sobre o emprego do design no desenvolvimento de jogos sérios em realidade virtual imersiva, construindo conhecimento e habilidades acerca do assunto.

Estudos indicam que aprendizes submetidos a jogos educacionais em realidade virtual imersiva apresentaram uma melhora significativa em seu aprendizado e motivação para aprender, inclusive em áreas específicas do estudo humano como biologia e saúde humanas (LEE; KIM, 2015; SHI; WANG; DING, 2019; CHOW *et al*, 2020).

Este trabalho apresenta relevância social na medida em que o resultado prático do trabalho envolve o design do jogo educacional *Caixa de Ossos*, em suas duas versões: digital e RVI. E ao apresentar a versão RVI implementada para teste, que pode ser usada como ferramenta de aprendizado.

1.3.1 Delimitação da pesquisa

O estudo limitar-se-á apenas ao campo do design de jogo e em comparar a experiência de se jogar ambos os jogos, ou seja, o Caixa de Ossos não RVI e versão RVI, descartando outros possíveis critérios como qualidade gráfica, capacidade de processamento dos dispositivos e resultados mercadológicos. Como metodologia para design de jogo, optou-se por usar Zimmerman e Salen (2004), Rouse III (2005) e Fullerton (2008).

Para o desenvolvimento do protótipo foi escolhido como motor de jogo o *Unreal Engine 4*, devido ao fato do protótipo Caixa de Ossos na versão não RVI ter sido desenvolvido no mesmo motor, sendo assim possível aproveitar os arquivos de imagens tridimensionais dos ossos sem nenhum problema de conversão.

1.4 ADERÊNCIA AO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO

O foco da pesquisa envolve a tecnologia de realidade virtual e seus desdobramentos no design, sendo compatível com as linhas de pesquisa do programa, com foco na área de Mídia, em tecnologia e em inovação, e aplicando o conteúdo na área do ensino aplicado à saúde.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O primeiro capítulo da dissertação irá contextualizar os temas que serão abordados, além de estabelecer os objetivos gerais e específicos da pesquisa, e apresentar sua justificativa frente a relevância social e não trivialidade. Além disso, irá demonstrar por que a pesquisa está em conformidade com o

programa de Pós-Graduação de Design da Universidade Federal de Santa Catarina, na área de mídia com foco em tecnologia.

A fundamentação teórica, no capítulo dois, irá tratar do conjunto de conhecimentos teóricos que estão presentes na pesquisa. Os conceitos de: i) Ambientes virtuais e realidades virtuais semi imersiva e imersiva, e as tecnologias existentes na sua implementação e transmissão; ii) Jogos digitais, jogos sérios e jogos educacionais; iii) Desenvolvimento de jogos, incluindo os processos de design e produção; iv) Da forma como o usuário interage com ambientes virtuais e com jogos e quais seus impactos na experiência e conseqüentemente seu aprendizado; v) Metodologias de design de jogos, principalmente de jogos educacionais e sérios, para adequar o desenvolvimento do protótipo em atingir seu propósito lúdico e educativo.

O terceiro capítulo irá trazer os procedimentos metodológicos, ou seja, a descrição de como a pesquisa será organizada e realizada, valendo-se dos conceitos apresentados no capítulo dois e ordenando os eventos e atividades necessárias para sua execução. Inclui-se, nesse capítulo, a proposição dos resultados esperados, tanto do desenvolvimento do protótipo, dos trabalhos acadêmicos produzidos, quanto das conclusões da dissertação.

O capítulo quatro, da Análise e Discussão, será organizado em subtópicos para organizar as diversas etapas da pesquisa, incluindo o desenvolvimento do protótipo e a implementação da versão de teste do jogo *Caixa de Ossos* em RVI; organização e execução dos testes do jogo em equipamento RVI e coleta e análise dos testes e das entrevistas, apontando os resultados obtidos.

Por último, o capítulo 5 irá observar o processo da pesquisa no âmbito geral, para apresentar conclusões com base nos dados coletados e refletir sobre

quais áreas de pesquisa podem ser abordadas no design para se aprofundar mais sobre esse assunto.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para dissertar sobre o assunto, é necessário resgatar os conceitos teóricos à respeito de: jogos digitais, com ênfase em jogos educacionais e jogos sérios; realidade virtual e ambientes virtuais; e design de jogos, incluindo os processos para projetá-los.

2.1 JOGOS DIGITAIS

Jogos digitais são programas de computador (BISOLO; BUGHI, 2010). Graças a evolução tecnológica, os softwares tornaram-se acessíveis às pessoas, pois a capacidade de processamento cresceu e o custo de aquisição caiu exponencialmente. Desde os anos de 1960 até a década de 2010 a performance de um processador aumentou 3.500 vezes e o preço por transistor diminuiu por volta de 60.000 vezes (INTEL, 2015).

Segundo o órgão norte-americano ESA (*Entertainment Software Association*, traduzido do inglês para Associação de Softwares de Entretenimento), mais de 214 milhões de norte-americanos jogam jogos digitais. A idade média do jogador compreende entre 35 a 44 anos, e 79% têm 18 anos ou mais; 41% são mulheres (ESA, 2020).

Esses números mostram que jogar não é uma atividade exclusivamente infantil, como alguns podem pensar. Ao contrário, jogos digitais fazem parte do cotidiano das pessoas, não importando faixa etária ou gênero.

É necessário inclusive limitar o próprio conceito de jogos. Alguns pesquisadores avaliam a relação entre jogos e brincadeiras (*game* e *play*, em inglês), percebendo que os dois termos possuem uma relação complexa na medida em qual contexto é utilizado, indicando que tanto um pertence ao outro, quanto vice-versa. Após apresentarem definições conceituais de diversos desenvolvedores de jogos e ao comparar uma a uma, concluem que jogo é um “sistema no qual jogadores engajam em um conflito artificial definido por um conjunto de regras, resultando em um resultado quantificável” (ZIMMERMAN; SALEN, 2004).

Uma das inovações na área dos jogos digitais dos últimos anos é o surgimento dos jogos em realidade virtual imersiva, comumente chamados de jogos RVI. Empresas como Sony®, Samsung®, Google® e outras estão lançando seus próprios dispositivos – os chamados óculos de realidade virtual, ou óculos RV para entrar na disputa deste mercado.

2.1.1 Jogos educacionais e Jogos sérios

Existem jogos de diversos estilos e categorias. Bates (2004) elenca as categorias difundidas pela indústria, denominando de jogos educacionais aqueles cujo objetivo é ensinar algum conteúdo educativo no ato de se jogar. Já Mitgutsch e Alvarado (2012) apontam que os chamados jogos sérios (*serious games*) possuem a intenção de preencher um propósito além do contido no ato de jogar propriamente dito. Eles possuem o objetivo de transmitir ideias, valores e, algumas vezes, até persuadir ou conscientizar os jogadores (FRASCA, 2007).

Nos últimos anos, pesquisas foram feitas para verificar se os jogos são capazes de contribuir para o aprendizado. Petry (2016) fez uma compilação de várias pesquisas e observou comparações de jogos digitais com sistemas pedagógicos. Uma das conclusões foi sobre a força motivacional dos jogos digitais, em contraste com a crescente falta de interesse dos alunos no conteúdo escolar tradicional. E, segundo Petry (2016, p. 45):

Vale lembrar que a ideia de utilizar jogos na educação não é algo recente. Jean-Jacques Rousseau escreveu, em meados do século XVIII, em ‘Emílio ou Da Educação’ que, por meio de jogos, a criança realiza com vontade aquilo que não gostaria de realizar se fosse forçada. Também o filósofo Immanuel Kant afirmou, na mesma época, que o jogo auxilia o jovem a se disciplinar [...].

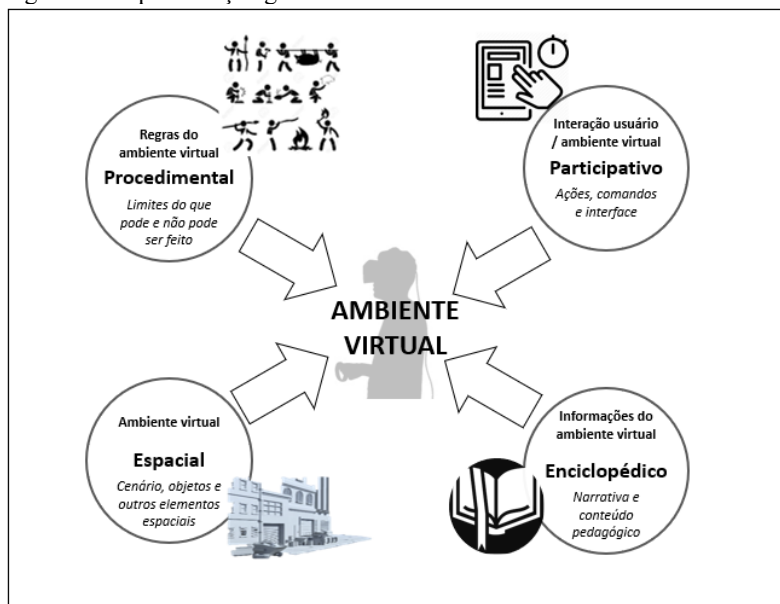
Outros estudos sobre videogames e educação indicam aumento nos reflexos e aprimora a acuidade visual (KARLE; WATTER; SHEDDEN, 2010) e capacidade motora das pessoas (GREEN; BAVELIER, 2003).

2.2 AMBIENTES VIRTUAIS E REALIDADE VIRTUAL

Para pesquisar as definições de jogos em realidade virtual imersiva, primeiro é necessário resgatar os conceitos básicos sobre ambientes virtuais, realidade virtual e imersão.

Segundo Murray (2003), os jogos digitais são ambientes virtuais e possuem quatro propriedades principais, considerando o ambiente virtual como uma conexão multimídia computadorizada: procedimental, participativo, espacial e enciclopédico, conforme representados na Figura 1.

Figura 1 - Representação gráfica dos atributos de um ambiente virtual.



Fonte: Murray (2003, p. 78-93, elaborado pelo autor).

A caracterização da Figura 1 é:

- Procedimental é o atributo que trata das mecânicas do jogo propriamente ditas, ou seja, as regras do mundo virtual em questão. De que forma o ambiente reage as ações do usuário e os limites do que ele pode ou não pode fazer.
- O atributo participativo refere-se a forma de interação que o jogador exerce sobre o ambiente virtual. As ações e os comandos que podem ser executados e como as informações necessárias para executar tais ações são gerenciadas no sistema e apresentadas ao usuário.
- Espacial é o atributo que se refere ao cenário onde o jogo está e como o jogador se insere nele. Como o jogador percebe a si mesmo e aos

outros elementos no mundo virtual: o cenário, os objetos, outros usuários e outros aspectos como personagens controlados pela inteligência artificial do sistema.

- Por fim, o elemento enciclopédico define as informações do mundo virtual em questão e a forma como essas informações são transmitidas ao jogador. A narrativa contextual do sistema. É também no atributo enciclopédico que reside toda a proposta de um ambiente virtual como ferramenta de aprendizagem, por tratar do conteúdo a ser trabalhado.

Murray (2012) também afirma que todo projeto digital envolve a espacialização em alguma forma, incluindo mapas, informação espacial, espaços virtuais. A respectiva autora menciona a diferença entre uma visão mais ampla de ‘espaço’ o que chama de contêineres: as listas, tabelas e diagramas virtuais; dos cenários: os espaços e localidades navegáveis nos ambientes virtuais.

Já a realidade virtual, segundo Burdea e Coiffet (2003), é uma interface tecnológica usuário-computador que explora os sentidos humanos por meio de uma simulação computadorizada. Três requisitos são necessários para atingir esse objetivo: imersão, a capacidade em aceitar a simulação como sendo real; a interatividade, ou seja, a propriedade de interagir e alterar a simulação; e a imaginação, propriedade de acreditar nos elementos virtuais, não existentes.

Realidade virtual também pode ser definida como um tipo de interface do usuário capaz de prover movimento e interação com ambientes gerados em tempo real por um computador. Tal simulação trabalha com diversos sentidos humanos – visão, audição, tato – e reúne três elementos: imersão (capacidade do usuário se sentir dentro do ambiente virtual); interação (possibilidade que

alterar o ambiente); e envolvimento (motivação na execução das atividades dentro da simulação) (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

Segundo GUTIÉRREZ; VEXE; THALMANN (2008) com o surgimento da tecnologia da realidade virtual cogitava-se que seria possível criar representações virtuais tão perfeitas que seria indistinguível do mundo real. Em um segundo momento, foram feitas previsões de que seriam criadas representações de elementos reais com uma qualidade aceitável, para treinar e entreter usuários pela da interação, dentro do ambiente tridimensional.

Portanto, a realidade virtual se configura em uma simulação computadorizada, interativa em tempo real, que usa de dispositivos para projetar os sentidos humanos do usuário em um ambiente digital, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Foto de usuário com equipamento de realidade virtual.



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

2.2.1 Realidade Virtual Imersiva

De acordo com Gutiérrrex, Vexo e Thalmann (2008), a realidade virtual é classificada e dividida em três situações diferentes, de acordo com o critério do contato e imersão dos sentidos da visão, audição e tato. Segundo estes pesquisadores, as categorias são:

1. Não imersiva: o usuário não se isola do mundo real. Exemplo: o uso cotidiano de um computador ou videogame;
2. Semi-imersiva: o usuário é isolado parcialmente do mundo real, tendo um dos sentidos imersos na realidade virtual. Exemplo: projeções em telas espaciais;
3. Imersiva: o usuário é completamente isolado do mundo real. Exemplo: o uso de óculos de realidade virtual, como apresentado na figura 2.

Para interagir com o ambiente da realidade virtual imersiva, faz-se necessário o uso de equipamentos específicos: os óculos de realidade virtual, que permitem a observação totalmente imersiva em 360 graus, e o par de manetes que simulam as mãos, possibilitando interação com elementos no ambiente virtual, conforme apresenta a figura 3.

Figura 3 – Foto com os acessórios necessários para a imersão em RVI.



Fonte: RIFT, 2021.

2.2.2 Aspectos fisiológicos e psicológicos

Imersão é a sensação de uma pessoa ao se sentir parte de um mundo virtual, extrapolando o mundo físico. É a combinação de estar presente e envolvido. A imersão consegue manifestar reações emocionais no usuário na medida em que seu cérebro interpreta as imagens, sons e demais feedbacks sensoriais, ou seja, estéticos, que a simulação oferece. (GUTIÉRREZ; VEXE; THALMANN, 2008).

Farnsworth (2017) realizou uma pesquisa sobre a capacidade da imersão em realidade virtual. O teste foi feito em pessoas utilizando os aparelhos *Galvanic Skin Response* (GSR) e o *Electroencephalography* (EEG). O aparelho de GSR mede a atividade elétrica através da pele quando se cria um sentimento intenso de felicidade, tristeza, estresse ou surpresa. O EEG também mede a atividade elétrica que acontece no cérebro. Ele apresentou aos participantes duas simulações de montanha-russa: uma de realidade virtual imersiva utilizando o equipamento de realidade virtual imersiva, e uma de realidade virtual não imersiva por meio de uma tela de computador. Os resultados de ambos os sensores foram semelhantes, apresentando a atividade de excitação fisiológica do usuário em realidade virtual imersiva quase três vezes maior do que com o com realidade virtual não imersiva. (FARNSWORTH, 2017).

Percebe-se que a tecnologia de RVI é capaz de proporcionar aos usuários experiências de maior intensidade emocional do que meios não imersivos. No entanto, existe o fator do impacto dessa intensidade emocional na avaliação da experiência do jogo.

Robinson (2015) aponta que, em função do grau de imersão em um jogo RVI, pode gerar um efeito negativo no cérebro do jogador. A natureza imersiva do RVI faz com que os jogadores sintam que estão em movimento, causando um conflito sensorial. Se os jogadores sentirem náuseas ou demonstrarem algum tipo de sintoma desconfortável durante a experiência, não importa se o jogo é bom ou não, os jogadores não irão se engajar nele.

Já Gouveia (2016) avalia que, embora jogos RVI proporcionem elementos profundos de imersão, se comparados aos jogos não-RVI, esse próprio grau de profunda imersão pode comprometer experiências prolongadas

de jogo. Os jogadores estão tão imersos em um cenário RVI, de forma tão intensa, que outras qualidades de design de jogo podem ficar comprometidas, como narrativa, mecânicas de jogo, interação com propósito, entre outras.

Isso também é chamado de telepresença. Ou seja, presença é a percepção natural de estar em um ambiente, e a telepresença é a sensação de estar em um ambiente mediado por algum outro recurso, podendo ser uma representação do mundo real, como ver por meio de uma câmera digital, ou uma representação de mundo virtual, como uma simulação 3D gerada computacionalmente (STEUER, 1992).

Observa-se que “estar presente” é diferente de “estar envolvido”. Assim como na realidade, pode-se estar presente, mas não envolvido. Por exemplo, uma pessoa está no cinema, porém se o filme está desagradável, ela não está envolvida, assim, não reagindo aos estímulos do ambiente. A imersão é a combinação de “presença” e “envolvimento” (GUTIÉRREZ; VEXE; THALMANN, 2008).

Portanto, a imersão pode gerar reações emocionais (ansiedade, tristeza, felicidade, entre outras) no usuário assim que o seu cérebro interpreta as imagens, os sons e os demais feedbacks que a simulação proporciona. Dependendo da simulação, um sentido deve ser colocado em evidência para que haja imersão, por exemplo, em uma simulação de treinamento cirúrgico o feedback de tato é mais importante que o da visão. Já no caso de uma simulação de concerto musical, o sentido da audição deve ser o mais explorado (GUTIÉRREZ; VEXE; THALMANN, 2008).

2.3 DESIGN DE JOGOS

2.3.1 Metodologias de design de jogos

Nos últimos anos, autores apresentam metodologias de desenvolvimento de design de jogo. Rouse III (2005) apresenta a abordagem de entregar o que o jogador quer: diversão; do que o jogador espera: não se frustrar, à partir do *input* do jogador no jogo e do *output* que o jogo dá ao jogador.

Já para Zimmerman e Salen (2004), um jogo é um sistema que possui regras definidas para guiar um jogador até um determinado fim. Esse conjunto de regras é chamado de mecânica.

Para Fullerton (2008) e Zichermann e Cunningham (2011), o jogo vai além da definição de seu input e output, e da mecânica. O jogo também é definido pela dinâmica, ou seja, pela mecânica posta em prática pelo uso do jogador; e pela estética: o conjunto multimídia entre gráficos, som e animação.

A construção da ideia do jogo ocorre de forma sistemática, partindo da concepção inicial e indo até a documentação. Ao todo, o modelo divide a construção do design nas seguintes etapas:

- a. Análise de mercado: etapa onde se define e se analisa o público-alvo, o modelo de negócios e para qual plataforma será desenvolvido o projeto. Com essas definições é possível iniciar o projeto mais especificamente.
- b. Descrição geral: é a descrição da ideia geral do jogo. Zimmerman e Salen (2004) recomendam fazer várias sessões de *brainstorming* como

método para se gerar as ideias que irão compor o jogo. O resultado é um descritivo breve do jogo.

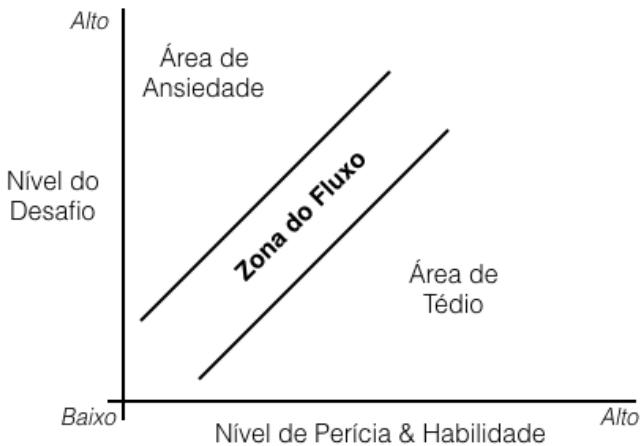
- c. Conceito: o conceito é o refinamento da etapa anterior, também chamado de foco (ROUSE III, 2005). O conceito do jogo tem a ver com seu propósito e o que torna esse jogo diferente dos outros.
- d. Mecânicas: onde são definidas as mecânicas, ou regras, que regem o jogo. Há as mecânicas básicas, como a definição dos elementos de interação e interface, e as mecânicas mais avançadas, como conteúdo, economia, sistemas de evolução e recompensa, e outros, variando sempre do estilo e do escopo do jogo em questão (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011).
- e. Fluxo do jogo: o fluxo do jogo envolve a definição do tamanho geral do jogo e o caminho que o usuário vai fazer para percorrê-lo no sistema. Serve como um roteiro geral do sistema e pode ser trabalhado por diagramas (FULLERTON, 2008).
- f. Documentação: embora apresentada como uma última etapa, na realidade a documentação ocorre em paralelo a todas as outras. Conforme as decisões vão sendo tomadas e as ideias estão sendo definidas, o documento vai sendo aprimorado. O documento geral do design do jogo é chamado de GDD, ou *Game Design Document* (ROUSE III, 2005).

Além do processo de desenvolvimento do jogo em si, é preciso observar o conceito da dinâmica do jogo, ou seja, as regras do jogo trabalhando com as ações do jogador. A mecânica e a dinâmica, soma-se a estética do jogo, na

chama estrutura MDA, em inglês, *mechanics, dynamics, aesthetics* (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011).

A experiência do jogador pode variar de sensações, desde uma experiência tediosa ou maçante, ou até com ansiedade e tensão em demasia. Essa variação emocional pode depender de diversos fatores, como a expectativa e o repertório do jogador colocados diante de um novo jogo (ROUSE III, 2005). A experiência do jogador que ocorre durante sua jornada no jogo é chamada de fluxo, indica Zimmerman e Salen (2004). Um fator que interfere diretamente no fluxo do jogo é o nível do desafio jogo comparado com a habilidade do jogador, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Gráfico que representa a zona de fluxo.



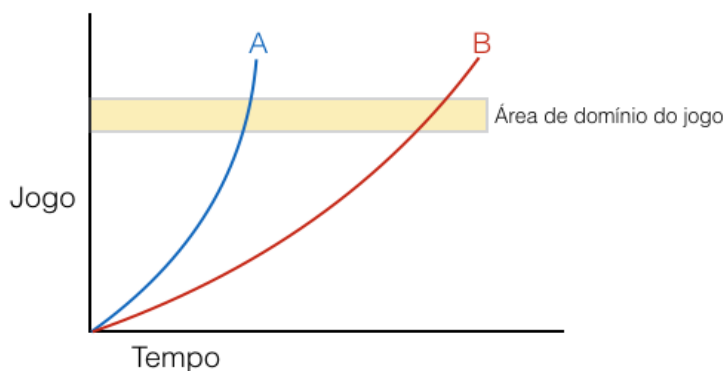
Fonte: Zicherman e Cunningham (2011, p. 18, elaborado pelo autor).

