



Marcos Luis Barbato

O Vídeo Imersivo e a Realidade Virtual 3D
Um caminho para o Design de Imersão

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Design da PUC-Rio como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Design

Orientador: Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Rio de Janeiro
Março de 2017



Marcos Luis Barbato

O Vídeo Imersivo e a Realidade Virtual 3D
Um caminho para o Design de Imersão

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Jorge Roberto Lopes dos Santos

Orientador

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Prof. Alberto Barbosa Raposo

Departamento de Informática – PUC-Rio

Dr. Heron Werner Junior

ALTA EXCELÊNCIA DIAGNÓSTICA

Profa. Monah Winograd

Coordenadora Setorial do Centro de Teologia
e Ciências Humanas – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 28 março de 2017.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Marcos Luis Barbato

Graduou-se em Comunicação Social com especialização em Publicidade e Propaganda em 1992. Desde 2007 é Professor da PUC-Rio, do Laboratório de Publicidade, do Departamento de Comunicação Social. Desde 1996 desenvolve sistemas interativos baseados em tecnologias digitais aplicas às áreas de Educação, Design e Comunicação. Trabalha como Diretor de Criação da empresa de sistemas interativos, Be Interactive.

Ficha Catalográfica

Barbato, Marcos Luis

O Vídeo Imersivo e a Realidade Virtual 3D
Um caminho para o Design de Imersão/ Marcos Luis Barbato; orientador: Jorge Roberto Lopes dos Santos. – 2017.
162 f.: il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2017.
Inclui bibliografia

1. Artes e Design – Teses. 2. Design de imersão. 3. Realidade Virtual. 4. Realidade Mista. 5. Vídeo Imersivo. 6. Uncanny Valley. I. Santos, Jorge Roberto Lopes dos. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. III. Título.

CDD: 700

Dedico este trabalho a todos os Professores,
que suportaram a minha formação,
especialmente a Dom Marcos Barbosa e à
minha amada mãe, Lia Barbato, que
perseveraram na sua missão.

Dedico este trabalho também àqueles
Professores que não conheço, mas que estão
exercendo sua vocação e que continuam
acreditando que a educação é a saída.

Agradecimentos

Sempre agradecerei ao Professor Jorge Lopes pela grande generosidade em abrir os ouvidos, a cabeça e o coração para o que penso. Obrigado por compartilhar seu conhecimento, pelo estímulo e paciência com que conduziu esta jornada.

Quero agradecer ao amigo, Professor Dr. Hugo Fuks, e pela habilidade incomum em conduzir as pessoas em seus projetos, todos os dias eu aprendo mais sobre a sua irrestrita missão de fazer ciência e educar.

Agradeço ao Professor Claudio Magalhães pelo grande incentivo, pela inteligência e espírito aberto com que me recebeu no Departamento de Artes e Design. Ao querido Gerson Ribeiro, obrigado pela parceria, este é um herói. Obrigado à Professora Denise Portinari, cujas aulas fizeram muito bem à alma. Obrigado Diego Pimenta do DAD pela paciência, pela orientação e pelos doces!

Muito obrigado Professor Dr. Alberto Raposo pela colaboração, pela troca e pelas portas abertas no Tecgraf. Agradeço ao Dr. Heron Werner pela disponibilidade em avaliar este trabalho, pelo interesse e pelo exemplo de transdisciplinaridade.

Devo agradecer ao time do Museu do Amanhã: Caio Chacal, Allan Melo, Antonio Pack e à querida Marcela Sabino, obrigado pela importante acolhida.

Agradeço de coração ao meu irmão Marcos Penna pela fraternidade, pelas ajudas e pelo exemplo de paixão pelo conhecimento. Ao meu outro irmão, o mais novo, Pedro Figueira, uma alma iluminada, parte fundamental de tudo isso. Ao amigo Ayrton Camargo, um dos primeiros e melhores fotógrafos do mundo de imagens imersivas. Ao querido Leonardo Aucar pela disponibilidade nas sessões de pesquisa. Queridos Doin e Lucas, obrigado pelo olhar!

Ao Professor Cesar Romero e à Professora Claudia Chaves que me trouxeram de volta para casa, acreditando no novo, sempre, muito obrigado. Agradeço de alma inteira à Professora Claudia Pereira por sua amizade, pela doçura de sua orientação como coordenadora e pelo exemplo de entrega para seus alunos. Obrigado à Professora Adriana Braga, em pouquíssimas interações, fez contribuições importantes a este trabalho. Agradeço à Professora Christina Bravo, parceira de angústias acadêmicas. Devo agradecer sempre à querida Marise Lira, por seu apoio e torcida nesta missão da pós-graduação. Marise tem o olhar do bem. Vagner Pessanha, obrigado pelo olhar atento e disponibilidade na revisão deste trabalho. Obrigado ao Professor Augusto Sampaio pela entrega a esta Universidade e pela ilimitada capacidade de ouvir a comunidade.

Agradeço com todas as minhas forças à amada Kelly Barbato pelo incondicional incentivo e dedicação! Aqui não cabe tudo o que tenho a agradecer a ela e por ela. Obrigado de coração sempre ao Thiago e ao Lucas Barbato, filhos queridos e muito amados, obrigado pela jornada da paternidade, uma viagem rica que fazemos juntos. Ao Padre Aníbal Lopes, obrigado por sua amizade e pelo exemplo vivo de harmonia entre ciência e fé.