Ou seja, a zona do fluxo indicada na figura 3 apresenta a relação ótima entre ansiedade e tédio no decorrer do jogo. Os desafios devem aumentar à medida em que a perícia e habilidade do jogador também aumentam, não sendo nem fácil e nem difícil em demasia.

A maneira de fazer o jogador alcançar e se manter dentro dessa área de motivação é projetar as atividades e desafios do jogo proporcionais ao indicado pelo público-alvo.

Neste caso é necessário considerar, portanto, outro conceito do design de jogo que é o tempo de aprendizagem do próprio jogo (ROUSE III, 2005). Para Schell (2008), o tempo e esforço gastos pelo jogador para aprender plenamente a jogar, a atingir a área de domínio em um determinado jogo se traduz em uma curva gráfica. A Figura 5 apresenta a comparação da curva de aprendizagem de dois jogos hipotéticos.

Figura 5 - Gráfico da curva de aprendizagem de dois jogos.



Fonte: Rouse III (2005, p. 127, elaborado pelo autor).

O gráfico demonstra que o jogador precisa de menos tempo jogando para atingir a área de domínio do jogo A do que comparado com o jogo B. Pode-se concluir que o jogo B é mais complexo de aprender do que o jogo A.

Enquanto o jogador está se ambientando e aprendendo as regras, a dinâmica e a estética do jogo, é um momento em que ele pode se frustrar por que os desafios e as atividades não estão adequados para seu nível de habilidade no jogo (KOSTER, 2005; ROUSE III, 2005).

2.3.2 Design de jogos educacionais e Jogos Sérios

Embora exista uma variedade de diversas publicações sobre game design e metodologias de game design, em muitos desses materiais os jogos sérios são mencionados, mas não tratados em detalhe. Nos últimos anos, alguns autores se aprofundaram no assunto.

Liu e Ding (2009) esboçam que “*serious games* envolvem pedagogia”, se compararmos com jogos de entretenimento. Já Winn (2007, p. 6) estabelece que, independente do propósito do design, “os jogos sérios são retratados por subcomponentes” fundamentais: aprendizado (conteúdo e pedagogia), narrativa, mecânica e experiência do usuário.

Anneta e Bronack (2011) apresentaram um método mais complexo, criando seus próprios critérios e elementos, junto a proposta de avaliar quantitativamente o impacto dos jogos educacionais mediante esses critérios. O resultado gerou ao todo treze critérios avaliativos: prólogo, tutorial, feedback interativo, identidade, imersão, frustração agradável, manipulação, complexidade incremental, regras, aprendizado informado, efetividade pedagógica, efetividade de leitura, e comunicação.

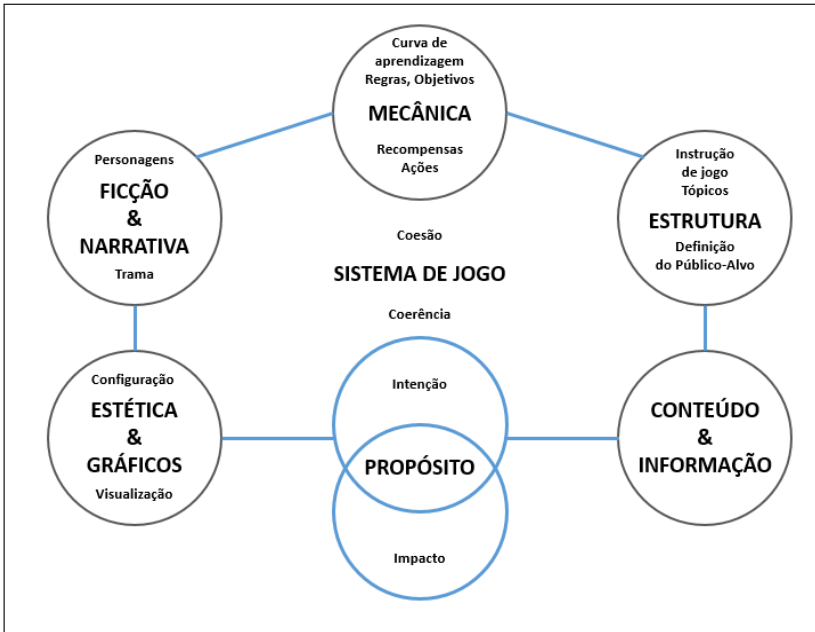
No entanto, segundo Mitgutsch e Alvarado (2012, p. 1), essa abordagem “não reflete o propósito dos jogos de nenhuma forma”. Segundo os autores, diversos desses componentes não levam em conta o contexto do jogo, e, portanto, sua efetividade pedagógica e, conseqüentemente, o impacto nos aprendizes não pode ser avaliado se o propósito do jogo não for identificado e se suas regras não estiverem coerentemente de acordo. Como contraproposta, a modelo criado por eles foi chamado de *SGDA Framework*, ou traduzido do

inglês, Modelo de Avaliação de Game Design de Jogos Sérios. Eles identificaram seis componentes considerados essenciais de um conceito formal da estrutura de um jogo sério.

Considerando então que um *serious game* é um sistema de jogo orientado a um propósito outro do que o passatempo, Mitgutsch e Alvarado (2012, p. 3) apontam que “a força primordial que exerce influência sobre todos os elementos do design do jogo deve ser o propósito dele”. Sendo assim, o propósito entra como principal elemento do modelo, seguido por outros cinco elementos, que devem estar vinculados substancialmente ao primeiro: Conteúdo e Informação, Ficção e Narrativa, Mecânica, Estética e Gráficos, e, por último, Estrutura.

A estrutura SGDA surgiu devido ao fato de os pesquisadores observarem a necessidade de analisar a relação entre a qualidade do design de jogos sérios e no cumprimento de seu propósito, ou seja, uma ferramenta de ensino eficaz. Além de definir a estrutura é necessário verificar se os elementos de game design estão consistentes com o propósito educacional do jogo, o que é denominado de coerência, e se o conjunto forma um objeto uniforme, chamado de coesão. A falta de ambos os elementos irá comprometer ao propósito pedagógico do jogo (GEERTS et al., 2018). A Figura 6 apresenta como os elementos se complementam.

Figura 6 - Representação gráfica do modelo SGDA para jogos sérios



Fonte: Mitgutsch e Alvarado (2012, p. 123, elaborado pelo autor).

Apesar do modelo SGDA ter sido originalmente criado para revisar e avaliar o design de jogos sérios, posteriormente outros autores passaram a usá-lo para projetar novos jogos. (COSMA et al, 2015; ROSS; FITZGERALD; RHODES, 2014). O modelo então, em conjunto com as outras metodologias apresentadas neste capítulo, servirá como base para o processo de game design do protótipo *Caixa de Ossos* RVI.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O capítulo 3 irá apresentar a forma como a pesquisa foi executada durante os trabalhos desta dissertação, incluindo como foi o processo de converter o design da versão não RVI para a RVI, qual o tipo de pesquisa foi escolhido a ser realizado e por quê, como se deu a coleta dos dados e qual o modelo de análise de dados foi usado.

3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA

Esta pesquisa busca implementar os conceitos para design de jogos educacionais, ao aplicar conhecimentos estabelecidos na área de mídia em realidade virtual imersiva. Para tanto, foi desenvolvido um protótipo, ou uma versão de teste, do jogo *Caixa de Ossos* em RVI para o estudo do sistema esquelético da anatomia humana.

O trabalho inicia-se a partir da delimitação do problema de pesquisa, seguindo o processo de investigação social apontado por Gil (2008). O problema, definido de forma objetiva, é apontar quais são os procedimentos de design que devem ser observados ao se converter um jogo digital educacional para sua versão em realidade virtual imersiva.

Os procedimentos metodológicos desse trabalho consistem em pesquisar as características do design de um jogo sério em realidade virtual não imersiva, converter o design do game *Caixa de Ossos* para sua versão em realidade virtual imersiva e apontar seu valor como instrumento de ensino lúdico por meio de uma pesquisa qualitativa, para se fazer uma análise empírica com base na experiência observada e percebida pelos usuários, comparando o resultado obtido com o proposto nas etapas prévias.

Para a análise dos dados coletados, a pesquisa irá usar a abordagem do ‘interpretativismo’ indicada por Miles e Huberman (1994). Segundo os autores supracitados, tal abordagem passa pela interpretação das expressões dos usuários, feitas por meio de respostas verbais. A análise, portanto, irá apresentar a transcrição textual das entrevistas de cada voluntário participante dos testes.

3.1.1 Como fazer o Design do Jogo

É preciso escrever os documentos de design do jogo *Caixa de Ossos* e do jogo *Caixa de Ossos* RVI, observando as devidas diferenças entre os dois. Os documentos incluem o fluxograma, o conteúdo do jogo e a proposta de interface. Também é necessário descrever as funcionalidades e a forma de interação do usuário para cada versão. O resultado final é o documento de design de jogo de cada um deles, chamado de GDD – *Game Design Document* (ROUSE III, 2005).

Logo, foi dividido em quatro momentos o processo da pesquisa: pré-produção, produção, validação por meio de testes e conclusões. Para executar cada etapa, as tarefas foram divididas em semanas, conferindo com o planejamento inicial. Essas entregas semanais foram cíclicas, validando cada semana iterativamente até atingir o resultado desejado (KEITH, 2010; CHANDLER, 2012).

A pré-produção foi a etapa onde desenvolveu-se o design de ambas as versões do *Caixa de Ossos*: a digital e a RVI. O resultado foram dois documentos de design de jogo, os *GDDs*, encontrados nos apêndices A e B desta dissertação. Os dois *GDDs* foram desenvolvidos levando em conta os

conceitos analisados na revisão bibliográfica de *game design*, jogos sérios, jogos educacionais e realidade virtual.

O design das duas versões do *Caixa de Ossos* – a versão digital e o protótipo RVI – foi desenvolvido aplicando-se a estrutura de design de jogos apontados por Rouse III (2005) e Fullerton (2008), observando seu propósito educativo e lúdico com base no modelo SGDA postulado por Mitgutsch e Alvarado (2012). Portanto, o design apresenta os seguintes elementos: propósito, conteúdo, ficção e narrativa, mecânicas, gráfico e estética, e estrutura.

O elemento de propósito deve indicar por que os usuários irão jogar determinado jogo, ou seja, o que se espera obter de conhecimento e repertório após a experiência de jogar. Embora já definido previamente com o objetivo pedagógico do aplicativo *Caixa de Ossos*, o design deveria reforçar a meta de aprendizado do sistema esquelético humano. O design, desde o primeiro acesso do usuário, foi projetado para indicar a presença do conteúdo, que embora lúdico, mantinha o grau de conhecimento adequado para o tema proposto.

O elemento de conteúdo deu-se pela preocupação em apresentar as informações de nomenclatura, organização e classificação do sistema esquelético usando das bibliografias correntes deste ramo científico.

O elemento de ficção lida com o tema proposto dentro do universo ficcional do jogo, o que por sua vez determina a escolha de cenário virtual, objetos, estilo visual da interface e outros aspectos de imersão e ambientação (MURRAY, 2003). Para o *Caixa de Ossos RVI* a ambientação deu-se em um laboratório futurista, escolhido dentre os modelos gratuitos na biblioteca do motor de jogo *Unreal 4*.

As mecânicas, o quarto elemento do modelo SGDA, define as regras de como o jogador interage com o mundo virtual do jogo e como o jogo reage a suas ações (ROUSE III, 2005). As regras de interação e as atividades do teste foram projetadas de forma a não sobrecarregar o usuário com excesso de informação ou dificuldade em demasia, procurando mantê-lo dentro do fluxo ótimo entre tédio e ansiedade, observado na teoria do fluxo (ZIMMERMAN; SALEN, 2004).

O conjunto de regras posto em movimento pelas ações do jogador resulta no comportamento de jogo chamado de dinâmica (ZICHERMAN; CUNNINGHAN, 2011). A dinâmica do jogo só é medida adequadamente por meio do entendimento da relação entre o jogador e o mundo virtual do jogo, orientada pelas regras, ou mecânicas, do próprio jogo. A melhor forma de validação da dinâmica de um jogo é por meio de sessões de teste (FULLERTON, 2008).

O elemento gráfico e estético refere-se à linguagem audiovisual definidos pelo designer para disponibilização e exposição de todos os elementos envolvidos no jogo. É por meio da estética que o jogo se define em seus aspectos formais do conteúdo, da ficção, mecânicas e estruturas. O elemento estético também desempenha um papel fundamental na apresentação do propósito do jogo ao usuário, podendo facilitar ou dificultar o entendimento dependendo como foi projetado e desenvolvido (MITGUTSCH; ALVARADO, 2012).

E, por fim, o elemento da estrutura entra como um agregador e organizador dos cinco elementos anteriores com o objetivo de que todos esses elementos estejam organizados e coerentes entre si e visando a audiência a qual o jogo se destina. A definição da estrutura permite criar um jogo cuja

experiência pode ser engajadora, atrativa e com potencial de promover aprendizagem de forma lúdica (GEE, 2004).

Após ter projetado os dois documentos do *Caixa de Ossos*, o pesquisador passou para a etapa de produção, que consistiu em implementar o código do jogo da versão protótipo RVI.

Os elementos 3d usados para designar os ossos do protótipo são de alta precisão, feitos por um processo de digitalização tridimensional de ossos humanos reais, em alta resolução, que também foram usados no protótipo do *Caixa de Ossos* na versão digital que serviu de pesquisa na tese de Prim (2020).

Os outros objetos do cenário, incluindo o próprio ambiente virtual, foram escolhidos da biblioteca gratuita e cenários e objetos do motor de jogos *Unreal Engine 4*.

A etapa da produção envolveu um conjunto de ciclos de implementação, verificações internas, validação e ajustes, até atingir o resultado desejado. O documento de design do *Caixa de Ossos* RVI serviu como guia de funcionalidades a serem implementadas, mas era ajustado nos ciclos iterativos, de acordo com observações visando melhorias na experiência no geral.

A produção também serviu para depurar e corrigir o código do jogo, exigindo, para isso, testes de qualidade, que focavam na funcionalidade e operacionalidade do aplicativo, e não em sua experiência no geral (CHANDLER, 2012). Após a depuração e ajustes do aplicativo, o protótipo do *Caixa de Ossos* RVI estava pronto para a validação por meio de testes com usuários.

3.1.2 Convertendo o Design para a versão RVI

Para converter o Caixa de Ossos convencional, não RVI, doravante chamado de versão digital, para sua versão em RVI foi necessário seguir uma série de critérios de mecânicas de jogos. Segundo Martel e Muldner (2017), os comandos e controles que o jogador tem no jogo RVI formam o elemento central em sua experiência. Tal fator foi classificado em diferentes atributos: a movimentação da câmera, a forma como o personagem do jogador navega pelo ambiente do jogo e a forma como ele interage com objetos no cenário.

Sendo assim, foi possível comparar tais elementos com o design de jogos não RVI ao correlacionar os três atributos supracitados com o método de desenvolvimento de jogos apresentado por Fullerton (2008), onde determina que a mecânica principal seja abordada por dois aspectos: a interação, ou seja, o que o jogador pode fazer no jogo e a interface, como o jogo responde ao jogador.

Desta forma, para a versão RVI os controles do jogador correspondem a como seu personagem navega no ambiente do jogo, como ele manipula a câmera do jogo e como interage com os objetos do cenário. E o jogo responde a esses comandos por meio dos eventos definidos nas regras de como o cenário e os objetos funcionam, e quais informações estão contidas ali.

A câmera na versão digital não se move; por ser um jogo orientado a telas e interface fixas, a câmera também é fixa diretamente em cada tela. A transição para a versão RVI mudou completamente esse paradigma: o jogo seria orientado ao espaço do cenário virtual. Sendo assim a câmera ficou atrelada ao dispositivo de realidade virtual, os óculos RVI, e, portanto, a

movimentação da câmera obedecia à movimentação da cabeça do usuário usando o equipamento, tendo uma amplitude de movimento de 360 graus.

O critério de movimentação de personagem é estabelecido segundo o conceito de personagem de cada versão. A versão digital não possui personagem, à medida em que o jogador interage com janelas e objetos usando o cursor do mouse como ferramenta virtual de interação. Para a conversão em RVI o conceito usado foi simular a própria pessoa como personagem, usando os dispositivos dos óculos e os manetes RVI para posicioná-lo no cenário. Portanto, enquanto na versão digital não há personagem e a navegação ocorre pela manipulação das janelas da interface do jogo, na versão RVI o jogador se vê como o personagem que precisa se movimentar espacialmente no cenário virtual. Assim, a movimentação do personagem deu-se por usar os controles e acionar o comando de reposicionamento no cenário visual para a coordenada indicada.

A interação com objetos na versão digital também usa os recursos de uso de interface, janelas e botões, para manipular os ossos. Para a versão RVI a conversão foi por meio da simulação do ato de pegar objetos com as mãos, usando os manetes. Desta forma a manipulação dos objetos não exigiu nenhum recurso de interface, como setas ou botões.

A interface, na versão digital, é um aspecto fundamental do jogo na medida em que todas as ações do jogador e respostas do jogo dependem de informações transcritas na tela por meio de ícones e palavras. O jogador depende de usar botões e setas para usar manipular os ossos; o cenário do jogo é dividido em diversas janelas, orientadas e indexadas por meio de informações dispostas na interface. Para converter o jogo em RVI a interface precisou ser readaptada: O único recurso de interface utilizado foi a transmissão de

informações como as instruções de jogo e a nomenclatura dos ossos; neste caso optou-se por projetar os textos diretamente no cenário do jogo, sobre os objetos. As instruções do jogo foram dispostas como placas de informação, distribuídas no cenário virtual, e a nomenclatura dos ossos foram dispostas sobre os objetos, incluindo os acidentes ósseos, posicionados em suas respectivas coordenadas em cada osso.

O quadro 1 apresenta de forma resumida as diferenças entre cada elemento de jogo ao se converter o Caixa de Ossos versão digital para a versão em RVI. Em resumo, foi necessário alterar certos elementos de mecânica básica para adaptar-se a nova mídia.

Quadro 1 – Comparação dos atributos de mecânica de jogo.

Atributo	Caixa de Ossos Digital	Caixa de Ossos RVI
Movimentação da Câmera	Câmera fixa, orientada à interface de cada tela.	Câmera posicionada nos óculos RVI, rastreando o movimento de cabeça do jogador conforme ele a movimentar.
Navegação do personagem pelo cenário	Não há personagem; o jogador manipula o cenário por meio de auxílios na interface do jogo, usando o mouse e teclado.	O personagem RVI representa a simulação da cabeça e mãos do jogador. Ele se movimenta pelo cenário por meio de um comando específico nos controles de RVI.
Interação com objetos	A interação dar-se-á por meio de comandos do mouse e teclado nas telas e botões da interface do jogo.	A interação com objetos ocorre por meio do uso das mãos virtuais, que seguem os movimentos dos controles.
Interface	Criação de recursos de interação, informação e navegabilidade de jogo como janelas, telas, botões e setas. Jogo totalmente dependente de interface.	Poucas instruções e informações dispostas sobre os objetos no cenário.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

3.1.3 Validação e Pesquisa

A pesquisa por meio do teste com o protótipo da versão RVI ocorreu em duas etapas, levando em conta os métodos e conceitos indicados por Gil (2008) e Fullerton (2008).

A primeira etapa deu-se por meio de observação simples de sessões de teste: onde o usuário executou os procedimentos ao operar o jogo protótipo *Caixa de Ossos RVI* e o pesquisador permaneceu presente no mesmo local do participante, observando as ações e reações adotados pelo usuário ao utilizar o aplicativo (GIL, 2008).

As sessões de teste foram realizadas seguindo as orientações de Fullerton (2008) na execução de testes de jogo, onde inicialmente explicou-se o objetivo da pesquisa e deu-se as instruções básicas para sua realização. Em seguida, o usuário equipou-se dos dispositivos de controle e imersão em RVI e participou do teste, executando as atividades solicitadas pelo pesquisador: o conjunto de dez atividades ordenadas de forma a respeitar o ótimo fluxo de jogo indicado por Zimmerman e Salen (2004). Devido à natureza do protótipo e ao escopo de atividades que o usuário teve que executar, as sessões de jogo duraram no máximo 15 minutos cada.

O equipamento de RVI utilizado foi o dispositivo de realidade virtual *HTC Vive Pro*, que consiste em dois sensores posicionais, os óculos RVI e dois manetes para a manipulação no ambiente virtual, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 - Foto do equipamento *HTC Vive Pro*.



Fonte: VIVE, 2020.

A segunda etapa deu-se por meio de uma entrevista focalizada, segundo o método indicado por Gil (2008, p. 112), que aponta esse tipo de entrevista é ideal para “situações experimentais, com o objetivo de explorar a fundo alguma experiência vivida em condições precisas [e] bastante utilizada com grupos de pessoas que passaram por uma experiência específica”. Dessa forma, foi possível dar liberdade ao usuário se expressar sobre sua experiência, observando os diferentes pontos de vista dos usuários com base em suas especialidades e repertórios. Apesar disso, as perguntas foram organizadas de maneira a abordar os tópicos pretendidos pelo pesquisador, de forma a organizar as respostas gerando resultados mensuráveis.

O método foi escolhido por permitir observar diretamente a experiência de cada usuário na execução do teste, analisando suas reações e sua performance em tempo real, segundo o procedimento de teste de jogos indicado por Fullerton (2008).

Sendo assim, a seleção dos participantes atendeu os seguintes critérios:

- Profissionais ou estudantes da área de saúde, com conhecimento do sistema esquelético humano, mas com pouca ou nenhuma experiência em realidade virtual imersiva. Ou:
- Profissionais ou estudantes da área de design com experiência em realidade virtual imersiva, mas com pouco ou nenhum conhecimento do sistema esquelético humano.

A escolha dos dois tipos de profissionais justifica-se por comparar a experiência dos testes entre os profissionais com experiência com tecnologias em ambientes virtuais e realidade virtual e os profissionais da área de saúde, com conhecimento no sistema esquelético humano.

3.1.4 Testes e entrevistas com usuários

O dia e horário das pesquisas foram definidos segundo a disponibilidade de cada participante, onde a privacidade de cada um e o sigilo das informações foram devidamente preservados. As pesquisas ocorreram no prédio do Laboratório Multiusuário TECMÍDIA, que se situa na Universidade Federal de Santa Catarina, vinculado à Pró-reitoria de Pesquisa (PROPESQ).

Para cada usuário, além de esclarecer o objetivo da entrevista e tirar eventuais dúvidas, foi apresentado o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) para a concordância formal da pesquisa. De acordo com o TCLE, a pesquisa não oferecia riscos, exceto um eventual desconforto no uso do equipamento RVI, previamente indicado, além do apontamento que a pesquisa poderia ser interrompida a qualquer momento por solicitação do usuário.

As entrevistas foram gravadas em áudio, cujos arquivos estão armazenados nos servidores do programa de Pós-Graduação de Design da

Universidade Federal de Santa Catarina, no laboratório DesignLab/CCE. Os dados pessoais de cada entrevistado não serão publicados na pesquisa, de modo a evitar eventuais constrangimentos e por também não haver relevância ou contribuição direta à pesquisa. Os resultados transcritos das entrevistas encontram-se no Apêndice C.

As entrevistas foram conduzidas segundo as quatro propriedades de um ambiente virtual indicados por Murray (2003), e segundo o modelo de aprendizagem por meio de jogos digitais sérios *SGDA*, indicado por Mitgutsch e Alvarado (2012).

Os usuários voluntários foram orientados a descreverem suas experiências durante o teste. As perguntas foram organizadas de forma a procurar entender quais dificuldades cada usuário teve e quais foram suas impressões gerais do ponto de vista de uso do aplicativo em RVI e de aprendizado do conteúdo.

A pesquisa ocorreu dividindo os testadores segundo suas próprias experiências prévias, entre os com pouca ou nenhuma experiência em uso de mídia RVI, os com alguma experiência em RVI; os com pouca ou nenhuma experiência com sistema esquelético da anatomia humana, os com alguma experiência em sistema esquelético humano; e aqueles que possuíam experiência tanto em RVI quanto em sistema esquelético humano. Tal divisão auxilia a ponderar as diversas questões de usabilidade e conteúdo com base no repertório anterior de cada usuário, buscando atingir uma diversidade maior de opiniões (ROUSE III, 2005). O pesquisador abordou os seguintes temas em suas perguntas para os voluntários: como estavam se sentindo fisicamente após as atividades; quais foram as impressões gerais; se teve dificuldades e quais

foram elas; se o protótipo era válido como uma ferramenta de ensino e se seria mais interessante do que uma versão não RVI.

O pesquisador coletou as ponderações de cada participante e fez um levantamento dos elementos e funcionalidades do protótipo. Assim, pontuou-se os elementos que cumpriram com seu objetivo e podem ser aprimorados, os que podem ser ajustados de alguma forma, e as sugestões de inclusões de funcionalidades não implementadas.

Com base na coleta de dados dos voluntários, o pesquisador fez uma análise empírica do potencial dessa nova versão enquanto ferramenta lúdica de aprendizado, e comparou com os resultados da pesquisa da versão não digital, conforme a Figura 8 (PRIM, 2020), resultando na conclusão desta pesquisa.

Figura 8 - Imagem da interface do jogo *Caixa de Ossos* (versão não RVI).



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO

Este capítulo irá expor como ocorreu todo o desenvolvimento do protótipo, incluindo quais problemas foram encontrados e as estratégias para solucioná-los, e quais as justificativas que orientaram as tomadas de decisão. Além disso, irá descrever como ocorreu a aplicação dos testes com os usuários voluntários e suas respectivas entrevistas. As etapas apresentadas nos procedimentos metodológicos foram divididas nos sub-tópicos a seguir.

4.1 PESQUISA COM A VERSÃO PROTÓTIPO EM RVI

Segundo o que foi definido pela metodologia, observou-se a experiência do usuário ao interagir com o protótipo em RVI, e coletou-se de *feedbacks* que possam ajudar a aferir se a versão do jogo educativo em RVI apresenta as questões tanto lúdicas quanto de ensino, as quais o aplicativo se propõe, observando pelos parâmetros de um ambiente virtual de Murray (2003) e dentro do modelo de jogos educacionais *SGDA* de Mitgutsch e Alvarado (2012). Sendo assim, realizou-se testes com sete usuários voluntários.

Todas as informações pessoais fornecidas pelos voluntários são tratadas como sigilosas de acesso apenas pelo pesquisador e seu orientador. Com o objetivo de manter o sigilo dos voluntários e organizar a pesquisa, cada testador recebeu um número de identificação, de usuário 01 a usuário 07.

Os testes foram conduzidos individualmente, com um usuário por vez, divididos em sessões ou baterias. Em cada sessão iniciou-se com uma descrição geral para o voluntário, explicando o objetivo da pesquisa e esclarecendo que não era ele o usuário que seria o objeto do teste, e sim a sua experiência ao jogar o protótipo Caixa de Ossos RVI.

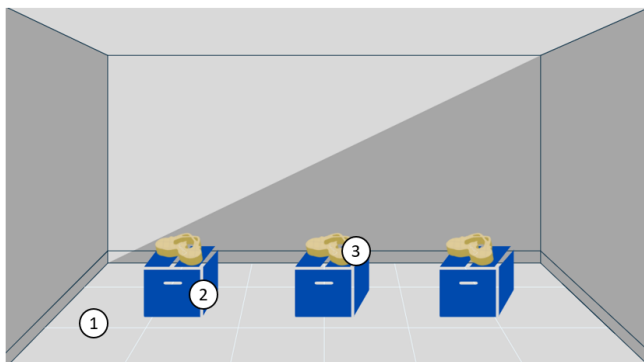
4.1.1 Protótipo *Caixa de Ossos RVI*

Para os critérios da pesquisa, e para evitar que o desenvolvimento fosse inviável devido a um grande escopo, assim optou-se por desenvolver um protótipo com o conteúdo suficiente para realizar os testes com usuários. O protótipo foi desenvolvido na plataforma *Unreal Engine*, versão 4.0, usando modelos de cenário e objetos virtuais oferecidos gratuitamente pela plataforma. O protótipo, para critérios dessa pesquisa, recebeu o nome de *Caixa de Ossos RVI*.

O *Caixa de Ossos RVI* possui uma única sala e três caixas com um osso sobre cada uma delas, segundo o esquema apresentado na Figura 9, dispostos da seguinte forma:

1. Espaço do laboratório, navegável pelo usuário;
2. As caixas não interativas;
3. Os ossos tridimensionais, interativos.

Figura 9 - Imagem do cenário do protótipo *Caixa de Ossos RVI*.



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Os modelos tridimensionais dos ossos foram os mesmos utilizados na pesquisa do Caixa de Ossos original (PRIM, 2020). Por convenção, os ossos selecionados foram o osso do quadril, o fêmur e a patela. A descrição detalhada do protótipo pode ser encontrada no apêndice B.

4.1.2 Atividades do Teste

Na execução do teste, os usuários receberam certas instruções para executarem conforme a ordem do Quadro 1.

Quadro 2 - Lista de atividades ordenadas durante o teste.

Atividade 1 (A1)	Observar a sua volta o cenário do jogo e identificar o ambiente.
Atividade 2 (A2)	Identificar e ler em voz alta as instruções indicadas no cenário do jogo.
Atividade 3 (A3)	Movimentar-se pelo ambiente segundo as instruções apresentadas no cenário.
Atividade 4 (A4)	Encontrar e reconhecer os ossos humanos dispostos no cenário.
Atividade 5 (A5)	Ir próximo ao osso do Quadril e pegá-lo.
Atividade 6 (A6)	Reconhecer e apontar o acidente ósseo ‘Ramo Esqueopúbico’.
Atividade 7 (A7)	Ir próximo ao osso do Fêmur e pegá-lo.
Atividade 8 (A8)	Reconhecer e apontar o acidente ósseo ‘Fóvea da cabeça’
Atividade 9 (A9)	Ir próximo ao osso da Patela e pegá-lo.
Atividade 10 (A10)	Reconhecer e apontar o acidente ósseo ‘Face articular’

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Antes de começar os testes, o pesquisador auxiliou cada usuário a vestir o equipamento de RVI, tanto os óculos quanto os manetes, instruindo também onde posicionar os dedos nos devidos gatilhos e botões dos manetes, e ajustando o foco dos óculos segundo o pedido de cada usuário.

Durante cada bateria de teste o pesquisador atuou apenas como instrutor, indicando cada atividade para o voluntário executar, ordenadamente, interferindo nos testes apenas quando explicitamente solicitado pelo usuário.

Com o propósito de organizar os testes segundo o critério da dificuldade na execução das atividades, o pesquisador estabeleceu três parâmetros a serem observados.

- Fácil: o voluntário não apresentou dificuldades em realizar a atividade, tendo executado em pouco tempo.
- Média: o voluntário apresentou uma certa dificuldade em realizar a atividade, demorando um pouco para realizar, mas ao final conseguiu fazer sem pedir ajuda.
- Difícil: o voluntário apresentou grande dificuldade em realizar a atividade, e após um tempo solicitou ajuda para executar.

Durante os testes, o pesquisador observou os usuários a realizarem cada atividade e anotou a dificuldade de sua realização. Ao final de cada bateria, o usuário participou de uma entrevista sobre sua experiência.

4.1.3 Análise dos testes

Os resultados da observação dos testes dos usuários segundo sua dificuldade ou facilidade em executar as atividades são apresentados no quadro 2, considerando o resultado ‘F’ para fácil, ‘M’ para média e ‘D’ para difícil. As variáveis foram medidas em escalas ordinais, pois elas ‘definem a posição relativa de objetos ou indivíduos em relação a uma característica, mas não tem suposições quanto a distância entre as posições’ (GIL, 2008, p.83).

Quadro 3 - Performance na execução de cada atividade, por usuário.

Usuário	Dificuldade Apresentada em Cada Atividade									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
01	M	D	D	D	M	F	M	F	M	F
02	M	D	D	M	M	F	M	F	M	F
03	F	F	M	F	F	M	M	M	M	M
04	F	F	F	M	F	M	F	M	F	M
05	F	F	F	F	F	M	M	M	M	M
06	D	M	D	D	M	F	M	F	M	F
07	F	F	F	F	F	F	F	M	F	F

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Assim, a escala de dificuldade foi indexada em valores matemáticos ordinais, com distribuição de pesos, sendo 1 para F, 2 para M e 3 para D (GIL, 2008).

Para facilitar a análise dos dados do Quadro 2, eles foram organizados visualmente em gráficos. Os gráficos apresentam os seguintes parâmetros e informações:

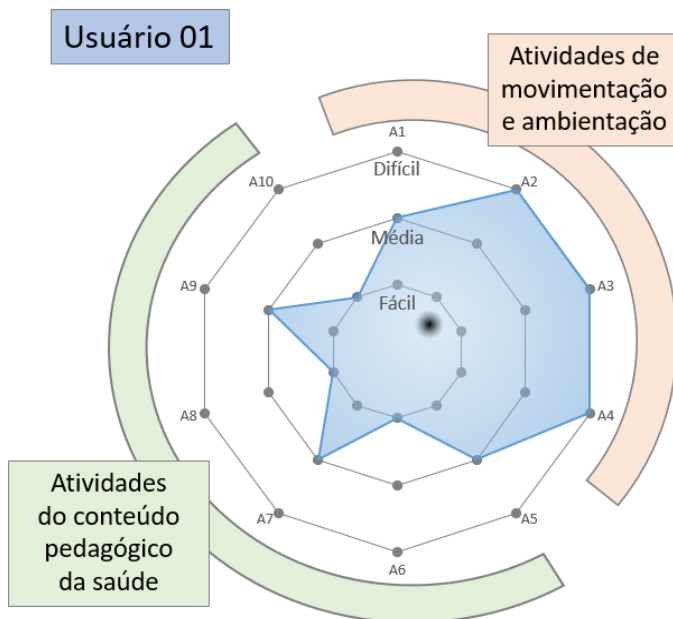
- As 10 atividades, divididas ordenadamente entre A1 a A10;
- Os usuários divididos em dois grupos: os da área da saúde e os da área do design;
- A dificuldade na execução de cada atividade, representada em fácil, médio e difícil;

As atividades foram organizadas em duas categorias. As atividades de movimentação e ambientação no sistema RVI, ordenadas de A1 a A4; e as atividades do conteúdo pedagógico da saúde, ordenadas de A5 a A10. O desempenho das atividades foi preenchido nas áreas coloridas dentro do gráfico. E o ponto negro dentro da área colorida representa a dificuldade média geral das 10 atividades.

Quanto mais próximo do centro do gráfico estiver o ponto negro, significa o usuário apresentou menor dificuldade nas atividades em geral. E quanto mais longe do centro estiver o ponto preto, o usuário apresentou maior dificuldade nas atividades posicionadas para a direção em que o ponto estiver posicionado.

As Figuras 10 a 16 representam os resultados individuais de cada usuário, seguidos pelas Figuras 17 e 18, que mostram os resultados dos dois grupos, e por último a Figura 19 que apresenta a sobreposição dos dois grupos para facilitar a comparação visual.

Figura 10 - Gráfico de desempenho do usuário 01.

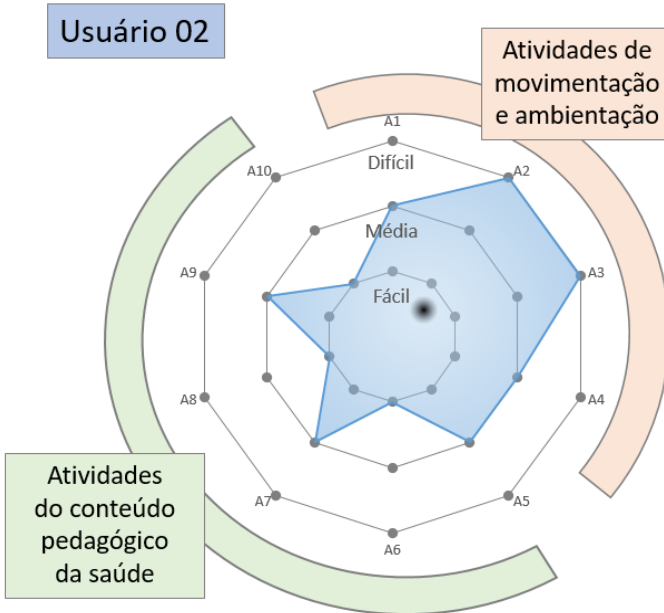


Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A Figura 10 demonstra o desempenho do usuário 01 nas 10 atividades, na área azul. O ponto preto dentro da área azul representa a dificuldade geral

média, indicando que o usuário 01 apresentou uma maior dificuldade nas atividades de movimentação e ambientação, portanto o ponto está mais distante do centro, próximo as A2, A3 e A4. O usuário 01 pertence ao grupo da área da saúde.

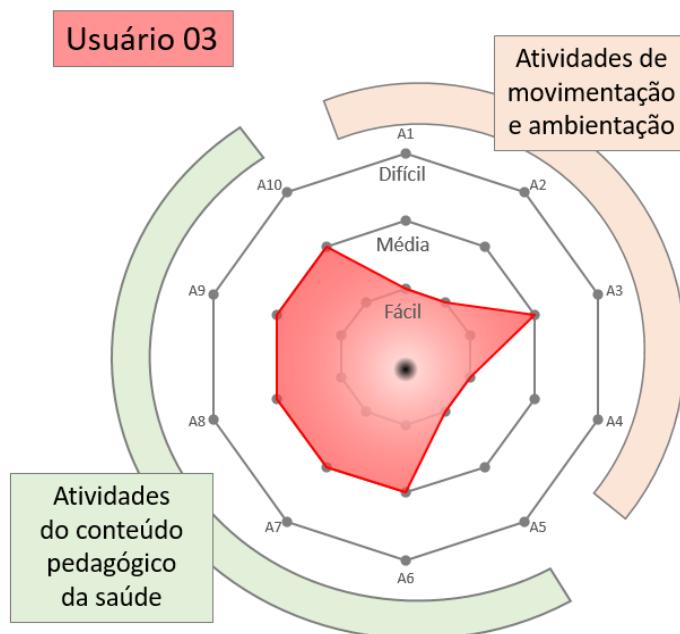
Figura 3 - Gráfico de desempenho do usuário 02.



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A Figura 11 demonstra o desempenho do usuário 02 nas 10 atividades, na área azul. O ponto preto dentro da área azul representa a dificuldade geral média, indicando que o usuário 02 apresentou uma maior dificuldade nas atividades de movimentação e ambientação, portanto o ponto está mais distante do centro, próximo as atividades A2 e A3. O usuário 02 é do grupo da área da saúde.

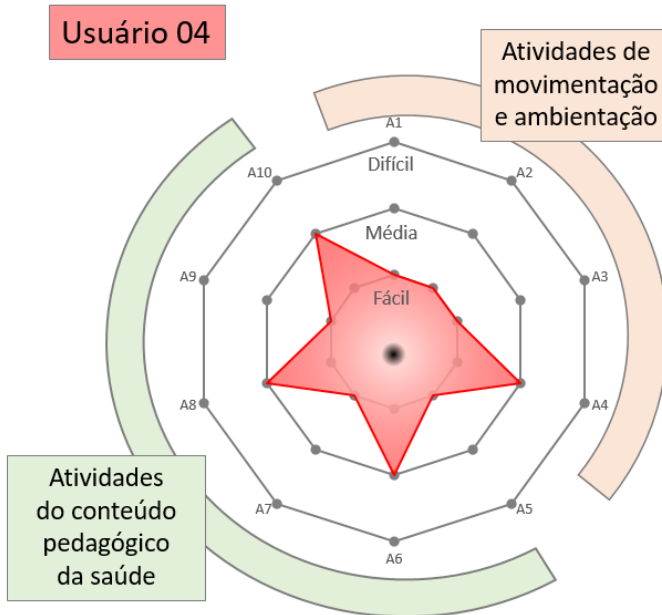
Figura 4 Gráfico de desempenho do usuário 03.



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A Figura 12 demonstra o desempenho do usuário 03 nas 10 atividades, na área vermelha. O ponto preto dentro da área vermelha representa a dificuldade geral média, indicando que o usuário 03 não apresentou dificuldades em algum lugar específico, portanto o ponto está mais próximo do centro. O usuário 03 é do grupo da área do design.

Figura 5 - Gráfico de desempenho do usuário 04.



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A Figura 13 demonstra o desempenho do usuário 04 nas 10 atividades, na área vermelha. O ponto preto dentro da área vermelha representa a dificuldade geral média, indicando que o usuário 04 não apresentou dificuldade em alguma área específica, portanto o ponto está mais próximo do centro. O usuário 04 é do grupo da área do design.

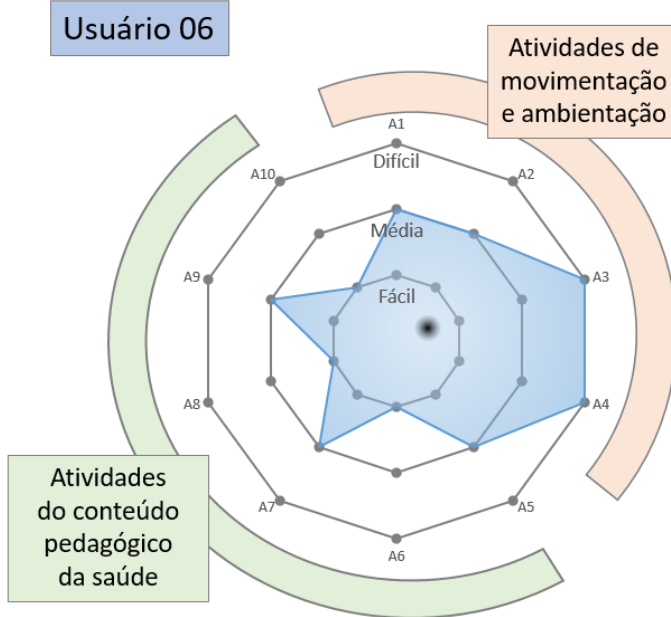
Figura 6 - Gráfico de desempenho do usuário 05.



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A figura 14 demonstra o desempenho do usuário 05 nas 10 atividades, na área vermelha. O ponto preto dentro da área vermelha representa a dificuldade geral média, indicando que o usuário 05 apresentou uma maior dificuldade nas atividades do conteúdo pedagógico da saúde, portanto o ponto está mais próximo das atividades A6, A7, A8, A9 e A10. O usuário 05 é do grupo da área do design.

Figura 7 - Gráfico de desempenho do usuário 06.



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A Figura 15 demonstra o desempenho do usuário 06 nas 10 atividades, na área azul. O ponto preto dentro da área azul representa a dificuldade geral média, indicando que o usuário 06 apresentou uma maior dificuldade nas atividades de movimentação e ambientação, portanto o ponto está mais próximo das atividades A3 e A4. O usuário 06 é do grupo da área da saúde.

Figura 8 - Gráfico de desempenho do usuário 07.

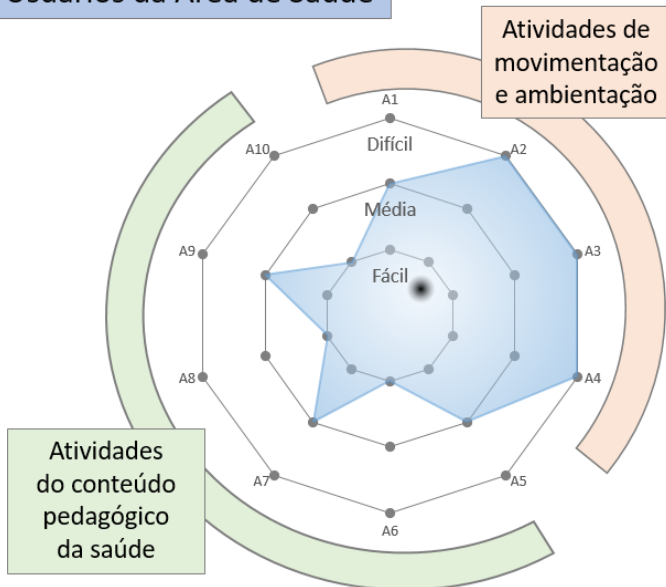


Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A Figura 16 demonstra o desempenho do usuário 07 nas 10 atividades, na área vermelha. O ponto preto dentro da área vermelha representa a dificuldade geral média, indicando que o usuário 07 apresentou uma leve dificuldade nas atividades do conteúdo pedagógico da saúde, portanto o ponto está mais próximo da atividade A8. O usuário 07 é do grupo da área do design.

Figura 9 - Gráfico de desempenho dos usuários da área de saúde.