E obrigado sempre aos alunos pelo privilégio de aprender.

Resumo

Barbato, Marcos Luis; Santos, Jorge Roberto Lopes dos. **O Vídeo Imersivo e a Realidade Virtual 3D Um caminho para o Design de Imersão.** Rio de Janeiro, 2017. 162p. Dissertação de Mestrado-Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho disserta sobre características subjetivas e técnicas do Vídeo Imersivo (VI) e da Realidade Virtual 3D (3DVR). Observa, particularmente, aspectos de uma estratégia do design realista com que ambientes são concebidos e produzidos em projetos de Realidade Virtual (VR). O “*Uncanny Valley*”¹ (UV) é um corolário do processo criativo de personagens, representado por uma curva conceitual em que a conexão emocional ou empatia entre audiência e personagens varia de forma não linear e não diretamente proporcional em função do realismo com que estes personagens são concebidos. Dado o protagonismo dos ambientes em projetos VR, haveria um “*Uncanny Valley of Places*”? Lugares, ambientes, espaços e a cenografia virtual estão sujeitos a uma estranheza em Realidade Virtual? Neste trabalho, são apresentados dados de três ciclos de pesquisa a partir três experimentos VR que buscam responder a estas questões: 1) O experimento “Immersive Bike” (IB), que integra estímulos visuais em VI com estímulos hapticos sinestésicos² passivos; 2) A aplicação “Rio 360 VR”; aplicativo imersivo; 3) Pesquisa centrada no usuário, que compara diretamente aplicações VI e 3DVR. Este trabalho aponta caminhos para apoiar o processo criativo do Designer de Interação, demonstrando que sensação de imersão não é função direta do maior ou menor realismo com que as imagens são produzidas e sim é potencializada a partir da conexão multimodal do repertório de sensações dos usuários e sua conexão com as histórias propostas pelas aplicações imersivas.

Palavras-chave

Design de Imersão, Realidade Virtual, Realidade Mista, Vídeo Imersivo, *Uncanny Valley*.

¹ SEYAMA, 2007, p. 337.

² OKAMURA, 2015.

Abstract

Barbato, Marcos Luis; Santos, Jorge Roberto Lopes dos.(Advisor)
Immersive Video and 3D Virtual Reality – A path for Immersive Design. Rio de Janeiro, 2017. 162p. Dissertação de Mestrado-Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This dissertation aims to present subjective and technical characteristics of Immersive Video (IV) and 3D Virtual Reality (3DVR). Observes, particularly, aspects related to a realism approach design strategy for VR environment's conception. The "Uncanny Valley"³ (UV) is a corollary of illustrated character's creative process, a conceptual curve that represents the variation of the emotional connection with characters related to its realistic properties conception. The UV refers to the base of a parabolic positive curve of this dynamic relation between empathy and realism, on which is detected a weirdness or an uncanny as much realistic the character seams. Does VR environments are subjected to an analog UV? Is there an "Uncanny Valley of Places"? Do places, ambients, spaces and virtual scenography is subjected to an uncanny in Virtual Reality? This work presents results of three cycles of research based on three VR experiments that aim to respond these questions: 1) The "Immersive Bike" experiment, which design integrates IV with kinesthetic haptics⁴; 2) "Rio 360 VR", an immersive application for mobile interaction; 3) Human-centered research that compares IV and 3DVR applications. This work points a path to the Interaction Designer creative process, proposing that the immersive sensation is not directly proportional of how realistic an immersive image is produced, but is potentiated by the multimodal user's connection with the storytelling of the immersive application

Keywords

Immersive Design, Virtual Reality, Mixed Reality, Immersive Video, Uncanny Valley.

³ SEYAMA, op. cit.

⁴ OKAMURA, op. cit.

Sumário

1. Introdução	17
2. A Sensação de “estar lá”	22
2.1. Uma breve Arqueologia da Realidade Virtual	22
2.2. Por que imergir?	52
2.3. Imersão; Presença, Realidades e o “Uncanny Valley”	56
2.3.1. A Natureza da Imersão	56
2.3.2. Realidades & Limites	58
2.3.3. “Uncanny Valley” e Fidelidade Contínua	66
3. Geografia dos Recursos Multimodais; IA e Realidade Mista	72
3.1. Fluxos e Processos	72
3.2. Realidade Mista e Hapticos	76
4. A Pesquisa	79
4.1. Contexto	79
4.2. Motivações	79
4.3. Questões norteadoras	80
4.4. Pesquisa-Ação / Planejar, Agir, Observar e Refletir	81
5. Os Experimentos / Planejar & Agir	83
5.1. Sessões da Semana de Design de Milão 2016 / 2 experimentos	83
5.2. Sessões PUC Rio	98
5.3. Sessões do Museu do Amanhã – Rio de Janeiro	106
5.3.1. Quatro aplicações VR comparadas	106
6. Os Ciclos / Observar & Refletir	113
6.1. Semana de Design de Milão Ciclo 1: “Immersive Bike” e “Rio 360°”	113
6.2. PUC Rio Ciclos 2, 3 e 4: “Immersive Bike” e Gráficos Abstratos	120
6.3. Museu do Amanhã	132
6.3.1. Ciclos 5 e 6 – “Quatro aplicações VR comparadas”	132
7. Conclusões	144
8. Glossário	149
9. Referências bibliográficas	156
10. Anexos	160