Usuários da Área de Saúde

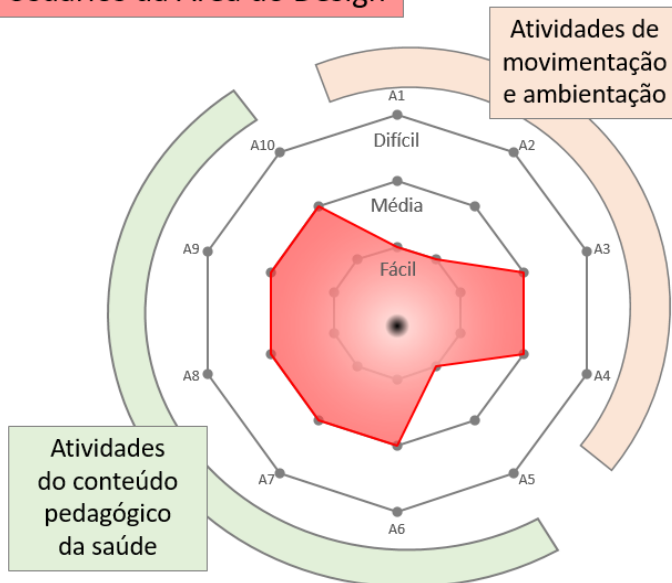


Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A Figura 17 demonstra o desempenho sobreposto dos usuários 01, 02 e 06, ou seja, todos os usuários da área de saúde, na área azul. O ponto preto dentro da área azul representa a dificuldade geral média dos três usuários combinados, novamente indicando uma maior dificuldade nas atividades de movimentação e ambientação, portanto o ponto está próximo das atividades A2, A3 e A4.

Figura 10 - Gráfico de desempenho dos usuários da área do design.

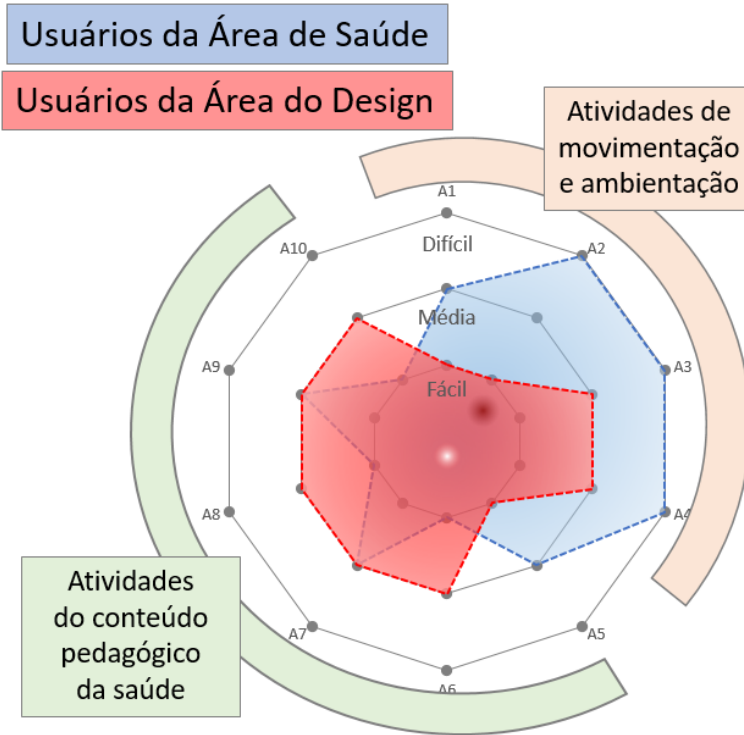
Usuários da Área do Design



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A Figura 18 demonstra o desempenho sobreposto dos usuários 03, 04, 05 e 07, ou seja, todos os usuários da área do design, na área vermelha. O ponto preto dentro da área vermelha representa a dificuldade geral média dos quatro usuários combinados, indicando um equilíbrio, com uma leve dificuldade nas atividades do conteúdo pedagógico da saúde.

Figura 11 - Gráfico de desempenho dos usuários da área do design.



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

A Figura 19 apresenta o resultado dos sete usuários, comparando os dois grupos – o grupo da área da saúde, em azul com o ponto preto e o grupo da área do design, em vermelho com o ponto branco.

É possível perceber que os usuários da área da saúde apresentaram uma dificuldade maior nas atividades de movimentação e ambientação, embora tenham executado as atividades de conteúdo pedagógico da saúde com pouca ou nenhuma dificuldade.

Os usuários da área do design executaram o teste com mais facilidade de uma maneira geral; é possível chegar a essa conclusão por observar o ponto branco mais próximo ao centro, na figura 19. A pouca dificuldade que apresentaram foi em relação ao conteúdo da saúde. Neste sentido, os dois grupos tiveram comportamentos opostos.

4.1.4 Organização das entrevistas

Sendo uma pesquisa qualitativa, o objetivo é compreender, por meio da análise dos dados coletados durante as entrevistas pós teste, como foi a experiência dos usuários ao interagirem com o jogo educacional em RVI.

Para isso, as questões foram distribuídas em cinco grupos, de acordo com o modelo de análise qualitativa estabelecido para estudo de caso:

1) Temas principais, impressões e declarações gerais sobre o que ocorreu no caso. Comentários sobre o status geral do sistema implementado. 2) Explicações, especulações, hipóteses sobre o ocorrido no caso. 3) Interpretações ou explanações alternativas e discordâncias sobre o ocorrido no caso. 4) Próximos passos para coleta de dados: apontamentos sobre próximos passos, ou sugestões de direcionamento para onde a pesquisa deve continuar. 5) Implicações para revisão e atualizações de código. (MILES; HUBERMAN, 1994, p. 76; traduzido pelo autor).

As perguntas foram agrupadas nas cinco categorias supracitadas, apresentando a seguinte distribuição:

1. Temas principais, impressões e declarações gerais: perguntas sobre como foi a experiência do usuário de forma geral, incluindo se houve algum mal-estar após o teste. Destaca-se o questionamento se o protótipo em RVI seria uma ferramenta adequada para o uso de um jogo educativo.

2. Explicações, especulações, hipóteses sobre o ocorrido: São perguntas sobre o entendimento do usuário no ambiente virtual que estava inserido, usando os quatro atributos definidos por Murray (2003): Procedimental, participativo, espacial e enciclopédico. Assim, procurou-se entender se o usuário havia compreendido o ambiente virtual em que se encontrava, a sua usabilidade, o cenário em si e o próprio conteúdo educacional.
3. Interpretações ou explanações alternativas e discordâncias sobre o ocorrido: As respostas do usuário que apresentaram algum tipo de divergência, dúvida, ou negação com respeito ao uso do protótipo e ao entendimento do mundo virtual.
4. Próximos passos: sugestões gerais dos usuários para usos e aplicações futuras da tecnologia apresentada por meio do protótipo.
5. Implicações para revisão e atualizações: sugestões gerais de melhoria e *feedbacks* para aprimorar o próprio protótipo.

Assim, os dados serão analisados e compilados nos quadros abaixo, seguindo o modelo apresentado no quadro 3:

Quadro 4 - Modelo de análise dos dados dos usuários.

Usuário	Número do usuário	Categoria	Se o usuário é da área da saúde ou do design
Análise da Entrevista			
1. Temas principais, impressões e declarações gerais			
O que o usuário achou da experiência de modo geral; se sentiu algum desconforto físico durante a sessão de teste; como foi seu aprendizado e seu contato com o conteúdo educacional na RVI; quais vantagens ele enxerga nos jogos educativos em RVI que jogos digitais convencionais não têm.			
2. Explicações, especulações, hipóteses do ocorrido			
Como foi sua experiência em detalhes sobre os quatro aspectos de um ambiente virtual: na navegação espacial; a usabilidade e interatividade; as mecânicas e regras de jogo; e o conteúdo educacional.			
3. Interpretações alternativas e discordâncias do ocorrido			
Caso tenha apresentado dificuldades ou opiniões discordantes em relação aos tópicos 1 e 2.			
4. Próximos passos			
Sugestões e questionamentos sobre a continuidade do projeto.			
5. Implicações para revisão e atualizações			
Sugestões de melhorias e feedbacks do sistema.			

Fonte: Miles e Huberman (1994, p. 78, elaborado pelo autor).

4.1.5 Análise das entrevistas

O resultado compilado das entrevistas com cada usuário, segundo o modelo de Miles e Huberman (1994), pode ser observado nos quadros 5 a 11.

Quadro 5 - Análise da entrevista com o Usuário 01.

Usuário	01	Categoria	Área da Saúde
Análise da Entrevista			
1. Temas principais, impressões e declarações gerais			
O usuário 01 ‘achou excelente’ de poder pegar os ossos de uma forma tão próxima quanto a de pegar um osso real, o que não seria possível em uma ferramenta digital não RVI. Considerou a ferramenta de ensino atual para o mundo de hoje, principalmente pela capacidade em estudar os ossos detalhadamente. Não apresentou nenhum tipo de desconforto físico durante os testes.			
2. Explicações, especulações, hipóteses do ocorrido			
Considerou todo o uso, o ambiente e suas regras fáceis e simples de executar, declarando que em uns 15 minutos teria dominado a ferramenta. Conseguiu compreender o cenário intuitivamente. Sobre o conteúdo dos ossos e acidentes ósseos, achou bem aplicado, inclusive com a profundidade de realismo nos detalhes dos ossos, inclusive sua coloração. O usuário achou que até as cores usadas na interface foram de fácil entendimento por contrastar com o cenário.			
3. Interpretações alternativas e discordâncias do ocorrido			
O usuário sugeriu que o cenário virtual, um laboratório futurista, fosse trocado por um cenário de um laboratório de anatomia. Apontou também que as dificuldades que sofreu no início foram devido a sua própria falta de habilidade em manusear controles digitais.			
4. Próximos passos			
O usuário manifestou interesse que o protótipo fosse finalizado e implantado no departamento de anatomia no curso de Medicina da UFSC como uma ferramenta de ensino oficial.			
5. Implicações para revisão e atualizações			
Não apresentou nenhuma sugestão de aprimoramentos ou melhorias.			

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Quadro 6 - Análise da entrevista com o Usuário 02.

Usuário	02	Categoria	Área da Saúde
Análise da Entrevista			
1. Temas principais, impressões e declarações gerais			
O usuário 02 achou muito interessante o conceito de poder aprender brincado, inclusive apontou que esse método ajuda a memorizar melhor o aprendizado. Apontou que enquanto vai explorando e se ambientando no cenário, o cérebro já vai se acostumando e fixando aquele aprendizado, registrando as imagens na memória. Indicou também que a ferramenta em RVI permite brincar com o aprendizado, sendo que no modelo digital convencional seria entediante. Não apresentou desconforto físico durante as atividades.			
2. Explicações, especulações, hipóteses do ocorrido			
Afirmou ter tido dificuldades em na usabilidade, em como operar a ferramenta. Não considera ter uma boa coordenação motora e não tem experiência com videogames. Sentiu dificuldade em interagir com os ossos, devido a essa falta de experiência. Mas entendia tudo o que precisava fazer e não se perdeu em nenhum momento. Também mencionou que com o tempo foi pegando prática. A parte do conteúdo achou extremamente próximo da sensação real de pegar e rotacionar os ossos.			
3. Interpretações alternativas e discordâncias do ocorrido			
Embora tendo demonstrado dificuldades motoras em dominar os dispositivos de controle, o usuário não demonstrou insatisfação ou sugeriu formas alternativas ao testar as atividades.			
4. Próximos passos			
O usuário demonstrou interesse em compartilhar a novidade com outros colegas de atuação.			
5. Implicações para revisão e atualizações			
Não apresentou nenhuma sugestão de aprimoramentos ou melhorias.			

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Quadro 7 - Análise da entrevista com o Usuário 03.

Usuário	03	Categoria	Área do Design
Análise da Entrevista			
1. Temas principais, impressões e declarações gerais			
O usuário 3 achou o projeto interessante. Considerou que a vantagem do sistema em RVI é a imersão, que realmente aproxima com a atividade real de manipular os ossos, bem diferente de apenas ficar olhando o osso pela tela do computador, o que seria semelhante a olhar uma ilustração em um livro. O usuário manifestou estar com dores nos olhos e na cabeça, como se estivesse com a vista cansada, após a realização das atividades.			
2. Explicações, especulações, hipóteses do ocorrido			
Considerou o sistema fácil de entender e de usar. Recorreu a interface para aprender a usar e o que fazer, sem dificuldades. Percorreu o cenário e interagiu com ossos intuitivamente. Elogiou a mecânica do jogo de pegar e mover o osso.			
3. Interpretações alternativas e discordâncias do ocorrido			
Apresentou uma certa dificuldade com a nomenclatura dos ossos e acidentes ósseos, mas atribuiu ao fato de não ter muito conhecimento prévio do assunto do jogo, o sistema esquelético.			
4. Próximos passos			
Não manifestou observações ou questionamentos sobre o que esperar posteriormente.			
5. Implicações para revisão e atualizações			
Não apresentou nenhuma sugestão de aprimoramentos ou melhorias.			

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Quadro 8 - Análise da entrevista com o Usuário 04.

Usuário	04	Categoria	Área do Design
Análise da Entrevista			
1. Temas principais, impressões e declarações gerais			
<p>O usuário 4 considerou uma experiência interessante, completamente imersiva. Afirmou que o sistema em RVI é mais fácil que um digital convencional por ser mais natural e intuitivo. Disse que em um sistema no computador o usuário precisa aprender a navegar pela interface e dominar acessórios como o mouse. Já no sistema em RVI a interação é simples pois envolve ações que fazemos naturalmente, como mover a cabeça para observar ao nosso redor e aproximar os objetos com as mãos para vê-los de perto. E mencionou da ludicidade do ambiente virtual, que lhe oferece a oportunidade de testar os limites do que se pode ou não fazer, como por exemplo arremessar os ossos.</p>			
2. Explicações, especulações, hipóteses do ocorrido			
<p>Considerou o sistema fácil e intuitivo. Atribuiu a facilidade pelo fato de estar em RVI e as regras respeitarem as regras de nosso mundo real. Disse que a interface ajudou ao entendimento das instruções do que fazer e da nomenclatura dos ossos. Falou sobre a naturalidade em que se executa os comandos por serem próximos do que já fazemos na realidade, como abrir e fechar as mãos para pegar objetos, aproximá-los do olho para ver mais de perto e movimentar a cabeça para observar o cenário ao redor.</p>			
3. Interpretações alternativas e discordâncias do ocorrido			
<p>O usuário 4 perguntou se podia brincar com ossos por jogá-los contra a parede. Ponderou que tal atitude seria desrespeitosa com ossos reais, mas que no mundo virtual não é o caso e que o ambiente lhe convida a explorar esse tipo de comportamento sem risco ou prejuízo moral.</p>			
4. Próximos passos			
<p>Mencionou o uso Caixa de Ossos RVI como ferramenta de ensino.</p>			
5. Implicações para revisão e atualizações			
<p>Não apresentou nenhuma sugestão de aprimoramentos ou melhorias.</p>			

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Quadro 9 - Análise da entrevista com o Usuário 05.

Usuário	05	Categoria	Área do Design
Análise da Entrevista			
1. Temas principais, impressões e declarações gerais			
O usuário 5 disse ter gostado da experiência do teste. Explicou que é bem diferente a experiência do RVI por considerar mais natural e mais divertido a execução das atividades, mesmo o aprendizado ainda sendo possível numa versão digital. Não sentiu desconforto ou mal-estar físico.			
2. Explicações, especulações, hipóteses do ocorrido			
Considerou muito fácil a ambientação na realidade virtual, e intuitiva a usabilidade, principalmente por mencionar que já teve contato prévio com sistemas em RVI. Na parte do conteúdo do jogo, de entender os ossos, considerou fácil pois havia a interface com as informações para lhe auxiliar.			
3. Interpretações alternativas e discordâncias do ocorrido			
O usuário 5 apresentou dificuldade de reconhecer as letras nos ossos, devido a iluminação do cenário. Também sugeriu ter algum feedback, como uma vibração nos manetes, para quando o usuário se movimentar no cenário.			
4. Próximos passos			
Manifestou interesse em ter todos os ossos do esqueleto humano e ter a funcionalidade de montar o esqueleto.			
5. Implicações para revisão e atualizações			
Deu a sugestão de trabalhar com um contraste das letras contra a luz direta do cenário, para facilitar a visualização e entendimento. E o sistema dar um feedback extra para quando o usuário der o comando para se movimentar.			

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Quadro 10 - Análise da entrevista com o Usuário 06.

Usuário	06	Categoria	Área da Saúde
Análise da Entrevista			
1. Temas principais, impressões e declarações gerais			
O usuário 6 mencionou que essa foi uma experiência inusitada para ele. Demonstrou muito interesse e sentia como se estivesse no mundo virtual, com vontade de se levantar e se movimentar. E afirmou que seria muito diferente a experiência fora do RVI, principalmente por ter experiência em uma atividade similar, que manipula ossos no computador, mas não tem a precisão por não conseguir reproduzir no mouse os mesmos movimentos que faz com as mãos, mas também o fato de entreter os alunos. Também não demonstrou desconforto durante as atividades.			
2. Explicações, especulações, hipóteses do ocorrido			
Para o usuário 6 o sistema era intuitivo, de fácil compreensão do cenário e das regras, e da naturalidade ao usá-lo e da resposta imediata dos comandos. Mencionou a riqueza de detalhes do conteúdo.			
3. Interpretações alternativas e discordâncias do ocorrido			
Mencionou uma leve dificuldade no início para se movimentar, pois não estava acostumado. Mas atribuiu ao fato de não ter conhecimento prévio e admitiu que logo havia se adaptado. Também demonstrou receio em derrubar os ossos e posteriormente pegá-los do chão, mas logo entendeu que não havia problemas quando isso acontecia.			
4. Próximos passos			
Sugeriu para que fosse feito uma versão específica da parte articular da mandíbula e dos dentes para estudo odontológico. Da mesma forma também para estudar todo o sistema de enervação dessa parte, como se pudesse dissecar os tecidos e nervos.			
5. Implicações para revisão e atualizações			
Não apresentou nenhuma sugestão de aprimoramentos ou melhorias.			

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

Quadro 11 - Análise da entrevista com o Usuário 07.

Usuário	07	Categoria	Área do Design
Análise da Entrevista			
1. Temas principais, impressões e declarações gerais			
O usuário 7 afirmou que sua impressão do sistema foi natural, conseguindo se ambientar e agir com naturalidade. Disse também que no ambiente virtual a vantagem é que o aprendiz consegue ter uma noção melhor das características dos ossos, como tamanho, proporção, volumes e profundidades das cavidades, do que se fosse em um sistema não RVI. Considerou uma experiência positiva e não apresentou nenhum desconforto durante o teste.			
2. Explicações, especulações, hipóteses do ocorrido			
Considerou o ambiente de fácil entendimento e movimentação, as regras de uso intuitivas e a interface acessível. Admitiu que por ter experiência prévia com sistemas em RVI não precisou recorrer a interface para guiar suas ações, dizendo que ela estava legível, inclusive para auxiliar durante as atividades sobre o conteúdo dos ossos.			
3. Interpretações alternativas e discordâncias do ocorrido			
O usuário admitiu uma curiosidade em interagir de forma lúdica com os objetos, quando por exemplo ficou jogando os ossos e testando a gravidade do sistema. Disse que o ambiente virtual eliminou receios em danificar as peças, proporcionando uma segurança maior em manipular os ossos e até brincar com elas.			
4. Próximos passos			
Não manifestou observações ou questionamentos sobre o que esperar posteriormente.			
5. Implicações para revisão e atualizações			
Não apresentou nenhuma sugestão de aprimoramentos ou melhorias.			

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

4.1.5.1 Compilação geral das entrevistas

Como análise geral, todos os usuários apresentaram que a experiência de aprendizado do *Caixa de Ossos RVI* foi lúdica e intuitiva.

Apenas um usuário apresentou desconforto em decorrência dos testes, apontando dores na cabeça e nos olhos. Mas não o suficiente para que ele pedisse para interromper os testes ou que lhe trouxe algum dano físico maior depois dos testes e da entrevista. Os outros usuários não manifestaram desconforto ou mal-estar.

Somente dois usuários não deram sugestão ou indagação para dar continuidade do projeto *Caixa de Ossos RVI*. Os outros expressaram que o aplicativo poderia ser finalizado para ser utilizado como ferramenta de ensino.

Sobre a compreensão do cenário e ambiente virtual e a usabilidade do sistema, de forma geral os usuários disseram que foi fácil: Nenhum disse ter se perdido do que precisava ser feito ou para onde ir. E apenas um usuário apresentou sugestões de melhorias de usabilidade, ao sugerir aumentar o contraste das letras da interface com as luzes do ambiente e dar um feedback adicional para o usuário entender ao se movimentar.

Embora certos usuários apresentaram alguma dificuldade na realização das atividades, nenhum deles afirmou que o problema estava no sistema em si, seja na interface, no cenário ou na mecânica do jogo, e sim na ausência de experiência do usuário, seja em uso de sistemas RVI, ou seja pelo conhecimento prévio do sistema esquelético humano.

Por fim, todos consideraram que o aprendizado no ambiente virtual imersivo seria superior do que em um sistema para computador sem RVI, apontando os motivos sendo: a proximidade do sistema com o mundo real, a

facilidade de uso, a capacidade de executar ações com maior grau de precisão e a ludicidade do aplicativo.

Segundo a experiência em realidade virtual imersiva, o quadro 11 apresenta um comparativo entre como foi a performance dos usuários nas atividades e o que eles disseram nas suas entrevistas, dividido entre os quatro atributos de ambientes virtuais indicado por Murray (2003): procedimental, participativo, espacial e enciclopédico.

Quadro 12 - Comparativo do resultado das atividades e entrevistas com os atributos de ambientes virtuais.

Atributos de Ambientes Virtuais	Atividades – como os usuários foram	Entrevistas – o que eles disseram
Procedimental: regras e mecânicas	Os usuários apresentaram facilidade no entendimento das regras e mecânicas do protótipo, e aprenderam pela própria interface do ambiente virtual.	Nenhum usuário manifestou ter ficado perdido durante o teste, sem entender o que precisava ser feito. Todos mencionaram como o sistema era imersivo e intuitivo.
Participativo: interface e usabilidade	Os usuários da área da saúde apresentaram dificuldades em aprender a executar os comandos usando os manetes. Com o tempo, durante o próprio teste, as dificuldades foram diminuindo e os comandos foram executados mais intuitivamente.	Os usuários da área da saúde relataram dificuldade em aprender a se locomover e interagir com os objetos, mas atribuíram ao fato de não terem experiência com mundos virtuais, jogos e controles. Apenas um comentou dificuldade de visualização na falta de contraste dos textos com a luz do ambiente.
Espacial: ambientação e navegação	Todos os usuários não apresentaram dificuldades em se localizar espacialmente, nem em reconhecer e entender os textos, os espaços e objetos à sua volta.	Nenhum usuário apontou ter se perdido no ambiente, nem que foi incapaz de reconhecer os objetos do cenário. Alguns elogiaram o estilo estético, e apenas um recomendou que fosse um laboratório de anatomia.
Enciclopédico: conteúdo pedagógico da saúde	Os usuários da área do design apresentaram uma certa dificuldade ao executar as tarefas de reconhecimento dos acidentes ósseos, precisando recorrer a interface do protótipo. Já os usuários da área da saúde realizaram, simplesmente, por reconhecer e manipular os ossos.	Os usuários afirmaram que o conteúdo pode ser melhor aprendido pelo uso de ambientes virtuais, do que em sistemas digitais convencionais, devido à imersão, realismo e ludicidade. Os usuários da área da saúde apontaram a precisão e acuidade visual dos ossos tridimensionais.

Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

4.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO

No geral, o resultado da experiência dos dois grupos ao usarem o protótipo foi satisfatória, ao empregar como critério o relato dos voluntários na entrevista após as baterias de testes. Todos os usuários mencionaram as palavras ‘divertido’ ou ‘lúdico’ para descrever a experiência do teste em suas respostas.

Observou-se que os usuários do grupo 1 apresentaram uma dificuldade maior do que o grupo 2 na realização das atividades de movimentação e ambientação. É possível perceber uma correlação direta com a experiência prévia de cada grupo no uso de aplicativos de RVI e a performance de tais atividades, uma vez que todos os participantes do grupo 1 relataram nunca ter utilizado tais equipamentos e aplicativos.

Por outro lado, os usuários do grupo 2 apresentaram maior dificuldade do que o grupo 1 na execução das atividades pedagógicas do sistema esquelético humano. Há também uma correlação direta com a experiência prévia de cada grupo com o conteúdo de anatomia. Todos os participantes do grupo 1 são graduados em áreas correlatas da saúde e estudaram em detalhes o sistema esquelético humano, ao passo que nenhum voluntário do grupo 2 tem formação correlata à área da saúde ou possuíam conhecimento prévio do conteúdo.

Em relação à realidade virtual imersiva e riscos à saúde, apenas um único usuário relatou problemas após os testes, mas indicou que se tratava de uma leve dor de cabeça, a qual atribuiu ao fato de usar óculos e durante os testes precisou esforçar sua visão.

Sobre o uso do protótipo enquanto ferramenta de aprendizagem, os usuários demonstraram interesse e disposição em usá-lo para aprender. Em suas respostas, todos afirmaram que o aplicativo é uma ferramenta adequada, descrevendo sua experiência ao usarem as palavras ‘intuitivo’, ‘lúdico’ e ‘realista’. Os usuários do grupo 1, da área da saúde, indicaram que o aplicativo apresentou tridimensionalmente os ossos humanos com alto grau de precisão e acuidade visual.

Com respeito à interação dos ossos, os usuários indicaram que o realismo da manipulação e a precisão visual dos ossos permitiram uma análise completa dos ossos, em todos os ângulos e com precisão para observar cada osso em detalhes.

Tal propriedade não pôde ser observada ao usar o aplicativo Caixa de Ossos na versão não imersiva. Prim (2020) realizou uma pesquisa com 79 voluntários, todos estudantes de medicina que já haviam frequentado as aulas de osteologia.

Segundo seus resultados, os voluntários relataram terem sentido a falta de controle de câmera para enquadramento mais preciso dos ossos para a observação dos acidentes ósseos. Observou-se que a aquisição de novos conhecimentos foi impactada devido à falta de controle total dos ossos tridimensionais. O pesquisador conclui que tal recurso é “essencial no desenvolvimento de aplicativos em anatomia óssea [...] (PRIM, 2020).”

Como comparativo entre as versões do Caixa de Ossos, é possível perceber que a imersão do aplicativo em RVI proporciona uma manipulação dos ossos com menos limitações, capaz assim de atender as expectativas de uso para aprendizado dos usuários. Desta forma, o problema apontado no Caixa de Ossos digital foi resolvido em sua versão RVI.

5 CONCLUSÕES

O objetivo geral deste trabalho foi pesquisar sobre o processo de desenvolvimento de jogo educativo, empregar esse processo para converter o jogo *Caixa de Ossos* em RVI, desenvolver um protótipo dessa versão para teste e verificar se seu propósito enquanto ferramenta de ensino foi prejudicado ou aprimorado por ser em realidade virtual. Neste sentido, o trabalho poderá ser usado como referência para futuros trabalhos de desenvolvimento de jogos sérios em realidade virtual imersiva que têm por escopo ensinar ou treinar o usuário.

Com o objetivo de realizar a pesquisa, primeiro foi necessário fazer um levantamento e revisão bibliográfica para estabelecer os conceitos acadêmicos sobre realidade virtual não imersiva, semi-imersiva e imersiva, definições de jogos, jogos educativos e jogos sérios e métodos de design de jogos. Essa busca resultou em um levantamento de diversos materiais bibliográficos que serviram como referência conceitual que guiaram os trabalhos.

A pesquisa do referencial bibliográfico apontou que o design de jogos tem duas linhas de raciocínio no que diz respeito a seu propósito: o de simples diversão, dos jogos tradicionais; e do treinamento ou aprendizagem, dos jogos sérios e educacionais. Não significa que um jogo educativo não deve oferecer elementos lúdicos, mas apenas que esse não é seu principal aspecto. No entanto, essa diferença aponta diferenças nas metodologias de design dos jogos, pois os jogos sérios apresentam critérios específicos que precisam ser validados para que o propósito de ensino-aprendizagem seja cumprido.

Como definição de realidade virtual, buscou-se entender a diferença dos diversos tipos de realidade virtual, indicados por Gutiérrez, Vexo e Thalmann (2008). Sendo assim, ficou definido que o trabalho se limitaria sobre a realidade virtual imersiva, ou RVI. Outra questão referente a realidade virtual foi compreender melhor o seu funcionamento. Por isso, levantou-se os conceitos das quatro características de um ambiente virtual apontado por Murray (2003): procedimental, participativo, espacial e enciclopédico. Também buscou-se compreender as vantagens e desvantagens de usar sistemas em realidade virtual. LaValle (2017) apontou que a imersão e simulação da realidade são os principais fatores da RVI, ela não é isenta de problemas, oferecendo riscos à saúde do usuário. Foi necessário, portanto, compreender os conceitos da realidade virtual imersiva e suas características de modo a desenvolver o protótipo levando em conta os riscos inerentes da mídia e buscando mitigá-los para expor os usuários a um ambiente com o mínimo de risco possível.

O entendimento das diversas metodologias e processos de design de jogos apontados por Zimmerman e Salen (2004), Fullerton (2008), Rouse III (2005), os conceitos de metodologia ágil de Keith (2010), possibilitou desenvolver o design dos jogos Caixa de Ossos e *Caixa de Ossos* RVI, e implementar o protótipo do *Caixa de Ossos* RVI para os testes com usuários.

Para cumprir o propósito educacional do jogo, o design baseou-se no modelo estrutural de jogos sérios de Mitgutsch e Alvarado (2012), o *SGDA*, que apontou seis critérios a serem observados para cumprir o objetivo do jogo como ferramenta de ensino ou treinamento: propósito, mecânica, narrativa,

conteúdo, estética e estrutura. Os critérios serviram como guia que foram observados nos testes e nas entrevistas.

Seguindo a metodologia de design de jogos proposta por Chandler (2012) e Fullerton (2008), a primeira etapa no desenvolvimento do protótipo foi a pré-produção, onde foram definidas as regras do jogo RVI, com base no design do Caixa de Ossos (PRIM, 2020). O resultado desta etapa foi o *game design document (GDD)* do *Caixa de Ossos RVI*, que pode ser observado no apêndice B.

Ao definir as atividades do jogo que foram usadas nos testes com os usuários, observou-se o modelo de fluxo da experiência do jogador criado por Zimmerman e Salen (2004), iniciando com os comandos mais básicos e depois seguindo para as atividades mais complexas. Assim, na ordenação das atividades, as de conteúdo pedagógico ficaram por último, uma vez que o usuário estaria mais familiarizado com o ambiente virtual do jogo e seus comandos.

Como observado na definição das atividades, todas as tarefas eram simples e de execução rápida. Assim, as sessões de teste não exigiram mais que 15 minutos de duração de cada usuário. Por entender que havia risco de saúde envolvido, o protótipo foi projetado para evitar um tempo prolongado de exposição do usuário.

Não é possível afirmar que o protótipo está adequado para a saúde de todos os usuários, por se tratar de uma amostra pequena. No entanto, como primeira observação, há indícios positivos uma vez que nenhum usuário relatou problemas de náusea ou semelhantes, e apenas um afirmou estar com dor de cabeça. Para conclusões mais apuradas é recomendado uma pesquisa específica sobre o uso do protótipo e como ele afeta a saúde dos usuários.

O processo de desenvolvimento do protótipo, desde o design até a implementação, usou das metodologias apontadas por Fullerton (2008), observando os critérios para que o jogo fosse uma ferramenta de ensino indicados pela estrutura SGDA de Mitgutsch e Alvarado (2012). O objetivo era manter o propósito de ensino, mas dentro do contexto de um jogo em realidade virtual. Pode-se afirmar que tal objetivo foi cumprido, uma vez que todos os usuários executaram as atividades e em suas entrevistas validaram a ferramenta.

Essa teoria se sustenta pela análise dos resultados das atividades e comparando com as entrevistas. Os usuários foram divididos em dois grupos: as pessoas com formação na área da saúde e as com formação em design. Os usuários da área de saúde apresentaram dificuldade nas tarefas de ambientação e movimentação, ao passo que as atividades de ensino sobre o sistema esquelético foram realizadas sem dificuldades.

Os usuários da área do design, por sua vez, não apresentaram dificuldades nas atividades de ambientação e movimentação. E embora nas atividades sobre o sistema esquelético apresentaram um pouco mais de dificuldade se comparado com as atividades de movimentação, não apresentaram uma dificuldade alta em nenhuma atividade. Ou seja, nenhum usuário executou ao menos uma tarefa da área de saúde com a máxima dificuldade.

Comparando esses dados com as entrevistas, todos os usuários afirmaram sobre um aumento de interesse em explorar o sistema por se tratar de um aplicativo em RVI e de seu potencial como ferramenta de ensino, ao manipularem os ossos dentro do ambiente virtual. Inclusive mencionaram ser uma ferramenta que despertaria mais interesse do que comparado com uma

versão digital sem RVI. Ao passo que os usuários da área da saúde apontaram que o conteúdo educacional estava adequado, inclusive indicaram a qualidade do material devido a precisão das informações, atestando que os modelos tridimensionais dos ossos foram feitos em alta precisão (PRIM, 2020).

O relato condiz com as atitudes demonstradas nos testes, uma vez que os usuários interagiram com o sistema de uma forma lúdica e descontraída, e expressaram essa postura em suas entrevistas.

A respeito do tempo de aprendizagem e adaptação ao sistema, foi possível concluir que o repertório prévio de cada usuário tem um impacto direto. Os dois grupos tiveram respostas quase que opostas, sendo que o grupo da área da saúde apresentou muito mais dificuldades nas tarefas iniciais do que o grupo do design, e a recíproca também foi verdadeira, onde o grupo do design apresentou mais dificuldades nas atividades sobre o sistema esquelético, se comparado com o grupo da saúde.

No entanto, o grupo do design realizou as atividades no geral com menor dificuldade ao comparar com o grupo da saúde. E durante as entrevistas, todos os usuários da saúde atribuíram essa dificuldade inicial pela ausência de experiência prévia em ambientes RVI, jogos digitais e dispositivos como óculos VR e manetes (controles).

Assim, é possível concluir que, para atingir os critérios de jogos sérios apontados pelo modelo SGDA, deve-se dar mais ênfase no momento inicial do sistema, criando tarefas guiadas para que o usuário se habitue com o ambiente virtual e se acostume com os controles.

No entanto, a fim de evitar um tédio excessivo para os usuários com mais experiência, e mantendo-os no fluxo de jogo (ZIMMERMAN; SALEN, 2004), essas atividades iniciais devem ser projetadas a serem opcionais, sendo

da escolha de cada usuário passar por uma etapa de aprendizado e ambientação básicos, ou ir direto para as atividades a qual o jogo sério se propõe, ignorando esse aprendizado básico. Dessa forma, o sistema estaria preparado para os dois grupos possíveis de usuários: aqueles sem nenhuma experiência com sistemas RVI e jogos, e os com experiência prévia.

Para a construção do design e a implementação do protótipo *Caixa de Ossos RVI*, esse trabalho exigiu um estudo multidisciplinar, envolvendo diversas áreas distintas para apresentar as soluções exigidas pela problemática da pesquisa. Assim, recomenda-se estudos posteriores com ênfase em outras áreas, com visões diferentes, como na pedagogia e na anatomia, para enriquecer o debate e inserir novos conceitos. Também pode-se realizar estudos mais profundos sobre o comportamento humano no uso do sistema RVI e seu possível risco à saúde.

A pergunta desta pesquisa foi “Como adaptar um jogo sério para uma versão em realidade virtual imersiva sem perder os aspectos lúdicos e de aprendizado?”. E, considerando os resultados obtidos, afirma-se que para atingir tal objetivo, é preciso que o designer esteja preparado para executar um trabalho multidisciplinar e que considere diferentes fatores no projeto: as propriedades de um ambiente virtual (MURRAY, 2003) para explorá-los adequadamente no mundo virtual; os conceitos de curva de aprendizagem e fluxo de jogo (ROUSE III, 2005; ZIMMERMAN; SALEN, 2004) para preservar o aspecto lúdico e fazer com que o usuário se ambiente na realidade virtual imersiva sem se frustrar ou se entediar; e observar o modelo SGDA para jogos sérios (MITGUTSCH; ALVARADO, 2012), que integra todos os elementos de uma forma coesa e apresente o jogo sério como um sistema

coerente, capaz de proporcionar uma experiência lúdica em uma ferramenta de aprendizado.

Os Apêndices A e B apresentam os GDD das duas versões do jogo sério Caixa de Ossos e *Caixa de Ossos* RVI, respectivamente, para futuras pesquisas sobre os tópicos presentes neste trabalho. O Apêndice C apresenta o conteúdo das entrevistas dos usuários na íntegra, para conferência em detalhes. E o Apêndice D apresenta o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” que todos os usuários assinaram voluntariamente para participar desta pesquisa.

Enquanto contribuição científica, espera-se que esta dissertação acrescente conhecimento ao campo de design com foco em mídia, principalmente sobre jogos sérios e realidade virtual imersiva. Por se tratar de uma tecnologia recente, há muitas perguntas a serem respondidas sobre seu conceito, seu uso e outros aspectos, e é papel do designer questionar, observar e encontrar respostas.

À partir deste trabalho é possível desenvolver futuras pesquisas sobre o uso de realidade virtual imersiva e jogos sérios e educativos, como medir quais fatores interferem no risco da saúde do usuário, ou quais os elementos de design que são melhor explorados em RVI e quais não são, e assim por diante.

REFERÊNCIAS

- ANNETTA L.; BRONACK S. *Serious Educational Game Assessment: Practical Methods and Models for Educational Games, Simulations and Virtual Worlds*. Nova York: Springer, 2011.
- BATES, B. *Game Design*. 2. ed. Boston: Cengage Learning, 2004.
- BISOLO, L. R.; BUGHI, Carlos Henrique. **Um Ambiente Virtual Interativo em 3D para o Projeto Tamar-ICMBio/Praia do Forte**. Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí, p. 82. 2010.
- BURDEA, G.; COIFFET, P. *Virtual reality technology*. 2nd. ed. New Jersey: Hoboken, 2003.
- CHANDLER, Maxwell Heather. **Manual de Produção de Jogos Digitais**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- CHOW, Ching Y. et al. *Can games change children's eating behavior? A review of gamification and serious games*. **Food Quality and Preference**, vol. 80, 103823, 2020. DOI: 10.106/j.foodqual.2019.103823
- COSMA, Georgina; *et al.* Co-design a prostate cancer serious game for African Caribbean men. *In: 2015 INTERNATIONAL Conference on Interactive Technologies and Games* (p. 71-75). Nottingham, UK: IEEE, 2015. DOI 10.1109/iTAG.2015.20.
- CROOKALL, David. *Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline*. **Simulation and Gaming**, v. 41, n. 6, p 898-920, 2010. DOI 10.1177/1046878110390784.
- ESA: Entertainment Software Association. Disponível em: <http://www.theesa.com/>. Acesso em: 03 mar. 2021.
- FARNSWORTH, B. **Measuring the Power of Virtual Reality Immersion [A Case Study]**, 2017. Disponível em: <https://imotions.com/blog/measuring-virtual-reality-immersion-case-study/>. Acesso em: 06 de março de 2018.

FRASCA, Gonzalo. ***Play the Message: Play, Game and Videogame Rhetoric.*** Orientador: Espen Aarseth. 2007. Dissertação de Ph.D. IT Universidade de Copenhagen. Dinamarca, 2007.

FULLERTON, Tracy. ***Game Design Workshop: A playcentric approach to creating innovative games.*** Elsevier: Morgan Kaufman, 2008.

GEE, James Paul. ***What video games have to teach us about learning and literacy.*** New York: MacMillan, 2004.

GEERS, David et al. *Using the SGDA Framework to Design and Evaluate Research Games.* ***Simulation and Gaming***, v. 50, 1-30, p. 272-301, 2018. DOI 10.1177/1046878118808826.

GIL, Antonio Carlos. ***Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.*** 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

GONÇALVES, Jeferson. **Indústria de games faturou US\$ 91 bilhões em 2016.** Disponível em: <https://olhardigital.com.br/games-e-consoles/noticia/industria-de-games-faturou-us-91-bilhoes-em-2016/64846>. Acesso em: 24 abr. 2018.

GORBANEV, Iouri et al. *A systematic review of serious games in medical education; quality of evidence and pedagogical strategy.* ***Medical Education Online***, [s. 1], v. 23, n. 1, p. 1438718, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10872981.2018.1438718>. Acesso em: 10 out. 2020.

GOUVEIA, Patrícia. ***Gaming and VR Technologies, Powers and Discontents.*** Largo da Academia Nacional de Belas-Artes. Lisboa: 2016.

GREEN, C. S.; BAVELIER, D. *Action video game modifies visual selective attention.* ***Nature***, v. 423 p. 534-537, 2003.

GUERRA, Ana Rita. **Mercado de realidade virtual vai crescer 84,5% ao ano até 2020.** 2016. Disponível em: <http://www.bitmag.com.br/2016/03/mercado-de-realidade-virtual-vai-crescer-845-ao-ano-ate-2020/>. Acesso em 25 abr. 2018.

GUTIÉRREZ, M. A.; VEXO, F.; THALMANN, D. *Stepping into Virtual Reality*. Londres: Springer, 2008.

INTEL. *50 Years of Moore's Law*, 2015. Disponível em: <http://www.intel.com/content/www/us/en/silicon-innovations/moores-law-technology.html>. Acesso em: 31 ago. 2018.

KARLE, J. W.; WATTER, S.; SHEDDEN, J. M. *Task switching in video game players: Benefits of selective attention but resistance to proactive interference*. *Acta Psychologica*, v. 134, n. 1, p. 70-78, 2010.

KEITH, Clinton. *Agile Game Development With Scrum*. Addison-Wesley, 2010.

KENT, Steven L. *The Ultimate History of Video Games*. Roseville, California: Prima Publishing, 2001.

KOSTER, Raph. *A Theory of Fun*. Scottsdale, A. Z: Paragliyph Press, 2005.

LAVALLE, Steven M. *Virtual Reality*. Cambridge University Press. 2017. Disponível em: <http://lavallo.pl/vr/>. Acesso em 20 de jul. 2020.

LEE, Hyeoi-yun; KIM, Jeongeun. *The Effects of Nursing Interventions Utilizing Serious Games That Promote Health Activities on the Health Behaviors of Seniors*. *Games for Health Journal*, v. 4, n. 3, 2015. DOI: 10.1089/g4h.2014.0124.

LIU, Sanya; DING, Wan. *An Approach to Evaluation Component Design in Building Serious Game*. *Edutainment*, 2009.

MARTEL, Erin; MULDNER, Kasia. *Controlling VR games: control schemes and the player experience*. *Entertainment Computing*, v. 21, p. 19-31, 2017. ISSN: 1875-9521.

MILES, Matthew B.; HUBERMAN, A. Michael. *Qualitative Data Analysis*, second edition. Thousand Oaks, California: Sage Publications Inc., 1994.

MITGUTSCH, Konstantin; ALVARADO, Narda. *Purposeful by design?: a serious game design assessment framework*. In: *PROCEEDING of the International Conference on the Foundations of Digital Games*. ACM, Nova York, NY, USA, p. 121-128, 2012.

MURRAY, Janet H. ***Hamlet no Holodeck – o futuro da narrativa no ciberespaço***. São Paulo, Itaú Cultural, Unesp, 2003.

MURRAY, Janet H. ***Inventing the Medium – principles of interaction design as a cultural practice***. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2012.

PETRY, A. S. Jogos digitais e aprendizagem: algumas evidências de pesquisas. In: ALVES, L.; COUTINHO, I. J. (orgs.). **Jogos digitais e aprendizagem: fundamentos para uma prática baseada em evidências**. Campinas: Papyrus Editora, 2016.

PRIM, Gabriel de Souza. **Procedimentos de Digitalização de Ossos Humanos para Aplicativos de Ensino em Anatomia**. 2020. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2020.

RIFT. ***Jogos em VR para Computador***. Disponível em: <https://www.oculus.com/rift-s/> Acesso em: 10/04/2021

ROBINSON, P. ***Designing games for Virtual Reality: A Valiant Example***. Disponível em: http://www.museumofgaming.org.uk/papers/games_design_for_virtual_reality.pdf. Acesso em: 02 jul. 2018.

ROSS, Adam M.; FITZGERALD, Matthew E.; RHODES, Donna H. *Game-based Learning for Systems Engineering Concepts*. ***Procedia Computer Science***, v. 28, p. 430-440. DOI 10.1016/j.procs.2014.03.053.

ROMERO, Margarida; USART, Mireia; OTT, Michela. *Can serious games contribute to developing and sustaining 21st century skills?* ***Games and Culture***, v. 10, n2, p. 148-177. 2015. DOI 10.1177/1555412014548919.

ROUSE III, Richard. ***Game Design: Theory & Practice***. 2nd edition. Texas: Wordware Publishing, 2005.

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

SCHELL, J. **The Art of Game Design: A Book of Lenses**. Burlington, MA: Morgan Kaufmann Publishers, 2008.

SHI, Aili; WANG, Yamin; DING, Nan. *The effect of game-based immersive virtual reality learning environment on learning outcomes: designing an intrinsic integrated educational game for pre-class learning*. **Interactive Learning Environments**, vol 28, n. 7, p. 1681467, 2019. DOI: 10.1080/10494820.2019.1681467.

STEUER, J. **Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence**. San Francisco: SRCT, 1992. p. 73-93.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Porto Alegre: Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, 2006.

VIVE. **Vive Pro Starter Kit**. Disponível em: <https://www.vive.com/eu/product/vive-pro-starter-kit/>. Acesso em: 25 out. 2020.

WESTERA, W. et al. *Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity*. **Journal of Computer Assisted Learning**, [s. 1], v 24, n. 5, p. 420-432, 2008. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2729.2008.00279.x>. Acesso em: 10 out. 2020.