Lista de figuras

Figura 1: “Presente para o seu trabalho, pai!” Thiago Barbato	16
Figura 2: Villa dei Misteri, Sala 5, Pompéia, 60ªa.c. Sopratendenza di Roma; D’après Oliver Grau “Virtual Art”. MIT Press, Cambridge	23
Figura 3: Acima a representação da visão pelo orifício, embaixo, o desenho esquemático do dispositivo de visualização de Brunelleschi. Removendo o espelho, permitia a comparação do reflexo da imagem com o próprio objeto	28
Figura 4: Projeção clássica, como concebida por Monge	29
Figura 5: Versão baseada nos planos originais de Monge. Tem quatro quadrantes separados	29
Figura 6: Exemplo de configuração da tela de modelagem tridimensional da Plataforma de Desenvolvimento de Games – Unity, utilizada para o desenvolvimento de aplicações desta pesquisa	30
Figura 7: Reenrolando o diorama (2017-01-05), © Patrick Deicher	32
Figura 8: Batalha de Plevna, Bulgária	33
Figura 9: Batalha de Ji Nan, China	33
Figura 10: Batalha do Monte Isel, Innsbruck, Áustria	33
Figura 11: Bourbaki Panorama, Lucerna, Suíça	34
Figura 12: Rouen, França, 1431	34
Figura 13: Entrada dos Magyars, Hungria	34
Figura 14: Cyclorama, por Sanford Wurmfeld, Edimburgo, Escócia, 2008	35
Figura 15: Jerusalém, Crucificação de Cristo, Altötting, Alemanha	35
Figura 16: Jerusalém e a crucificação de Cristo, Einsiedeln, Suíça	35
Figura 17: Batalha de Waterloo, Braine l’Alleud, Bélgica	36
Figura 18: Panorama interativo eletrônico, Lucerna, Suíça, 2010	36

Figura 19: Uma Caixa de Espiar itinerante. Esta caixa, operada a manivela apresenta um rolo com a impressão a ser vista pelo sistema ótico	38
Figura 20: Panorama em movimento de brinquedo para crianças, feito de forma rudimentar de madeira. UK, 1830. Um rolo de pintura colorida à mão que contém cenas de uma conhecida poesia infantil, incluindo “Ding Dong Bell” (ilustrada)	38
Figura 21: Ilusões de Ótica ou Panoramas em movimento de Fore. Dando Vida a objetos inanimados. 1833	39
Figura 22: Um brinquedo, a Lanterna Mágica com Panoramas em movimento. Projetando uma série de imagens a partir de um repositório de metal que guarda pinturas em um rolo transparente. 1879 O sistema sugeria uma gelatina flexível como material dos rolos. Ernest Plank. Nuremberg, Alemanha	39
Figura 23: Dispositivo de Pratt, 1916	42
Figura 24: HMDs e visualizadores pelo tempo (Baseado em Ellis 2014, apud Jerald)	42
Figura 25: Primeiro simulador de vôo, Edwin Link, 1928	43
Figura 26: Desenho esquemático do HMD de Hellig, 1960, Patente de um aparato Televisivo	44
Figura 27: Sensorama de Morton prometia levar você para outro mundo! Em 1961	44
Figura 28: Gear VR da Samsung prometia levar você para outro mundo! Em 2016!	45
Figura 29: “Observador de cabeça” da Philco. 1961	46
Figura 30: Grope-III display haptico para acoplamento molecular, 1990	47
Figura 31: Sistema de visualização da NASA	48
Figura 32: Website da empresa HTC promovendo sua plataforma Vive	51
Figura 33: Website da empresa Sony promovendo a funcionalidade VR para sua plataforma de jogos eletrônicos Playstation	52
Figura 34: Website da empresa Oculus promovendo novas funcionalidades hapticas para os oculus Rift	52

Figura 35: Impressão da tela da TV da matéria do Canal FOX News sobre o artigo brasileiro	54
Figura 36: Pais tendo a oportunidade de visualizar seus bebês durante a gestação	55
Figura 37: Modelo 3D do feto gerado a partir de MRI (Ressonância Magnética) DICOM (Digital Communication in Medicine protocol) Files	55
Figura 38: Virtual Continuum adaptado de Milgram e Kishino 1994 indicando o movimento divergente	58
Figura 39: Um novo recurso visual com mais variáveis e nuances sobre RA	58
Figura 40: Imagem de um personagem do filme Final Fantasy	68
Figura 41: Personagem robô do seriado americano da década de 70 “Perdidos no Espaço”	69
Figura 42: Visitante da Semana de Design de Milão 2016 usando a Immersive Bike	85
Figura 43: Detalhe do Oculus Rift e do time de apoio ao visitante	85
Figura 44: Impressão de telas de trabalho do ambiente de programação Unity com conteúdo do vídeo da IB em edição	87
Figura 45: Interface da IB para escolha de músicas apenas “apontando” o olhar	88
Figura 46: Impressão de telas operacionais do Sistema Unity em que a Immersive Bike teve suas imagens editadas	89
Figura 47: Esquema simplificado da arquitetura da solução da Immersive Bike	90
Figura 48: Detalhe do rolo de treino que permite a Immersive Bike ser pedalada sem sair do lugar	90
Figura 49: Detalhes da fixação dos ímãs no quadro e na roda	91
Figura 50: Detalhe a caixa em que a placa Arduino Mini	92
Figura 51: Colagem de imagens. Referencias dos vídeos gravados durante as sessões da IB na Semana de Design de Milão	93

Figura 52: Acima, imagens do sistema da empresa Samsung Gear VR. Em seguida, impressões de telas da interface do aplicativo “Rio 360º”	94
Figura 53: Acima, imagens do sistema da empresa Samsung Gear VR. Em seguida, impressões de telas da interface do aplicativo “Rio 360º”	95
Figura 54: Usuários na Semana de Design de Milão 2016 usando o aplicativo VR “Rio 360º”	96
Figura 55: Referência das alterações e efeitos aplicados no experimento nas sessões da PUC Rio	100
Figura 56: Detalhe do questionário complementar à entrevista aplicado nas sessões da PUC Rio	101
Figura 57: 2º Detalhe do questionário complementar à entrevista aplicado nas sessões da PUC Rio	102
Figura 58: Referências de imagens de vídeo geradas durante as entrevistas após o experimento da Immersive Bike na PUC Rio	105
Figura 59: Telas da Aplicação VR Ocean Rift	107
Figura 60: Telas da Aplicação VR Jurassic World	108
Figura 61: Telas da Aplicação VR #BeFearless – Landscapes	109
Figura 62: Telas da Aplicação VR #BeFearless – Cityscapes	110
Figura 63: Questionário das sessões do Museu do Amanhã	111
Figura 64: Registros em vídeo das entrevistas pós-experimentação nas sessões do Museu do Amanhã	112
Figura 65: Detalhe do início da pedalada	121
Figura 66: Imagem do percurso, IB em sala de aula	122
Figura 67: Tela efeito preto e branco com curvas	124
Figura 68: Detalhe da tela de escolha da música na sessão de pesquisa	125
Figura 69: Interface de escolha de músicas	125
Figura 70: Website do Museu do Amanhã	132
Figura 71: Ambiente de pesquisa do Museu do Amanhã	133

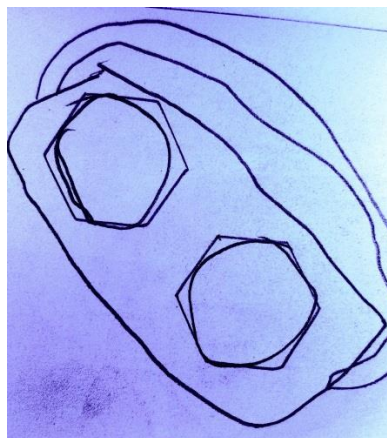
Figura 72: Entrevistas após a experiência com os apps VR	134
Figura 73: Reações ao “ <i>Jurassic World</i> ”	135
Figura 74: Usuário procurando se proteger na cena	136
Figura 75: O corpo procura seu lugar na cena	137
Figura 76: “Da vontade de tocar...”	138
Figura 77: 21 pessoas participaram das sessões	139
Figura 78: Imagem do livro “VR UX” que indica uma relação entre tipos de imagem VR e seus ambiente de desenvolvimento	151
Figura 79: Gráfico das categorias de hardwares por similaridade de arquitetura e funcionalidades	154

Lista de tabelas

Tabela 1: Questionário Escala Likert	128
Tabela 2: De perguntas	140
Tabela 3: De média das respostas por pergunta	140
Tabela 4: De pontuação média por pergunta	140

Lista de gráficos

Gráfico 1: Representação da Geografia Virtual x Real	60
Gráfico 2: Molina com dois eixos, indicando a evolução a dinâmica	61
Gráfico 3: Destaque para o cume da curva tendendo à Realidade	62
Gráfico 4: Os Cinco Pilares de Bouvier	64
Gráfico 5: Que demonstra o “Uncanny Valley”	67
Gráfico 6: Modelos gráficos sobre Input, rendering e output de um sistema VR (acima gráfico do pesquisador; abaixo gráfico apresentado por Jason Jerald	72
Gráfico 7: Nova representação para o sistema “input, rendering e output” de um projeto VR demonstrando o colapso do tempo	74
Gráfico 8: Uma representação sobre o repertório de Modais VR representados de acordo com suas proporções em um projeto	75
Gráfico 9: Uma representação sobre o repertório de Modais VR acrescidos do novo modal de informações dinâmicas através de tecnologias de Aprendizado de Máquina (Machine Learning) e Inteligência Artificial	75
Gráfico 10: Primeiro ensaio de como seria o comportamento da curva de percepção do usuário sobre a experiência com a “Immersive Bike”	116
Gráfico 11: Ensaio sobre mudança de natureza da mídia percebida na medida da velocidade da pedalada da “Immersive Bike”	118
Gráfico 12: Diagrama anatomia dos hapticos	155



*Figura 1. “Presente para o seu trabalho, pai!”
Thiago Barbato, 9anos*

“O realismo do Panorama (fim sec. XIX) baseou-se na noção de que, para captar vida, uma exposição tinha que reproduzi-la como uma experiência corporal e não meramente visual.”

Vanessa R. Schwartz

O cinema e a invenção da vida moderna

*O espectador cinematográfico antes do aparato
do cinema: o gosto do público pela realidade na
Paris fim-de-século XIX.*

1.