WINN, B. **Design, play, and experience: A framework for the design of serious games for learning**. Handbook of Research on Effective Electronic Gaming in Education, p. 1010-1024, 2007.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by Design**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2011.

ZIMMERMAN, E.; SALEN, K. **Rules of Play: Game Design Fundamentals**. Massachusetts: MIT Press, 2004.

APÊNDICE A – Documento de Design de Jogo Caixa de Ossos

1. Geral

Caixa de Ossos é um game educacional voltado para alunos de Biologia, Fisioterapia e Medicina, com o objetivo de complementar o laboratório de estudos em anatomia: o anatômico. Focado no estudo da anatomia óssea, o game busca estimular a capacidade do aluno de identificar os ossos e seus respectivos acidentes ósseos, assim como sua posição no corpo humano. Como diferenciais, além de fácil didática e um modo de atividades que acompanha a evolução do usuário, todos os ossos apresentados no aplicativo são imagens tridimensionais escaneadas de ossos reais de um esqueleto humano.

Possui dois modos que serão descritos no decorrer deste documento: Atlas 3D e Atividades. O Atlas 3D é o compêndio com a coleção de todos os ossos do esqueleto humano, dividido nas regiões do corpo. Além da nomenclatura, cada osso possui suas informações gerais e a localização de cada acidente ósseo, apontado e nomeado na própria imagem 3D.

O modo de Atividades é uma série de mini-games voltados para o aprendizado, com tarefas de associação, identificação, nomenclatura e posicionamento dos ossos. As tarefas são divididas em módulos básico, intermediário e avançando, e o usuário pode acompanhar sua performance ao percorrer os módulos.

O jogo será desenvolvido para as plataformas de computadores pessoais, tablets e smartphones. Será disponibilizado em 4 idiomas: português (Br), inglês, alemão e espanhol.

Gênero: aplicativo de anatomia humana; game educativo.

Descritivo: aplicativo com imagens tridimensionais escaneadas de ossos reais do esqueleto humano.

Plataforma: *pc windows e tablets/smartphones.*

Público-alvo: estudantes de cursos das áreas biológicas em geral.

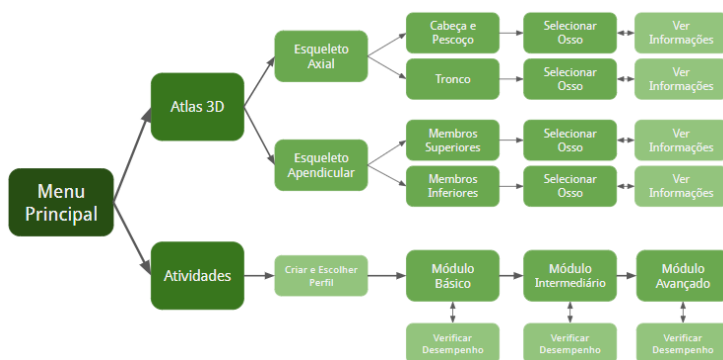
Modelo: aquisição de licença de uso de software.

2. *Gameplay*

Caixa de Ossos é basicamente dividido em duas principais funções: o Modo de Atlas 3D e o Modo de Atividades. É possível acessar as duas pelo menu principal do aplicativo. A figura A1 apresenta o fluxograma das funcionalidades do Caixa de Ossos.

A forma de controle do Caixa de Ossos é simples, não exigindo tutoriais. Os comandos são padrões de uso do computador, como acesso a botões, arrastar e soltar do mouse, uso da roda central para aproximação e recuo de câmera. O aplicativo é totalmente orientado pela sua interface, apresentando ‘*tooltips*’ quando necessário para orientação.

Figura A1: Fluxograma do jogo.



Fonte: elaborado do autor (2019).

Os modos de Atlas 3D e de Atividades formam experiências totalmente diferentes. O Atlas 3D é a maneira de fazer uma pesquisa orientada ao esqueleto humano, ao passo que as Atividades se referem ao modo do usuário praticar, por meio de exercícios e verificação de desempenho, o aprendizado de reconhecimento dos ossos, seus nomes e posicionamento.

O Atlas 3D está totalmente disponível desde o primeiro acesso. As Atividades, por outro lado, seguem uma linearidade de acordo com o progresso individual do usuário. Por isso, é necessário a criação de um Perfil, e o Caixa de Ossos permitirá múltiplos perfis de usuários, cada um com seu próprio status de progressão de Atividades. Conforme percorre os módulos - Básico, Intermediário e Avançado - o usuário irá avançando nas atividades e desbloqueando conteúdo adicional, com novas atividades; e pode acompanhar seu desempenho geral a todo momento.

Figura A2: Tela de Seleção de Osso.

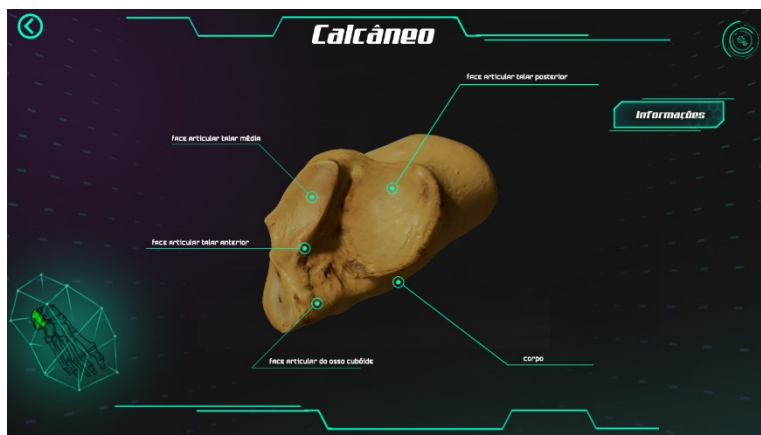


Fonte: elaborado do autor (2019).

A tela de seleção de osso, segundo a figura A2, é dividida por regiões do corpo humano: cabeça, tronco, membros superiores e membros inferiores. Ao

escolher uma das regiões o usuário pode, a partir do esqueleto da região óssea, escolher o osso. Clicando no osso escolhido ele será redirecionado para a Tela do Osso. De modo a facilitar a seleção, a tela possui dois botões para ‘zoom in’ e ‘zoom out’.

Figura A3: Tela do Osso

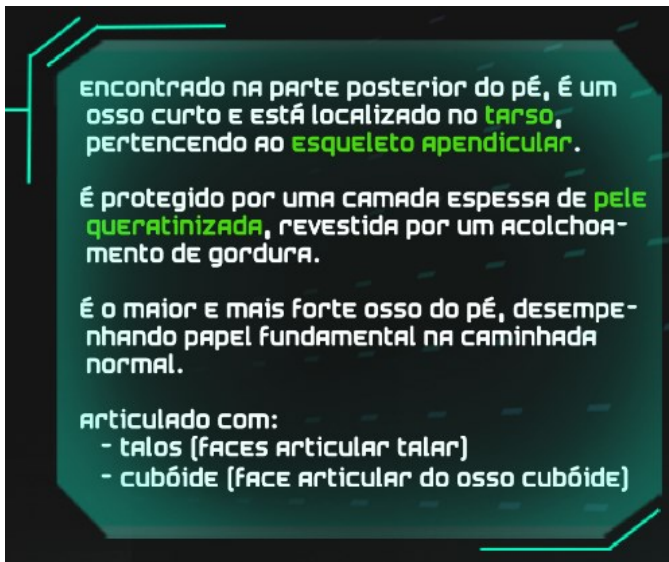


Fonte: elaborado pelo autor (2019).

A figura A3 mostra, em detalhes, o osso selecionado.

- No canto inferior esquerdo há um mapa esquemático apresentando o osso posicionado na região a qual ele pertence.
- Posicionado sobre o osso há a indicação dos acidentes ósseos, com o nome e localização correta de cada um.
- O usuário pode rotacionar o osso livremente com o uso do mouse (clique e arrastar).
- À direita do osso há um botão de ‘Informações’, apresentado na Figura A4, que abre uma caixa de texto com informações adicionais sobre o osso, seguindo a bibliografia que o aplicativo utiliza.

Figura A4: Informações do osso.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Cada osso no Atlas 3D contém os seguintes componentes:

- Nome;
- Posição e classificação óssea;
- Informações gerais;
- Imagem 3D interativa;
- Posicionamento e nome de cada acidente ósseo;
- Posição correta no esqueleto humano (visão esquemática);

Quadro A1: Organização do esqueleto humano no Atlas 3D.

Axial	
Cabeça e Pescoço	Crânio
	Mandíbula
	Vértebras Cervicais
Tronco	Coluna Vertebral: - Vértebras Torácicas - Vértebras Lombares - Osso Sacro - Osso Coccígeo - Osso Ilíaco
	Costelas
	Externo
	Arcabouço Ósseo do Abdome
Apendicular	
Membros Superiores	Escápula
	Clavícula
	Úmero
	Rádio
	Ulna
	Ossos do Carpo
	Ossos do Metacarpo
	Ossos dos Dedos
Membros Inferiores	Ossos do Quadril
	Fêmur
	Patela
	Tíbia
	Fíbula
	Ossos do Tarso
	Ossos do Metatarso
Ossos dos Dedos	

Fonte: elaborado pelo autor.

Atividades

Além do Atlas 3D, o usuário pode praticar seu conhecimento sobre o esqueleto humano no modo de atividades, que consiste na prática de exercícios, ordenados por conteúdo e grau de dificuldade. As atividades focam no aprendizado de reconhecimento do osso, nomenclatura, posicionamento e acidente ósseo. O Caixa de Ossos possui as seguintes atividades:

Atividade pré-básica.

Identificar o osso pelo nome: Dentre quatro imagens de ossos diferentes, o usuário deve escolher aquela que corresponde ao nome apresentado.

Nomear osso pela imagem: A imagem de um osso é apresentada, e o usuário deve escolher o nome correto dentre as opções.

Atividade básica.

Classificação do osso: Com a imagem, o usuário deve escolher o nome do tipo do osso dentre quatro opções disponíveis.

Classificação e nomenclatura: Com o nome, o usuário deve escolher o osso correspondente dentre quatro ossos possíveis, como na figura A5.

Figura A5: Atividade de escolha de tipo de osso.



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Atividade avançada.

Identificar o acidente ósseo pelo nome: Com o nome, o usuário deve escolher uma das quatro posições no osso para apontar corretamente qual acidente ósseo se refere.

Nomear o acidente ósseo pela localização: Pela localização apontada na imagem do osso, o usuário deve escolher o nome correto do acidente ósseo dentre as opções.

Diferenciar ossos semelhantes: Alguns ossos são apresentados, junto com nomes. O usuário deve fazer a associação correta entre os nomes e os ossos.

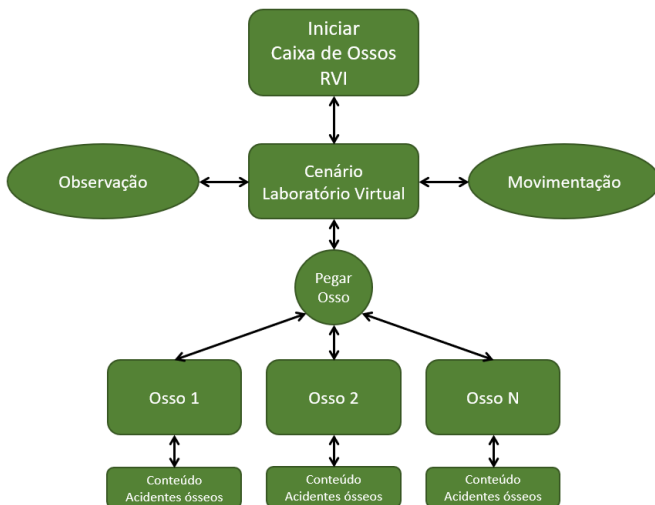
Posicionar osso no esqueleto parcial: Com uma pequena parte do esqueleto já montada, o usuário deve montar os ossos restantes na posição correta.

APÊNDICE B – Documento de Design de Jogo: Caixa de Ossos RVI, versão protótipo

Caixa de Ossos RVI é um jogo educativo que serve como uma ferramenta auxiliar de aprendizado sobre o sistema esquelético da anatomia humana. Por meio da tecnologia de realidade virtual imersiva, o usuário poderá interagir com imagens 3D de ossos escaneados em alta precisão, e observar suas características: tamanho, volume, detalhes visuais e acidentes ósseos.

Como jogar: ao usar os óculos 3D, o usuário irá se encontrar em um laboratório virtual. O laboratório possui ossos humanos sobre caixas, e o usuário pode interagir com os ossos. A Figura B1 apresenta as funcionalidades por meio de um fluxograma.

Figura B1: Fluxograma do Caixa de Ossos RVI protótipo.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Ações e Comandos

Observação do cenário: segundo a figura B2, o usuário pode observar todo o cenário livremente, em 360o graus, apenas por movimentar sua cabeça na direção desejada.

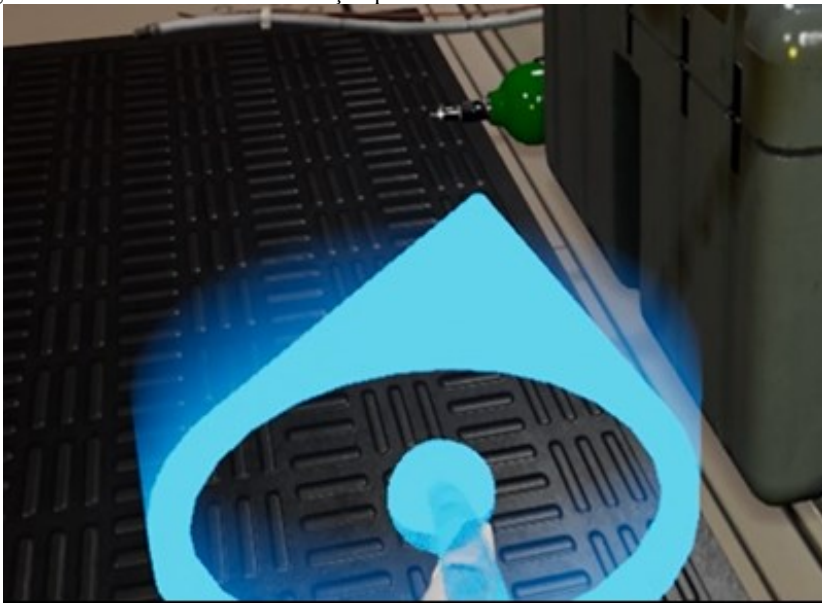
Figura B2: Observação pelo cenário.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Movimentação: a movimentação ocorre com o uso do controle, por pressionar e segurar o botão superior, apontar o local desejado e soltar o botão. Ao soltar o botão, o personagem é transportado para a coordenada apontada, indicada no cenário por meio de uma projeção da meta em azul, segundo a figura B3.

Figura B3: Indicador de movimentação pelo cenário.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Segurar ossos: o usuário deve direcionar o controle até a coordenada onde está o osso. Quando a mão estiver dentro da área de colisão do osso, o controle irá emitir uma leve vibração sensorial. Então o usuário deve pressionar o gatilho, apresentado na Figura B4, e assim irá segurar o osso. Para soltar o osso basta soltar o gatilho. O osso então irá cair da mão. É possível, com dois controles, segurar dois ossos simultaneamente, um em cada mão.

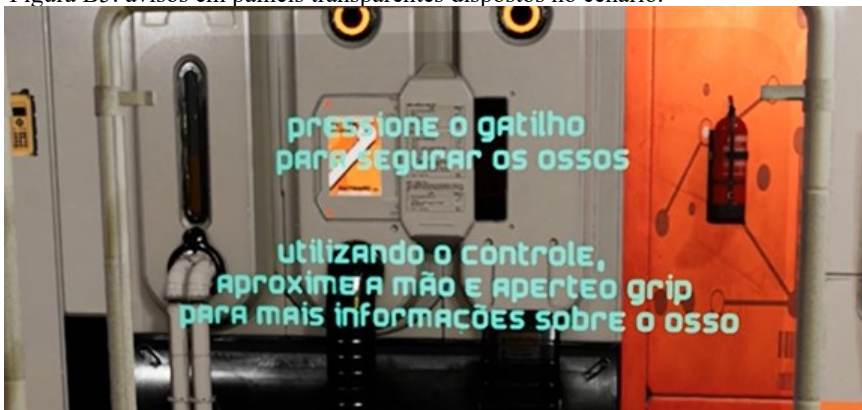
Figura B4: o controle, também chamado de manete, e os comandos do jogo.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Interface: não há telas especiais com informações além das encontradas no cenário e nos objetos do jogo. As únicas informações são as instruções de como pegar o osso, e a nomenclatura dos ossos e seus acidentes ósseos. A figura B5 apresenta as mensagens dispostas em forma de painéis transparentes, posicionados no cenário do jogo.

Figura B5: avisos em painéis transparentes dispostos no cenário.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Conteúdo

Para a versão protótipo, foram escolhidos 3 ossos do esqueleto humano. O fêmur, o osso do quadril e a patela. Os acidentes ósseos foram posicionados nos ossos em suas respectivas coordenadas, respeitando a nomenclatura.

- **Fêmur** (Figura B6): Cabeça do fêmur, Fóvea da cabeça do fêmur, Colo do fêmur, Trocanter maior, Fossa trocantérica, Trocanter menor, Crista intertrocantérica, Corpo do fêmur, Face patelar, Face poplítea, Côndilo lateral, Côndilo medial, Fossa intercondilar.

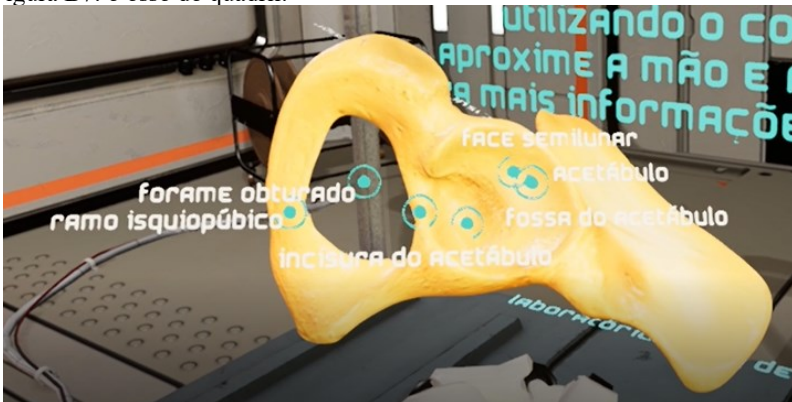
Figura B6: o osso do fêmur.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

- **Osso do Quadril** (Figura B7): Forame obturado, Ramo isquiopúbico, Face semilunar, Acetábulo, Fossa do acetábulo, Incisura do acetábulo.

Figura B7: o osso do quadril.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

- **Patela** (Figura B8): Base, Face anterior, Ápice, Face articular

Figura B8: o osso da patela.



Fonte: elaborado pelo autor.

APÊNDICE C – Transcrição das Entrevistas

1. Transcrição do Usuário 01.

Pesquisador: O que você achou a experiência?

Usuário 01: Eu achei excelente, principalmente por ser um meio imersivo, o indivíduo está no laboratório e tem a chance de literalmente pegar um osso na mão, uma realidade muito semelhante com o osso real que era um dos objetivos, que era fazer um virtual igual ao real. Eu acho que isso foi alcançado. Justamente isso seria uma ferramenta de ensino atual dos meios pedagógicos que temos no mundo e seria muito bom se pudesse ser implantado na UFSC aqui em nosso departamento, principalmente para o estudo da medicina, que é o que estuda os ossos com mais detalhes, o que chamamos de acidentes ósseos. Achei que o osso está muito semelhante ao real e os acidentes muito perfeitos, a coloração do osso também que está perfeita.

Pesquisador: Sentiu algum desconforto?

Usuário 01: Não, desconforto nenhum, o que faltou para mim talvez pela minha idade foi a habilidade de manusear um controle. Mas nada que eu acho que um treinamento de uns 15 min eu poderia dominar o controle, mas em relação ao meio virtual desconforto nenhum, ao contrário, fiquei encantada.

Pesquisador: Em relação ao conteúdo propriamente dito, ao espaço, ao cenário, você pode explicar um pouco sua experiência em navegar, entender o que estava acontecendo?

Usuário 01: O entendimento eu achei simples, achei muito real. Só acho que se fosse um laboratório de medicina no caso, na área da saúde, podia ter a aparência com nosso laboratório de anatomia. Gostei do laboratório, mas poderia alterar a aparência, mas o meio em si não causa desconforto nenhum, achei agradável. A leitura fácil das instruções, de fácil entendimento. A dificuldade que eu tive foi com a ferramenta do uso em si.

Pesquisador: Aí entra a outra pergunta, foi a interação, o seu controle com o ambiente, se eu entendi bem era mais em relação com o domínio da ferramenta, entender o que podia fazer ou o que não podia?

Usuário 01: A ferramenta em si eu adorei. Acredito que com mais uns 15 minutos de experiência ali eu já dominaria. Ela não é difícil de usar. Eu

achei que ela é simples. Eu que talvez assim desprevenida e por não uso muitos games. Não costumo jogar, não tenho familiaridade. Mas achei fácil e mais um tempo estarei dominando esse ferramental.

Pesquisador: E com respeito as regras de uso daquele mundo, como que era acessar o osso, acessar a informação do osso, o que você tem a dizer?

Usuário 01: Achei fácil, prático, útil, fácil de usar.

Pesquisador: Não teve muito segredo, a intuitividade te guiou?

Usuário 01: Sim, muito intuitivo. Até a gravidade, o osso se soltar ele cai no chão. Achei a experiência interessante, curiosa, fiquei feliz em participar e que esse projeto esteja envolvido aqui.

Pesquisador: Sobre o conteúdo. Em relação aos ossos, a qualidade visual, em relação às perguntas que foram feitas, vi que você não precisou nem ler, já sabia pelo osso. Mas o osso permitiu?

Usuário 01: Sim, mesmo eu saber por experiência onde ficava determinado acidente ósseo, eu lia pra saber se a setinha estava ali mesmo. Então achei que estava de um tamanho bom, inclusive eu estava sem óculos e eu consegui ler as letras. Estava em um tamanho bom, por ser branco também, a cor da letra branco achei que ficou bom porque o meio é colorido, preto eu não achei que ficarei. A coloração, o tamanho, achei tudo bom.

Pesquisador: Alguma conclusão sobre a experiência em si?

Usuário 01: Achei excelente e gostaria que fosse implantado no departamento da Universidade Federal de Santa Catarina.

2. Transcrição do Usuário 02.

Pesquisador: Gostaria que você primeiro dissesse pra mim quais foram suas impressões gerais:

Usuário 02: Achei muito interessante, é um jogo que ao mesmo tempo a gente está ali aprendendo, e toda aquela tecnologia ali eu achei um barato assim, brincar com aquilo ali, muito bacana.

Pesquisador: Como está se sentindo fisicamente, sentiu algum enjoo, agora ou durante?