Introdução

Esta dissertação é publicada em um momento histórico no cenário das tecnologias de interação imersivas. Aspectos projetuais, criativos e construtivos da integração de projetos de Design com as tecnologias de Realidade Virtual ou VR (*Virtual Reality*), vêm ocupando participação significativamente crescente e transversal na atenção da comunidade de pesquisa em todo o mundo, além, de convergir atenção da comunidade de empreendedores da tecnologia. De acordo com o relatório “*Profiles in Innovation – Virtual & Augmented Reality – Understanding the race for the next Computing platform*”⁷, em setembro de 2015, portanto, menos de três anos depois de ter captado US\$2,5Milhões no sistema de financiamento coletivo *Kickstarter*, havia por volta de 200.000 desenvolvedores registrados pela empresa *Oculus* para a criação de jogos para a sua plataforma HMD (head-mounted display) de Realidade Virtual.

No fundo deste vertiginoso cenário está uma inclinação ancestral da humanidade na busca de meios, técnicas e tecnologias de reprodução de suas representações da realidade, ou de uma realidade idealizada. Antes mesmo da invenção da fotografia, a tecnologia estereoscópica já havia sido inventada⁸. A mesma estereoscopia que é premissa da engenharia da maioria dos equipamentos que hoje são o estado da arte dos hardwares que suportam as aplicações imersivas. No caso das tecnologias emergentes do século XXI, este mesmo moto deriva em experiências de uso, consumo de mídias e conteúdos que são apresentados pela indústria como mais envolventes, na medida proporcional do realismo com que são capazes de reproduzir imagens. A medida de valor é a competência daquela tecnologia em reproduzir o que ela própria sugere que seja a melhor *mimesis* do real. Tomando como exemplo as TVs de *LCD (Liquid Crystal Display)*: a resolução economicamente escalável está chegando ao seu limite, e não por limitações da tecnologia. Nem as paredes das moradias do cidadão médio, nem tampouco a infraestrutura de telecomunicações como se apresentam hoje, acompanham proporcionalmente a necessidade de escala que a indústria imprimiria com o aumento da resolução e do tamanho físico das telas. Então, resta sair do paradigma bidimensional das telas que crescem fisicamente para os lados e

⁷ KIPPER, Greg; RAMPOLLA, Joseph, 2012.

⁸ JERALD, 2015.

se aventurar por um paradigma, uma dimensão que, apesar de não serem novos, permitem uma escala exponencial de oportunidades: a tridimensionalidade.

Neste trabalho vamos abordar aspectos fundamentais para o Design de projetos imersivos interativos. Demonstramos o protagonismo do ambiente em aplicações VR. E, dada a significativa importância destes ambientes, entender aspectos da sua produção passa a ser uma tarefa importante para o Designer. Assim, buscamos entender sobre a dinâmica da relação entre o nível de realismo técnico de dois tipos de imagem imersivas e seu impacto na “sensação de presença”, ou sensação de “estar lá”. Observamos o efeito do realismo em Vídeos Imersivos (VI), e na Realidade Virtual em movimento, produzida em computação tridimensional, (3DVR), *vis-à-vis* seu efeito na sensação efetiva de imersão. Intrinsecamente ligada a esta investigação está o papel da multimodalidade nesta relação, sua natureza e seu potencial de impactar positivamente o trabalho do Designer de Imersão, função proposta derivada do papel do Designer de Interação.

Questões desta natureza também não são novas. Com o objetivo de avançar no estudo do realismo recorremos a um conceito importante. O realismo, como opção estética, não tem uma relação proporcional com a empatia que um determinado personagem, criado com técnicas tridimensionais, pode gerar no expectador em um filme de animação. O “*Uncanny Valley*” (Vale Estranho ou Vale da Estranheza) é um corolário da visualidade, que demonstra a dinâmica entre o realismo e empatia no Design de personagens. O “Vale” a que se refere a expressão, representa, nesta curva convexa entre realismo x empatia, um intervalo em que o “realismo” com que um personagem é percebido, causa “estranheza” e não uma conexão positiva com o espetador. Este estudo procura entender se o “*Uncanny Valley*” tem uma equivalência para os ambientes ou lugares virtuais imersivos, protagonistas das aplicações imersivas.

Mas como mensurar, a “sensação de imersão”? Componentes técnicos de subjetividade são os ativos que colaboram para esta sensação, como veremos nos capítulos iniciais deste trabalho. Esta mesma subjetividade provoca uma segunda questão: qual é a natureza da experiência imersiva? Esta subjetividade poder alcançada pelo Designer através do domínio da técnica, como na produção cinematográfica, por exemplo? Como o realismo com que os ambientes virtuais são produzidos, em vídeo imersivo ou em 3D computacional, combinados com

estímulos multimodais (hapticos e sonoros, por exemplo), colaboram para a sensação de “estar lá”?