Usuário 02: Não, acho que o interessante é tão grande ali de estar brincando com o negócio que tu esqueces de qualquer coisa.

Pesquisador: Falando especificamente sobre o teste em si, o conteúdo. Sobre o cenário, espacialmente, quais suas impressões sobre não só o visual do cenário, mas o seu entendimento em relação ao espaço que você tinha para jogar?

Usuário 02: Não esperava nada daquilo, tudo muito sinalizado, tudo muito organizado. Mesmo assim o que diz o tema, Caixa de Ossos, estava com a caixa, os ossinhos em cima, muito bem-feitinho, gostei bastante.

Pesquisador: Em relação com a interação, a forma como você interagiu com o ambiente, em outras palavras, como você jogou, quais suas impressões?

Usuário 02: Lógico que como não estou acostumada a jogar, nunca joguei, não gosto de videogame, tive um pouco de dificuldade, tivesse que me ensinar, mas acho que com um tempinho fui me habituando e pude tirar de letra.

Pesquisador: Mas a dificuldade foi em entender o que estava fazendo ou entender como operar a ferramenta?

Usuário 02: Em como operar a ferramenta no início.

Pesquisador: Ou seja, como usar a ferramenta para fazer o que você queria.

Usuário 02: Sim, solta o dedo, coloca o dedo, larga o dedo. A gente não está vendo, é espacial o negócio. Tem uma questão de coordenação motora, eu não tenho uma coordenação tão boa porque eu não estou acostumada.

Pesquisador: E em relação a entender o que você precisava fazer, uma vez que você entendeu como que usava a ferramenta?

Usuário 02: Aí foi fácil, ficar girando o osso, procurando as estruturas que tu me pedias, beleza, colocar o osso na posição.

Pesquisador: Em relação a entender essas mecânicas, como que movia e pegava o osso, o que achou?

Usuário 02: Então aquele negócio, se deixasse o osso cair tinha que começar tudo de novo, então no início foi complicado, daí vira pro outro lado, começa de novo. Mas depois vai pegando o jeitinho de apertar a tecla certa, vai mover a mão, aproximar a caixa, depois que consegue aprender é fácil.

Pesquisador: Os procedimentos, não da parte da ferramenta, mas da parte de entender o que precisava fazer, achou difícil, ou intuitivo?

Usuário 02: Sem dúvida, era só pegar o jeitinho e depois vai.

Pesquisador: Igual rotacionar um osso?

Usuário 02: Sim, procurar o acetábulo, colocar o osso na posição.

Pesquisador: Falando sobre o conteúdo dos ossos, a qualidade da imagem, o posicionamento dos acidentes ósseos, o que pode dizer?

Usuário 02: Bem certinho. No começo estava um pouquinho distante das imagens, me confundi um pouco, mas depois que aprendi a me aproximar das imagens, que eu consegui ver melhor, aí foi mais fácil de identificar a lógica, as estruturas. O osso do quadril bem fácil, e os outros se aproximando a gente já entende qual que é o osso, a localizar as estruturas.

Pesquisador: Em relação das atividades, em relação a facilidade ou dificuldade, como foi resolver conforme eu podia?

R: A gente aprender a imagem ali espacial que tu tens que ficar girando pra procurar as estruturas que tu me pedistes, mas posicionando o osso como se deve, no corpo, tem que ficar procurando, porque de repente a palavra estava mais pra trás, mais pra frente, então tem que aprender a procurar.

Pesquisador: Teve uma situação interessante, eu pedi para você procurar o ramo esqueopúbico, do osso do quadril, que você se orientou pelo osso em si, você posicionou ele, como é que foi?

Usuário 02: A gente sabe que o acetábulo é para fora, onde a cabeça do fêmur se encaixa e o osso do púbis é o osso da pélvis, então procurando o ramo, deixando pra baixo.

Pesquisador: Você não foi pelo que estava escrito no osso.

Usuário 02: Não, eu primeiro procurava posicionar o osso pra depois se eu não saber exatamente onde estava a estrutura, então eu ia lendo para conferir e até ver o pontinho para ver se estava bem certinho na posição onde eu falei.

Pesquisador: Enquanto uma ferramenta de estudo e aprendizado, o que você sentiu nessa prática?

Usuário 02: Achei muito bacana, o pessoal vai gostar, porque tu está brincando e ao mesmo tempo está aprendendo. A partir do momento em que tu

procura, tu gasta tempo pra ficar procurando, tu já está aprendendo, é uma construção, então tu vai acostumando o teu cérebro com aquela imagem e já vai gravando, é como dirigir, se está sempre como co-piloto, tu nunca vai aprender o caminho, mas se está como motorista. É uma comparação que parece que não tem nada a ver, mas o cérebro está sempre aprendendo. E a gente tem que acostumar com aquela imagem e ao mesmo tempo parece que a gente vai fotografando aquilo ali.

Pesquisador: Isso que você trouxe, é interessante traçar um paralelo em relação a jogos educativos, em sua versão digital que não é realidade virtual. Consegue traçar a diferença entre uma versão e outra?

Usuário 02: Sim, eu acho que o virtual tu tens mais interesse em ficar brincando e ao mesmo tempo está estudando. E quanto não é virtual de repente ficar só rotacionando o osso na tela, é mais entediante. No virtual é novidade, é uma brincadeira, achei muito interessante para estudar sim.

Pesquisador: Tens alguma conclusão final sobre o teste?

Usuário 02: Não esperava que ia ser assim, fiquei com receio de ter náuseas, já tive antes em filmes 3D. Mas isso não aconteceu de jeito nenhum, de forma nenhuma, foi além de minhas expectativas. Achei muito bonito o trabalho, adorei e vou falar pra todo mundo essa novidade que está rolando.

3. Transcrição Usuário 03

Pesquisador: Como está se sentindo fisicamente?

Usuário 03: Dá um pouco de dor de cabeça.

Pesquisador: Náusea, enjoo também?

Usuário 03: Dor de cabeça, dor no olho apenas.

Tipo vista cansada?

Usuário 03: Isso. Fora isso, tranquilo.

Pesquisador: Diga de forma geral o que achou da experiência.

Usuário 03: Achei bem legal, não sabia o que era, achei bem interessante a proposta.

Pesquisador: Vou fazer pergunta em relação a quatro aspectos da forma que você usou o aplicativo. Em relação a questão procedimental, as regras que existiam naquele ambiente para você interagir com os ossos, como que foi?

Usuário 03: Achei bem claro, bem explicado. Talvez dentro do cenário estava ok, mas depois de seu comentário de como é que pega nas manoplas ficou mais fácil de entender.

Pesquisador: Em relação ao mundo do cenário, ao ambiente, como foi a experiência? Fácil, média, difícil?

Foi bem legal, foi fácil

Pesquisador: Vamos detalhar um pouco mais, o que significa fácil pra você, quais foram suas expectativas e se elas foram correspondidas ou não.

Usuário 03: Não foi difícil entender qual era o propósito, porque próximo dos ossos tinha uma explicação, então não tinha dificuldade. Pra fazer o que deveria fazer foi bem tranquilo.

Pesquisador: Pra se entender onde você estava no ambiente, identificar os objetos do ambiente? Consegue explicar porque foi fácil se localizar e entender o que estava fazendo? Quer falar um pouco do que você fez ali?

Usuário 03: Eu passei pelo cenário, fui em cada local que tinha objetos, não cheguei a mexer neles pra ver se eles tinham alguma funcionalidade, porque meu objetivo ali era manejar o osso.

Pesquisador: Exceto a parte que eu expliquei pra você como usar a ferramenta física mesmo, os manetes e o óculos, você precisou de alguma explicação adicional dentro do cenário?

Usuário 03: Precizou só aquela que já estava explicada ali dentro do cenário, que era o que eu era pra fazer.

Pesquisador: E você teve realidade de realizar essa operação, como que foi manipular os ossos nessa simulação?

Usuário 03: Foi fácil, não tem muito a dizer sobre isso, foi como se eu tivesse segurando e virando ele.

Pesquisador: Então pode-se dizer como se fosse algo intuitivo?

Usuário 03: Foi intuitivo, pegar alguma coisa que eu desconheço e dar uma olhada nela geral. A mecânica do jogo fazia isso muito bem, próprio ato de virar o osso, conseguia virar o osso.

Pesquisador: Então os procedimentos que aconteciam naquele universo do aplicativo, você conseguiu entender, não precisou de nenhuma explicação, o que você esperava acontecia?

Usuário 03: Isso.

Pesquisador: Naquelas atividades que eu pedi que identificasse os acidentes ósseos, você teve alguma dificuldade?

Usuário 03: A minha dificuldade, que foi uma coisa que eu perguntei, foi a questão dos nomes. Que tem nomes iguais, quando tu falava o nome, tinha o nome, nomes iguais que eu digo é assim, tal nome com o complemento, ou só o tal nome. Então por isso que às vezes eu perguntava ‘é tal?’ Porque foi o primeiro que eu vi.

Pesquisador: Podemos assumir que isso é uma característica por uma questão das especificidades desse tipo de conteúdo, que varia de acordo com o repertório da pessoa.

Usuário 03: Sim, isso sim, não tem a ver com o jogo, tem a ver com o nome do osso mesmo e saber se existe se existe mais ossos com aquele complemento de nome, seria um conhecimento que eu não tenho porque não é da minha área.

Pesquisador: Em relação a identificar os acidentes ósseos e apontar cada acidente, manipulando o osso, como descreve essa ação que você fez?

Usuário 03: Foi interessante. Descrever o que?

Pesquisador: Se foi fácil, foi difícil. Você já disse que foi difícil em relação a nomenclatura. Mas em relação a manipulação do osso e identificar o osso em si?

Usuário 03: Não, isso não. Era como se fosse tateando, olhar ele inteiro, todas as formas pra tentar achar o que era. Eu não sei mais o que responder.

Pesquisador: Para terminar, você consegue explicar os benefícios, você conseguiria descrever algum tipo de vantagem de usar esse tipo de aplicativo em realidade virtual em relação a mesmo tipo, conteúdo mas não em realidade virtual? Consegue sentir alguma diferença?

Usuário 03: Pra mim é mais a questão até de acesso. No sentido de por exemplo, se for usar para dar aula ou treinamento, não precisa do osso físico,

que é difícil ter. Você vai conseguir expandir o conhecimento e ensinar sobre aquele assunto específico para mais pessoas.

Pesquisador: E em relação ao fato dele estar em realidade virtual?

Usuário 03: O legal é porque de alguma forma, parece que você está imersivo mesmo, parece que está pegando aquele osso. Seria diferente do que estar vendo só numa tela. Não parece que estou brincando, pegando naquilo que seria o treinamento normal, eu acredito. Quando estão na aula de anatomia deve pegar o osso, mexer, tocar. Aí com a realidade virtual, parece que você de fato estava fazendo isso, não só olhando ele na tela do computador, como seria por exemplo lendo o livro.

Pesquisador: Você disse brincando, por que você usou esse termo? O que te estimulou a ser uma brincadeira, o que te levou a sentir isso?

Usuário 03: Como não é da área de minha atuação, não é um conhecimento que eu tenho que aprender, não faz parte da área que eu atuo, qualquer tipo de conhecimento é uma brincadeira, não tenho essa necessidade de aprender, pra mim é só mais uma curiosidade.

Pesquisador: Mas você teria essa sensação se estivesse só vendo um livro? E se fosse na tela de um computador?

Usuário 03: No livro em si não. Se fosse como dessa forma, mais ou menos, pareceu que poderia ser uma brincadeira, parece um jogo de computador. No livro em si não. Pegando o osso em si não. Mas porque isso não seria uma coisa que eu faria. Não faz parte da minha realidade de ter que aprender, de ter que estudar isso.

Pesquisador: É correto se eu disser que o contexto ajudou para você ter essa visão lúdica?

Usuário 03: A sim, o contexto primeiro de ser algo que remete a um jogo, tipo o equipamento, tudo, foi feito para jogos inicialmente, acho, hoje talvez não. Tem muitos elementos de jogos. E não ser meu contexto de vida. É como se estivesse jogando um jogo de tiro, não sou policial, não faço isso na minha vida, então pra mim medicina é uma coisa do dia a dia para brincar, seria algo assim nesse sentido.

4. Transcrição Usuário 04.

Pesquisador: Como você está se sentindo fisicamente?

Usuário 04: Me sinto em perfeitas condições.

Pesquisador: Por favor, comente em linhas gerais como foi a experiência.

Usuário 04: A experiência foi muito interessante, bacana. A imersão é completa, qualquer ângulo que a gente olha a gente vê todo o ambiente, as instruções estão claras, a manipulação dos controladores para movimentação e para a pegada dos objetos é bastante simples, sem o mínimo de dificuldade, com imagens bastante boas, intuitivo, muito legal.

Pesquisador: Em relação às questões procedimentais, ou seja, as regras sobre o aplicativo, você sentiu alguma dificuldade? O que pode comentar em relação a isso?

Usuário 04: Nenhuma dificuldade, é bem mais simples do que jogar um videogame, por exemplo, que requer algumas instruções, as instruções neste caso são bastante básicas, simples. E como eu disse é bastante intuitivo uma vez que você tem contato com o primeiro objeto fica bastante simples de fazer todo o resto.

Pesquisador: Em relação a essa intuitividade, você consegue explicar um pouco mais por que é tão intuitivo assim, trazendo essa comparação que você teve, que é mais fácil até do que jogar um jogo de videogame.

Usuário 04: Em um jogo de videogame você normalmente tem um joystick, cada botão tem uma atribuição diferente, inclusive as direções, para olhar para o lado, olhar para o outro, movimentar para um lado ou para o outro, isso depende realmente do que você faz no joystick. Nesse caso, com os óculos, se eu quiser olhar para trás eu viro a cabeça, que é algo que eu faço já há mais de quarenta anos. Então a reprodução daquilo que nos é natural é muito mais aproximada do que por exemplo, usando o joystick, que eu preciso cada vez que for virar a cabeça, tenho que saber qual dos controladores eu faço essa função. No caso das mãos eu só preciso fechar, apertar o gatilho, e apertar o gatilho é praticamente o movimento de fechar a mão. Então cada vez que vou

pegar um objeto é como se eu tivesse fechando a mão e a mão virtual entende e fecha.

Pesquisador: Eu já ia perguntar um pouco sobre interatividade, que é como que você controlava suas ações no mundo, mas você explicou bem. Quer falar mais alguma coisa sobre isso?

Usuário 04: Creio que seja isso mesmo, até por se tratar de um ambiente tridimensional com a imersão, se fizer uma comparação até com jogos 2d, a gente não sabe quando é possível em qual direção, isso depende do aprendizado do jogo. Neste caso não, a gente está vendo o ambiente que é tridimensional, a gente vê claramente que ele é assim e consegue se movimentar facilmente, então essa parte de interatividade é muito próximo do que a gente vê no cotidiano.

Pesquisador: Em relação ao ambiente, não houve dificuldade alguma, muito pelo contrário né.

Usuário 04: Sim, o ambiente nos mostra claramente seus próprios espaços e fica bastante fácil saber para onde você tem que ir, de que forma. Mesmo na mudança entre as caixas que trazem os ossos, é como eu disse, é questão de virar a cabeça, localizar espacialmente e apontar o joystick para lá. Então não há absolutamente dificuldade nenhuma uma vez que o próprio ambiente nos induz em relação ao seu próprio funcionamento.

Pesquisador: E em relação as questões da interface do jogo, do aplicativo em si, como que foi a interação com a interface e o entendimento?

Usuário 04: Foi bastante simples, como cada osso está em uma caixa e as instruções ficam expostas para cada, e um ambiente que se mostra como fechado, então a gente imagina que não é uma questão de explorar todo o ambiente, mas de explorar os objetos ali expostos. E aí a movimentação fica bastante facilitada, bem como o uso do aplicativo como um todo.

Pesquisador: As atividades em si, os exercícios que eu passei pra você identificar os acidentes ósseos, como que foi essa experiência?

Usuário 04: Também foi bastante simples, como a nomenclatura salta aos olhos, de cada uma das partes e propriedades dos ossos, é uma questão só de aproximar realmente ao olho. Isso é uma atividade física, não só do ambiente virtual, ele reproduz aquilo que a gente faz. Então mesmo num osso

menor é bastante simples, porque eu posso trazer ele pertinho de mim, rotacionar e virar, e com as instruções saltadas na tela fica bem fácil de encontrar qualquer uma dessas propriedades. Seria bom se no mundo real fosse assim também, a localização seria bem mais fácil.

Pesquisador: Comparando o Caixa de Ossos em Realidade Virtual com o possível Caixa de Ossos que é só no computador, que não é realidade virtual, ou seja você iria fazer as mesmas atividades de manipular os ossos, na tela. Quais suas impressões em relação a experiência que foi na realidade virtual?

Usuário 04: Eu creio que a realidade virtual facilita por essa parte da gente usar a nossa intuição natural. No computador a gente aquela questão que eu havia comentado do videogame, ou seja: para fazer qualquer movimentação, eu teria que saber onde eu faço essa movimentação, se eu estou usando o teclado mesmo, se estou usando o mouse. O mouse tem no mínimo três botões, o esquerdo, o direito e a rodinha no meio. Então se eu quiser dar um zoom eu tenho que saber se está na rodinha, se for virar pra direita tenho que saber se estou virando o mouse. É muito mais simples virar a cabeça, não tenho a menor dúvida. Para pegar um objeto é muito mais simples eu apertar a mão e acionar o gatilho do que tentar descobrir qual dos botões do mouse ou do teclado que efetivamente vão fechar a mão. À medida que esse número de controles diminui para o número de controles que a gente tem na nossa vida cotidiana, fica bem mais fácil. Então não tenho a menor dúvida que em realidade virtual fica bem facilitada a navegação e interação com os objetos.

Pesquisador: Percebi também que no decorrer do experimento, você de certa forma brincou com os ossos, arremessou eles. Foi passada alguma instrução para que você fizesse?

Usuário 04: Não, eu perguntei se eu poderia fazer-lo. É claro que no mundo real eu jamais faria isso, seria um desrespeito com o provedor dos ossos. Mas sabendo que é um ambiente virtual não há dano ele meio que nos convida a explorar essas possibilidades. É bastante incrível porque reproduz o que faríamos no mundo real embora moralmente não faríamos.

Pesquisador: O ambiente todo ali do mundo virtual, da forma que ele está, a intuitividade, no uso, na presença espacial, esses elementos de certa forma contribuem para essa ludicidade?

Usuário 04: Certamente sim. Bom, aí depende um pouco do usuário. No meu caso eu já tinha um contato prévio com a realidade virtual, mas não é um contato tão aprofundado, que seja assim diariamente, que eu use isso. Então à medida que a gente entra nesse ambiente virtual, a ideia inicial é realmente explorar, entender como é que ele funciona e saber que ali é um ambiente que você pode se sentir seguro e realmente ter uma percepção diferente do que tipo de experiência que a gente teria no mundo real. Ele se torna realmente lúdico porque é um convite para explorarmos esse ambiente, saber como ele funciona e até testar seus limites como por exemplo jogar um objeto.

Pesquisador: Alguma consideração final?

Usuário 04: Realmente foi muito bacana, é uma ferramenta que tem um futuro incrível, certamente facilita demais o aprendizado. A gente sabe que nesse caso da Caixa de Ossos os ossos têm maneiras bastante tradicionais de ensino que embora não necessariamente sejam ruins, mas talvez nem sempre acompanhem as outras ferramentas que podem prover conhecimento. Então essa é uma forma bastante interessante porque ela é lúdica, ela é nova e ela apresenta alternativas de um aprendizado aprofundado, tridimensional, intuitivo, coisas que realmente convidam o usuário a aprender aquele conteúdo e depois aplicá-lo de uma forma bastante direta no mundo real uma vez que a semelhança entre o mundo real e o mundo virtual.

Pesquisador: Pode-se dizer então que é uma simulação?

Usuário 04: Sim é uma simulação extremamente fiel, então a gente consegue ver as propriedades dos ossos, tendo a completa convicção que se eu pegar o osso real eu vou encontrar as mesmas propriedades.

5. Transcrição Usuário 05.

Pesquisador: Como você está se sentindo fisicamente? Sentindo náuseas, enjoo, algum tipo de desconforto?

Usuário 05: Eu tô bem. Tô bem tranquila. Como foi rapidinho, não senti nada. Eu já usei o VR outras vezes e senti desconforto, mas não foi o caso.

Pesquisador: Você pode começar me descrevendo em linhas gerais como foi a sua experiência.

Usuário 05: Achei bem legal, achei bem bacana. Tem a questão da mão né, da parte da mão não ir pra cima do osso. Mas tá bem limpo, não limpo, tá fácil de entender o que está acontecendo ali, não sei explicar direito.

Pesquisador: Intuitivo?

Usuário 05: Isso, intuitivo é uma boa palavra. Uma coisa só que eu notei é que umas palavras que acabam sumindo dependendo da luminosidade da luz. Tem umas palavras que ficam bem em cima da luz e daí elas acabam sumindo. Talvez ter alguma maneira de diferenciar o osso

Pesquisador: Trabalhar um pouco no contraste?

Usuário 05: Sim, acho que é alguma coisa nesse sentido.

Pesquisador: Agora tem algumas perguntas, no que diz respeito no ambiente virtual propriamente dito. Na questão por exemplo, procedimental, ou seja, as mecânicas que regem o aplicativo. Você teve dificuldade de entender essas mecânicas?

Usuário 05: Não, foi bem tranquilo. Tava explicadinho e o VR foi bem intuitivo para agarrar o osso, ir pra cada lugar, foi bem tranquilo.

Pesquisador: Em relação a interação você já comentou do osso, mas assim, excluindo a questão de aprender a ferramenta - os manetes e o óculos, uma vez dentro do ambiente, você sentiu alguma dificuldade?

Usuário 05: Não, achei bem intuitivo.

Pesquisador: Em relação ao cenário, a parte espacial, como foi entender o cenário, entender você dentro do cenário e entender a relação entre dentro do cenário?

Usuário 05: Eu não sei, tive uma dificuldade em relação a locomoção. Eu fiquei apertando sem querer o botão, é automático pra mim mexer no polegar, quando eu via eu tava em outro lugar.

Pesquisador: Você quer dizer que a dificuldade está atrelada na sua manipulação da ferramenta física?

Usuário 05: Isso. Então não é nenhum problema com o jogo, eu que automaticamente ficava apertando.

Pesquisador: Mas você entendia quando isso acontecia?

Usuário 05: Sim, sim porque dava pra ver e tem a seta ali também que indica o lugar que você está indo. Teve uma hora que eu apertei sem querer e eu nem percebi que estava em outro lugar. Então talvez se tivesse uma vibração para ajudar a perceber.

Pesquisador: Um reforço de feedback?

Usuário 05: Isso, eu nem notei.

Pesquisador: E em relação do conteúdo, a parte enciclopédica do mundo virtual. Esse conteúdo não é de sua área de profissão. Você teve dificuldade de acessar o conteúdo? Na hora das atividades que eu pedi, como foi essa parte?

Usuário 05: Foi tranquilo, ver as partes dos ossos. Só a questão mesmo da diferenciação das palavras, porque eu achei que tinha algumas difíceis de identificar assim.

Pesquisador: Como que você resolveu esse problema?

Usuário 05: Eu fui lendo cada uma, aí fui girando o osso para tentar um contraste para cada palavra.

Pesquisador: E conseguiu fazer?

Usuário 05: Foi, mas não foi algo de primeira.

Pesquisador: Mas você mesma conseguiu achar a solução?

Usuário 05: Sim. Deu pra fazer o exercício.

Pesquisador: E como você chegou nessa solução, por que você pensou em fazer isso?

Usuário 05: Porque a palavra estava sumindo né, então a gente tentava girar para entender, para dar um contraste maior por causa da sombra.

Pesquisador: E isso foi coerente fazer? A execução que você fez, a resposta do que você pensou, aconteceu?

Usuário 05: Sim, sim. Aí eu consegui ler melhor a palavra. Só que quando você gira o osso, a palavra gira também. Não que ela fica menor, mas pode ficar ao contrário.

Pesquisador: E em relação a interface no geral, as instruções. Teve alguma dificuldade?

Usuário 05: Não, nenhuma.

Pesquisador: Comparando esse aplicativo com uma outra versão dele, mas no computador, sem realidade virtual, você consegue elencar diferenças, da experiência? O que você considera que a versão em realidade virtual tem de peculiaridades?

Usuário 05: Eu acho que a grande diferença do computador pra realidade virtual é esse contato ser mais vivo assim, parece que você está ali, você está pegando e você pode se aproximar, se afastar. No computador é uma coisa mais mecânica, não é tão natural assim. Acho que daria pra aprender no computador também, mas não é uma coisa mais natural do que a realidade virtual, que é mais intuitivo assim, do jeito de pegar, olhar.

Pesquisador: Você acha que essas características interferem no aprendizado de alguma forma?

Usuário 05: Eu acho que sim. Porque eu acho que você tem uma proximidade maior com aquele conteúdo. De certa forma é mais divertido, talvez isso ajude a absorver melhor o conteúdo.

Pesquisador: Posso dizer que existe um elemento lúdico ali então?

Usuário 05: Sim.

Pesquisador: Por que que você diz isso?

Usuário 05: Por causa desse contato, esse é o objetivo da realidade virtual, parecer que está dentro de uma realidade. Uma simulação, acho que isso ajuda a ter uma proximidade, fica mais natural. No computador você também talvez, poderia girar o osso, mas esse contato de você girar a mão e ver se deu jeito, acho bem positivo.

Pesquisador: Alguma consideração final?

Usuário 05: Só essa questão da luz no osso mesmo, com as palavras e o contraste. Acho que seria interessante ter mais ossos, ou montar o esqueleto. São ideias.

Pesquisador: Acho que incita a isso né. Poder manipular o osso te estimula a fazer mais coisas com ele...

Usuário 05: Exatamente. Pode estar ali, tirar, montar, acho que seria bem legal.

6. Transcrição Usuário 06.

Pesquisador: Primeira coisa que eu gostaria que você descrevesse é como você está se sentindo. Você está bem? Sentiu alguma náusea, tontura, dor nos olhos?

Usuário 06: Não, nada, nada, nenhum desconforto.

Pesquisador: Pode descrever de forma geral como foi sua experiência?

Usuário 06: Foi uma experiência inusitada para mim. Achei muito interessante, a gente sente como se tivesse na realidade, tem vontade de levantar, de pegar, muito próxima da realidade.

Pesquisador: Especificamente, agora vou fazer umas perguntas sobre o ambiente virtual. A questão procedimental, ou seja, as regras que regem aquele mundo virtual. Você teve dificuldade na interação desse mundo, na forma de entender o que precisava ser feito e como fazer?

Usuário 06: Não. Foi bem fácil. No final, até a manopla pra mim pareceu intuitivo os comandos de pegar, de manipular, de ir pra outro lugar, achei bem tranquilo.

Pesquisador: Bem legal que você usou a palavra ‘intuitivo’ porque realmente as instruções não eram complexas né, o que você achou?

Usuário 06: Não, bem fácil. Tu só tens dois comandos, que é abrir/fechar as mãos e se movimentar. E aí claro, dá de fazer os movimentos com as mãos, os punhos que tu já fazes naturalmente, tu reproduzes o que já faz. É natural.

Pesquisador: E o aplicativo responde essa naturalidade com coerência?

Usuário 06: Sim, e é instantâneo. Tu fizeste um comando para abrir a mão e fechar, e demorou não, é na hora é imediato.

Pesquisador: Inclusive aquela situação em que você disse ‘estou com medo do osso cair no chão’ e ele caiu, aí o que você fez?

Usuário 06: Juntei do chão. Não teve... mas é que no início a gente fica um pouco receoso, mas depois vai bem tranquilo, conforme vai se ambientando.

Pesquisador: Falando do cenário, você sentiu alguma dificuldade de se identificar, identificar as coisas, de se movimentar?

Usuário 06: Não. No início eu não estava acostumada de como me movimentar. Tipo, virar. Mas foi por falta de conhecimento meu, por não ter usado essa ferramenta. Do uso do manete.

Pesquisador: E a questão do conteúdo. Queria que você comentasse como foi a experiência interagindo com os ossos, como foi identificar as coisas que eu pedi.

Usuário 06: Achei muito interessante. Eu que fiz odontologia, na aula de anatomia a gente tem que dissecar o osso. Você já tem pronto pra ti, pra estudar. Imagina quando tu tens o esqueleto inteiro, ou tem toda uma parte. Fico imaginando eu estudando os acidentes ósseos, da face. Se no futuro conseguisse colocar a parte da enervação. Para estudar anesteseologia, qual a enervação que a gente tem que bloquear, o que que ela enervar, ir conseguir isolando o osso, a musculatura também. Essa dinâmica pra onde que vai, o que que faz, a articulação... minha cabeça voa.

Pesquisador: Isso demonstra o quanto que você absorveu esse conteúdo de tal maneira que você consegue projetar outras aplicações usando essa mesma mídia, tecnologia, formato.

Usuário 06: Por exemplo na ATM a gente tem muita dificuldade em perceber como que funciona a articulação da mandíbula com o crânio, que é a ATM, articulação temporo-mandibular, e tem muitas disfunções dessa articulação, é muito comum, grande parte da população tem, como bruxismo, por causa do stress hoje em dia, é muito comum. Então tu conseguir visualizar, entender e até, por exemplo no consultório ele poder mostrar pro paciente dele como que funciona, elucidar o que está acontecendo, é muito legal. E também mostrar pro aluno o que acontece, é muito enriquecedor.

Pesquisador: Voltando um pouco a questão dos ossos, eu vi que não teve nenhuma dificuldade em identificar os acidentes ósseos, mas como foi pra você segurando, manipulando o osso? Como foi observar o osso mesmo?

Usuário 06: Não tive dificuldade, ele mostra com muita realidade, muita precisão. O que eu to vendo ali é muito próximo, é real, aliás só não é real porque não é o osso. Então é muito real, muito interessante, nunca tinha

passado por uma experiência dessas e achei e não tive dificuldade em ver os acidentes ósseos, a anatomia.

Pesquisador: Durante o experimento você, sem nenhum auxílio externo, rapidamente identificou o encaixe da fôvea da cabeça do fêmur com o forame do osso do quadril. Só de ter manipulado os dois, de ter percebido.

Usuário 06: Sim, sim. É bem interessante porque a gente consegue manipular e juntar as coisas, entender como funciona, porque é muito real.

Pesquisador: Você conseguiria pensar o quão diferente seria fazer esse mesmo teste se fosse só no computador, sem a realidade virtual, só olhando a tela do computador?

Usuário 06: Seria bem diferente. Eu faço escaneamento intra-oral dos pacientes da minha clínica. E a gente não tem isso, não consigo pegar as arcadas e juntar com a minha mão, que seria muito mais fácil. Eu faço no computador, no mouse. Não é a mesma coisa, não consigo ter a mesma precisão, porque os movimentos que eu vou reproduzir no mouse não é a mesma coisa que eu vou fazer com a mão.

Pesquisador: Você não tem esse grau de precisão com os nuances dos movimentos com a mão, a musculatura. E que é um processo natural nosso.

Usuário 06: Sim, às vezes quero olhar aquela face daquele osso. Com o mouse eu vou ter que fazer várias tentativas de movimentação para ele chegar no que eu quero. Para eu conseguir ver, vou ter que ampliar, que dar zoom. Na realidade virtual, não, eu vou fazer o movimento natural da minha mão, como se estivesse realmente segurando, e vou trazer perto de mim pra enxergar melhor, o que é o óbvio. Então tem uma diferença imensa, um degrau acima, a realidade virtual.

Pesquisador: Durante o experimento você falou que estava se divertindo. Pode explicar essa experiência, e o que isso significa no uso ali e como uma ferramenta de ensino?

Usuário 06: Ah com certeza isso vai entreter como ferramenta de ensino. Vai entreter os alunos, eu como fui aluna... fica muito real tu consegue ver a aplicação daquilo ali, pra que que funciona. E é como te falei antes, é muito interessante, no caso dos ossos, não é o que a gente está acostumado a ver, é muito divertido, é muito elucidativo. A gente consegue ver

realmente, não fica na imaginação ‘como será que é’, por exemplo na sala de aula explicar um livro. É muito próximo das aulas de anatomia do cadáver, mas é diferente ainda, pois para chegar no osso puro e simples a gente tem que tirar um monte de tecido em cima, músculo, tendão, um monte de coisa. Ali é muito mais fiel e outra coisa, se puder tirar, fazer essa dissecação virtual, melhor ainda, não vai precisar mais dissecar cadáver.

Pesquisador: Até acrescentando, a questão de ser envolvente, você ali derrubou o osso e não teve problema nenhum?

Usuário 06: Exatamente, sem problema nenhum. Como te falei, eu não sou da área acadêmica, sou mais de empresa, tu imaginas para um médico explicar para o paciente a fratura do osso, além de estar vendo na radiografia, ele poder mostrar, se tem um equipamento desses no consultório, ‘ó foi aqui, na cirurgia’. O paciente aceitaria muito mais rápido, mais fácil. Não só pra aluno, tem uma questão comercial. Tem uma aceitação melhor do paciente. É mais fácil, ele tá vendo, ele não tem que imaginar. Uma coisa ele ter que imaginar, outra coisa é ele ver.

Pesquisador: Alguma consideração final?

Usuário 06: As considerações, as sugestões que eu fiz de ter outras, não só a parte esquelética, também a muscular, nervosa. No sentido acadêmico talvez. Queria dar os parabéns, muito legal o projeto.

7. Transcrição do Usuário 07.

Pesquisador: Como você está em relação a sua saúde, se está com tontura, com náusea, como está em relação ao teste que foi executado?

Usuário 07: Eu me sinto bem, me sinto como estava antes do teste, tranquilo sem náuseas. Não me senti afetado pelo teste. Da mesma forma

Pesquisador: Pode começar dizendo quais foram suas impressões gerais sobre o teste.

Usuário 07: Primeiro ao começar o teste, primeiro foi mais uma observação do cenário, do contexto. No meio da sala eu percebi os ossos ali no meio. O cenário não me arremeteu aos ossos, mas logo eu encontrei eles, não foi difícil, eles estavam a disposição bem fácil de achar. E aí na bancada tinha

diferentes ossos. E aí a gente foi, tem instruções ali na tela como fazer a navegação. A primeira impressão foi bem natural, senti que o teste fluiria tranquilo.

Pesquisador: Aproveitando o gancho que você disse, me fala sobre a usabilidade dele, ou seja, quão difícil ou quão fácil foi entender aquele universo dentro da realidade virtual e o que você podia fazer nele, o que não podia fazer.

Usuário 07: Então, como eu já tinha uma certa experiência prévia de realidade virtual eu meio que já imaginava o que eu poderia fazer como circular no ambiente. Eu vi as instruções e rapidamente associei como é que funcionava, apontava mais ou menos para a direção que eu queria ir e pressionava o botão para a movimentação, e a interação com o osso. Assim que eu pressionava o gatilho, o botão, o osso segurava na mão e aí a própria animação da mão deixava isso claro. E a vibração do controle deixava bem evidente quando eu podia apertar e segurar o osso, foi um toque que ajuda bastante quando eu podia apertar que vai funcionar. Foi um feedback bem útil para a interação. A resposta foi boa, o movimento da mão que eu fazia eu sentia que o que acontecia na mão e na tela eram bem semelhantes e eu me senti bem imerso, interagindo na forma que eu esperava. Segurando a hora que eu soltava se comportava da forma que eu esperava.

Pesquisador: Em relação as atividades em torno das pesquisas com os ossos ali, como foi essa experiência e no sentido de observar o conteúdo do osso nesse ambiente de realidade virtual?

Usuário 07: Então os ossos estavam dispostos ali na bancada, eu já tinha uma certa familiaridade com as formas deles, então ao ver eu já tinha uma primeira impressão de qual osso seria e com a identificação, o nome daquele osso que estava na mesa, facilitou para confirmar, a informação estava bem ali na minha frente, foi bem rápido para identificar o nome de cada um daqueles três ossos. Então a identificação do osso foi bem tranquila. Aí quando a gente foi aprofundar mais, foi procurar um acidente ósseo de cada uma das peças, algum eu já lembrava de cabeça, alguns eu tinha uma noção de onde procurar, por exemplo Face Articular Talar eu sabia que se articulava com o Talos, mais para baixo, então eu procurei na parte debaixo do osso. E o ponto,

o nome ali confirmava a lembrança que eu tinha de conteúdo, então se eu fosse revisar o conteúdo ficava bem fácil de procurar. O texto às vezes ficava um pouquinho difícil de ler, que ele é bem branco, não sei se contorno na fonte ajudaria ou atrapalharia, confunde com o fundo, uma letra com a outra. E também o texto às vezes estava de trás para frente, no sentido de que como se o texto tem um lado de frente, um lado de trás e eu conseguisse ver o lado de trás. Eu tinha que pegar e girar o osso, encontrar a posição correta para eu conseguir ler.

Pesquisador: Você conseguiu achar a solução para isso, contornar o problema, durante o teste?

Usuário 07: Eu consegui contornar, girando o osso. Não foi problema, tanto que eu consegui encontrar os acidentes. Foi só uma observação aqui.

Pesquisador: Em relação a imersão que o ambiente virtual lhe proporciona, você acha que ele interferiu de alguma maneira durante o teste na sua forma de validar e estudar os ossos? O fato de você estar no ambiente virtual, como que isso contribuiu mais ou menos na atividade de aprender sobre os ossos?

Usuário 07: Contribuiu no sentido de que aquele osso virtual que estava na minha mão ele me dava mais informação do que o osso real. Enquanto estava segurando, manipulando ele, já vinha em tempo real os próprios acidentes ósseos. Se estivesse estudando por outros meios eu teria que estar recorrendo ao livro, e o livro associar com o que tem no osso de verdade. Então eu senti a experiência de estar vendo esse conteúdo na realidade virtual me proporcionou uma experiência que outros materiais não me proporcionaram, assim, já ver o osso com conteúdo. O próprio fato de eu estar em um ambiente virtual me afastou de certos receios que uma peça real poderia me ter. O receio de quebrar a peça, de aproximar demais a peça do rosto e talvez contaminar com saliva, com qualquer coisa; esses cuidados que a gente tem com uma peça real. Então me proporcionou um grau de liberdade maior, de poder botar a peça bem perto, de posicionar de jeitos que talvez fossem difíceis de segurar uma peça real, então proporcionam esse tipo de interação.

Pesquisador: Quer ficar brincando de jogar a peça...

Usuário 07: É eu fiquei bem curioso pela forma de interação, né, até no final quis fazer alguns testes assim de interagir com a peça, jogar, deixar cair no chão. Acho bem positivo isso né, porque quebra um pouco essa falta de intimidade com a peça né. A peça a gente não vê no dia a dia assim né, a gente só vê no laboratório real, então acho que quebra um pouco esse afastamento que algumas pessoas podem ter com maior intensidade, afastamento, receio, ou até mesmo nojo, que algumas pessoas podem ter com a peça. Acho que ajuda bastante nesse momento, permitindo fazer uma interação virtual.

Pesquisador: E consegue elencar alguma diferença pra esse tipo de análise, esse tipo de experiência do que possa ser uma experiência no mundo digital sem ser realidade virtual???

Usuário 07: A própria noção de escala da peça né, quando a gente vê a peça tridimensional assim só num ambiente virtual, a gente não tem muita noção do tamanho que ela tem, da própria sombra que ela poderia produzir ou não. O tamanho dela em relação a mão, que eu tenho uma mão virtual ali, então eu consigo comparar ela com a mão, o cenário, então dá uma noção um pouco melhor da proporção que os ossos têm entre um e outro, né. Então eu tenho o osso do quadril numa banca, se olhar pro outro lado tem ali o fêmur, então eu consigo comparar o tamanho que cada um deles tem, então fica mais fácil de ter essa noção do todo, na questão da proporção deles, na questão da forma então acho que fica mais fácil de eu observar tanto a proporção quanto os volumes. Porque eu consigo rotacionar com total liberdade a peça, então eu consigo ver o quão profunda é cada cavidade, ou a curvatura das peças, então me dá uma liberdade de interação que eu sinto superior ao ambiente virtual sem realidade virtual.

Pesquisador: Para finalizar, quais são suas considerações finais?

Usuário 07: Acho que foi bem positivo assim desde o primeiro momento da interação foi bem bacana. Os controles são bem, tanto o controle físico e as instruções virtuais são bem condizentes, foi bem tranquilo de começar e dominar realmente a interação. A interação não limitou minha experiência em acessar o conteúdo e acessar o volume das peças. Acho que... não sei o que mais a gente pode comentar, mas no sentido de que achei bem positivo dessa interação, do poder segurar a peça e observar ela por diferentes

ângulos, foi bem favorável assim porque foi favorecido pela realidade virtual, poder estar visualizando com uma nova perspectiva, num objeto virtual, uma realidade melhor principalmente nessa questão da proporção e dos volumes, de ver realmente o quão profundo, o quão liso, dá até uma noção do peso das peças, meio que uma coisa que o cérebro engana um pouco a gente assim, de a gente ter um pouco mais de noção do tamanho que a peça tem dá um pouco de noção do peso que a peça tem, melhora um pouco essa impressão.

Pesquisador: Pegando o gancho então, você mencionou a interface. A interface ali, como que foi, ela te atrapalhou de alguma forma, você conseguiu compreender que a interface exigia que você compreendesse?

Usuário 07: Não, foi bem tranquilo de começar assim, até porque eu já tinha uma experiência anterior com a realidade virtual e até um pouquinho da instrução verbal que é dada durante o teste, foi tranquilo, não precisei ficar recorrendo a leitura dos menus pra entender. Me dava toda a segurança saber que elas estavam ali, se eu não conseguisse fazer alguma coisa eu poderia ler, mas eu já entendi a navegação, tudo tranquilo, sem precisar ler, depois eu li, tudo certinho. A legibilidade estava bem fácil de entender a navegação. Então acho que a interface foi bem positiva, nesse sentido de ver o osso, a indicação dos acidentes ósseos aparecia né, então ali tinha os pontinhos marcando exatamente onde era a marcação, então eu conseguia procurar o acidente ósseo onde era solicitado.

APÊNDICE D – TCLE

Universidade Federal de Santa Catarina
 Centro de Comunicação e Expressão -
 Programa de Pós Graduação em Design
 DESIGNLAB – Laboratório de Design e Tecnologia

Projeto de pesquisa para Dissertação de Mestrado
 O emprego do Design para converter o projeto de um jogo educativo digital para sua versão
 em Realidade Virtual Imersiva
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nome do(a) Participante: _____
 País ou responsáveis (no caso de menor de 18 anos): _____ Cidade: _____
 Endereço: _____ Telefone: (____) _____ RG: _____
 Estado: _____ CEP: _____ Data nascimento: ____/____/____ Data da gravação: ____/____/____
 CPF: _____

Nome do Pesquisador: Cassiano Canheti

Outros pesquisadores: _____

1. *Propósito do estudo:* Identificar as diferenças de design entre jogos digitais e jogos em realidade virtual imersiva.
 2. *Procedimentos:* concordo em utilizar o equipamento de Realidade Virtual Imersiva para testar o aplicativo “Caixa de Ossos RVI” e das gravações da entrevista. Também permito que as amostras de fala registradas para as pesquisas do DESIGNLAB sejam incorporadas ao banco de dados do Laboratório.
 3. *Riscos e desconfortos:* estou ciente do risco de possíveis enjoos e náuseas causados pelo uso da tecnologia RVI.
 4. *Benefícios:* Minha participação é voluntária e não trará qualquer benefício direto, mas proporcionará um melhor conhecimento sobre o design de jogos educacionais em RVI, como também para futuros estudos na área de Design de Jogos e Realidade Virtual e suas interfaces com outras áreas.
 5. *Direitos do participante:* Eu posso me retirar deste estudo a qualquer momento, sem sofrer nenhum prejuízo e tenho direito de acesso, em qualquer etapa do estudo, sobre qualquer esclarecimento de eventuais dúvidas. Para tanto, basta entrar em contato com o pesquisador responsável.
 6. *Compensação financeira:* Não existirão despesas e/ou compensações financeiras relacionadas à minha participação no estudo.
 7. *Incorporação ao banco de dados do DESIGNLAB:* Os dados obtidos com minha participação, na forma de gravações em áudio serão incorporados ao banco de dados do DESIGNLAB, cujos responsáveis zelarão pelo uso e aplicabilidade das amostras exclusivamente para fins científicos, apenas consentindo o seu uso futuro em projetos que atestem pelo cumprimento dos preceitos éticos em pesquisas envolvendo seres humanos.
 8. *Em caso de dúvidas, posso entrar em contato com os responsáveis pelo banco de dados do DESIGNLAB (Cassiano Canheti) no telefone: (48) 99908-0264.*
 9. *Confidencialidade:* Compreendo que os resultados deste estudo poderão ser publicados em jornais profissionais ou apresentados em congressos profissionais, sem que minha identidade seja revelada.
 10. *Se tiver dúvidas quanto à pesquisa descrita posso telefonar para os envolvidos no projeto a qualquer momento.*
- Eu compreendo meus direitos como um sujeito de pesquisa e voluntariamente consinto em participar deste estudo e em ceder meus dados para o banco de dados do DESIGNLAB. Compreendo sobre o que, como e porque este estudo está sendo feito. Receberei uma cópia assinada deste formulário de consentimento.

 Assinatura do sujeito participante

 Assinatura do pesquisador