Com o objetivo de observar as aplicações imersivas em campo, foram conduzidas sessões de pesquisa com mais de 300 usuários em 3 ciclos distintos e iterativos. Um primeiro ciclo de sessões aconteceu na Semana de Design de Milão 2016 e trabalhava com dois experimentos: 1) a “*Immersive Bike*” (IB), uma instalação VR multimodal que integra uma bicicleta real que controla a velocidade de execução de um Vídeo Imersivo a partir da pedalada através de componentes eletrônicos; 2) Combinada à IB, também para mesmo evento, foi desenvolvida outra aplicação: o aplicativo VR “Rio 360°” é um app para aparelho celular que opera com o sistema operacional “*Android*”, e que funciona integrado ao equipamento de visualização de conteúdos VR, “*Gear VR*” da empresa coreana de eletrônicos, “*Samsung*”.

Outro ciclo iterativo de trabalho aconteceu em sessões com estudantes da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Nestas sessões foram incluídos efeitos abstratos, interferências em computação gráfica sobre a imagem original do vídeo imersivo da IB.

O terceiro conjunto sessões trabalhou público visitante do Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro. Foram feitas observações sobre o uso de quatro aplicações VR, duas aplicações produzidas em 3DVR e duas aplicações produzidas com IV, todas disponíveis na loja digital da empresa *Oculus*. Para estas sessões, foi utilizado o mesmo sistema da empresa “*Samsung*”, o “*Gear VR*” combinado ao aparelho celular “*Samsung Galaxy S7*”, em ambiente operacional “*Android*”.

A primeira sessão foi conduzida com a “*Immersive Bike*”, uma instalação multimodal imersiva que integra camadas: física, *hardware*, *software* e conteúdo. Na camada física, a instalação é composta por uma bicicleta estruturada sobre um rolo de treino (comum em sistemas de treinos de bicicleta em que se eleva a roda traseira para permitir a pedalada sem precisar sair do lugar). A camada *hardware* é composta por um player PC multimídia, um *Oculus Rift* (sistema de display VR proprietário da empresa *Oculus*), além de um headphone. Esta camada conta ainda com um circuito sensor de frequência de pedalada desenvolvido diretamente para o projeto. A camada *software* “capta” a velocidade da pedala e “comunica” à

instância de exibição de mídia uma ordem que executa as imagens imersivas uma sequência de frames VR com uma velocidade consistente à da pedalada. A camada de conteúdo é um vídeo imersivo (VI) de um passeio de bicicleta gravado na Praia de Ipanema no Rio de Janeiro, contando ainda com a possibilidade de escolha da trilha sonora do “passeio” virtual via *API (Application Programming Interface)* do serviço online de streaming de música, *Spotify*.

O vídeo imersivo tem duas versões. Uma versão em que o vídeo imersivo é apresentado sem edição, isto é, realista, exatamente como a imagem é captada. E outra versão em que são aplicados efeitos gráficos de ilustração e cores para que seja gerada uma imagem “irreal” ilustrada, contudo, claramente baseada na imagem imersiva real.

As sessões do experimento “Immersive Bike” aconteceram de forma iterativa em dois momentos: 1) na Semana de Design de Milão 2016; 2) Estudantes universitários da PUC do Rio de Janeiro.

A aplicação VR “Rio 360°” tinha nove links ativos, todos imersivos: seis links para fotos imersivas 360° e três são links para vídeos imersivos.

Nas sessões do Museu do Amanhã no Rio de Janeiro, foram convidadas 21 pessoas aleatoriamente para participarem da pesquisa. Estas pessoas experimentaram quatro aplicações imersivas. Duas aplicações totalmente produzidas em técnicas de computação 3D e outras duas produzidas com vídeo imersivo. Em seguida à experimentação das quatro aplicações, os visitantes fizeram uma sessão de entrevista com o pesquisador.

Esta dissertação é apresentada em dois conjuntos de capítulos. O primeiro, composto pelos capítulos 2 e 3, apresenta o contexto histórico e os fundamentos da pesquisa sobre a realidade virtual. Procura, no cenário histórico, conceitos, fatos e informações que nos ajudam a entender os fundamentos sobre os quais as contribuições que trazemos para esta dissertação estão sustentadas.

O segundo conjunto de capítulos (4, 5 e 6) apresenta a descrição de como aconteceram os experimentos aplicados. Apresenta ainda os resultados das observações de cada experimento, percepções e particularidades das entrevistas e imagens coletadas. E em seguida, cruzamos estas informações na busca de convergências e divergências de dados em que se possa basear um caminho

consistente sobre o protagonismo do ambiente e o papel do realismo na sensação de imersão das aplicações. No último capítulo, apresentamos um conjunto sumário de conclusões, sugerindo novas questões a partir das informações levantadas e propondo caminhos para novas investigações sobre o tema.

2. A Sensação de “estar lá”

2.1. Uma breve Arqueologia da Realidade Virtual

“... o futuro da inteligência visual deve ser capaz de penetrar o mundo invisível da consciência humana (pensamentos, motivações, propósito, medos, necessidades, aspirações, etc.) e penetrar na intrincada ecologia do mundo exterior.” (T.M.)⁹ (Findeli, 2000)¹⁰

A ilusão e a mimesis do real são propriedades da humanidade, fenômenos imanentes ao humano. São um empenho da subjetividade e da expressão para encontrar meios de atuar sobre e em busca do outro. Em “*Virtual Art – From Illusion to Immersion*”¹¹, (Arte Virtual – Da Ilusão à Imersão) o autor, Oliver Grau, historiador da Arte, Professor de Ciência da Imagem e Decano do Departamento de Estudos Culturais da Danube University, Áustria e editor do “*Media Art Histories (2007)*” MIT Press, reserva um espaço significativo do seu livro para o que podemos chamar de uma epistemologia da ilusão. Especialmente, no artigo: “*Immersive Image Strategies of Classical World*” (*Imagens Imersivas do Mundo Clássico*), Grau disserta sobre recursos da pintura em paredes da Roma imperial, o que caracteriza como sendo:

“... pinturas ilusionistas, não apenas miméticas” e que “pareciam estender a superfície da parede para além de um plano único”, onde a sala “parecia ter um tamanho maior que suas dimensões reais”, e em que o visitante era “conduzido para dentro da pintura (... in the picture ...), tornando imperceptível o limite entre o espaço real e a imagem produzida” (tradução do autor).

A arqueologia de Grau destaca como exemplo a “*Villa dei Misteri*”, em Pompéia, Itália, obra datada de 60 a.C., reaberta à visitação pública em março de 2015. A obra é uma pintura feita nas paredes do espaço em 360°, com vinte e nove figuras que o autor descreve como: “altamente realistas e feitas em tamanho natural”. Destaca ainda que a pintura: “ocupa quase completamente o campo de visão do observador”, e que um “background em vermelho brilhante e mármore talhado, ritmado por uma borda, são agrupados no ambiente de 5m x 7m”.

Figura 2

⁹ GUGELMIN, 2016.

¹⁰ FINDELI, 2001.

¹¹ GRAU, 2003.



Figura 2: Villa dei Misteri, Sala 5, Pompéia, 60ª a.c. Sopratendenza di Roma. D'après Oliver Grau "Virtual Art". MIT Press, Cambridge.

Tornar imperceptíveis os limites entre o real e a imagem imersiva, divergir planos para adicionar a ilusão de uma nova dimensão, considerar a perspectiva da visão periférica na composição, representar personagens e objetos em busca de uma percepção consistente com o "real", cuidar de cores, texturas, fundos e linhas condutoras da perspectiva, são ações que, em conjunto, demonstram a clara intenção de integrar totalmente o observador à imagem, conduzindo à sensação de "estar lá". Todas estas são estratégias, técnicas e ocupações comuns à rotina de produção, tanto de Designers dos afrescos de 60 a.C., como dos mais contemporâneos Designers de aplicações imersivas.

A técnica não determina a intenção da ilusão ou de ilusionar, esta sim, é atemporal. A técnica é uma instancia produtiva do "zeitgeist", palavra alemã que denota todos os meios, recursos e formas de expressão do espírito de um determinado tempo. Em última instância, a tecnologia não determina a ilusão de imersão, ela é determinada pela intenção do ilusionista, ou do Designer.

Esta associação de idéias pode apoiar o Designer contemporâneo na localização o seu papel no processo de operação e produção das novas ferramentas e meios tecnológicos. Abaixo, uma sequência do pensamento, a partir de outro autor, corrobora este pensamento.

Em: “*The VR Book, Human-Centered Design for Virtual Reality*”¹², Jason Jerald, pH.D em Ciência da Computação pela Universidade da Carolina do Norte, EUA, no capítulo “*A History of VR*”, abre seu pensamento associando diretamente a habilidade humana de imaginar, falar e desenhar nas cavernas com o que chamamos hoje de Realidade Virtual.

Destaca o uso de ilusões por egípcios, assírios, judeus, romanos e gregos para “*entreter e controlar*”.

“Embora as palavras e a forma de implementar tenham mudado pelos séculos, os objetivos centrais da criação da ilusão de transmitir o que não está presente e capturar nossa imaginação continuam os mesmos.” Jason Jerald (tradução do autor).

Se ainda houvesse dúvida sobre uma possível propriedade exclusiva dos tempos contemporâneos sobre as técnicas da Realidade Virtual, bastaria observar que, mesmo antes da fotografia ser inventada, a estereoscopia já havia sido.

Brooks, Kevin¹³, físico pelo Imperial College (UK), PhD pela Sussex University (UK), Professor especialista em percepção humana, atualmente Co-Diretor do Programa de Altos Estudos do Departamento de Psicologia da Univesidade Macquarie, Sydney, Austrália, apresenta a idéia de que poderia haver alguma possibilidade de demanda pela autoria da primeira imagem estereoscópica:

“Embora a primeira imagem estereoscópica não disputada tenha sido apresentada por Wheatstone em 1838, há indicações de dois estudos feitos por Jacopo Chimenti da Empoli (1600) que poderiam se unir para dar a impressão de profundidade estereoscópica, enquanto outros sugerem que a “Mona Lisa” de Leonardo da Vinci é o primeiro estereograma do mundo”. Brooks, Kevin (tradução do autor).

Contudo, segundo Jason Jerald¹⁴, com uma diferença de 6 anos entre uma afirmação e outra, foi em 1832 que Sir Charles Weatstone (apud Gregory, 1997) integrou espelhos angulados em 45° para “*refletir imagens nos olhos, da esquerda e da direita*”.¹⁵ Ainda Jerald afirma que David Brewster viria criar, posteriormente o Weatstone, um estereoscópio popular, que foi demonstrado em 1851 no Palácio de Cristal para a Rainha Vitória. Comenta que, sobre a invenção

¹² JERALD, op. cit.

¹³ BROOKS, 2017.

¹⁴ JERALD, op. cit.

¹⁵ Ibidem.

de *Brewster*, há uma estimativa feita pelo próprio que foram vendidos meio milhão de unidades do invento ilusionista naquele momento (séc. XIX).

Para efeito deste estudo, a discussão sobre a autoria é interessante, claro, contudo, mais significativo é o entendimento sobre a relevância que aqueles esforços ilusionistas dos artistas clássicos tiveram e, portanto, podem apoiar o Designer na busca por referências que o ajudem a entender melhor sobre códigos e regras conhecidos para formular novas formulas e regras de fato.

Vale destacar uma citação que *Jason* atribui ao poeta *Oliver Wendell Holmes*. Aqui, mais uma referência sobre a intenção artística em busca de uma imersão na cena, especialmente, faz referência à profundidade ou, a uma nova dimensão para a produção: “... é uma surpresa como nenhuma pintura jamais produziu. A mente sente o seu caminho para dentro da profundidade da pintura.” (apud, *Zone* 2007) ¹⁶

Jason destaca ainda semelhanças entre os equipamentos, *hardwares*. São informações que deslocam a idéia de completa inovação em torno dos sistemas de Realidade Virtual contemporâneos, valorizando a intenção ancestral de imaginar e comunicar: “*O design de Brewster é conceitualmente o mesmo que o do View-Master do século XX e do Google Cardboard de hoje.*” *Jason Jerald* (tradução do autor).

A genealogia dos aparatos e técnicas voltadas à imersão inclui, de forma inerente, o que chamamos hoje, de forma relativamente simplória, de: conteúdo. A intenção do Designer na direção da imersão desencadeia a evolução, tanto nos meios técnicos de reprodução como principalmente, na linguagem.

Neste contexto, a criação da perspectiva como recurso da linguagem da pintura renascentista é um fenômeno disruptivo tão importante que passa a caracterizar todo o movimento artístico e mudar a história da arte. A descoberta da perspectiva, em sua essência, é resultado da busca eterna por novas dimensões para o olhar. E, neste sentido, a arte encontra na matemática, especificamente na geometria, uma forma tecnicamente eficiente de “ilusionar”, ao entregar um estímulo de profundidade, a tridimensão em um plano naturalmente bidimensional.

¹⁶ Ibidem.

Aqui, é mandatório o destaque para dois personagens fundamentais neste processo da história da arte: *Filippo Brunelleschi* (1377, 1446) e *Gaspard Monge* (1746 a 1818).

O primeiro, *Felippo Brunelleschi*, florentino, era arquiteto, construiu a *Capela Duomo* da catedral de Santa Maria dei Fiori e, além de apresentar o projeto em uma perspectiva em um plano, defendeu a técnica em tratados, o que permitiu a outros artistas, arquitetos e pintores.

O segundo, *Gaspard Monge*, nascido na Borgonha, França, criou os fundamentos da Geometria Descritiva, território formal da matemática que lida com as representações tridimensionais em plataformas bidimensionais. E esta estruturação como campo da ciência matemática favoreceu o crescimento da iniciativa industrial que já se mostrava naquele momento no início do século XIX.

Em, “A Arquitetura de *Brunelleschi* e as Origens da Teoria da Perspectiva no Século XV”¹⁷, *Giulio Carlo Argan* (1909 a 1992), acadêmico italiano especialista em história da arte e *Nesca A. Robb* (1905 a 1976), historiadora irlandesa, aportam um entendimento sobre o desenvolvimento da perspectiva que é fundamental para este trabalho:

“A concepção do Design, como raiz comum de todas as artes, ou seja, como designação do valor absoluto da forma, está, portanto, intimamente relacionada com a concepção da perspectiva: a perspectiva é na verdade o método de Design, na medida em que é representação absoluta. É supérfluo ressaltar que representação e invenção podem ser termos equivalentes: porque não há representação, mas apenas limitação mecânica, se a imagem não substitui inteiramente o objeto e se torna um substituto dele como valor ou realidade autêntica, assim como a natureza, como representação da realidade, torna-se a única realidade autêntica para o pensamento do Renascimento.”¹⁸ *Giulio Carlo Argan e Nesca A. Robb* (tradução do autor).

Essencialmente, para efeito das reflexões a que este trabalho se propõe a provocar, a contraposição conceitual e entre a representação da realidade e a própria realidade se faz presente e contundente em *Argan* e *Robb*. Indica a convergência, sem jamais deixar margem à confusão, conceito central para o entendimento da virtualidade e da realidade, aspectos sobre os quais comentaremos à frente nesta dissertação.

¹⁷ ARGAN; ROBB, 1946.

¹⁸ Ibidem.

O processo de experimentação de Brunelleschi acontece, especialmente entendendo semelhanças entre aquele processo e os recursos contemporâneos. Em última instância, podemos observar que o sistema de cognição do olhar e seu respectivo processamento para a transformação em significado pouco mudou. Como se uma anatomia da imersão fosse similar e a busca por seus mecanismos de ativação se assemelhasse.

Em “Abordagem Histórica no Ensino de Matemática: o Caso da Representação em Perspectiva”, Joseane Pinto de Arruda, Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade Nova de Lisboa, Portugal; e Méricles Thadeu Moretti, Professor PhD titular do programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, nos ajudam com a descrição¹⁹:

“A fim de mostrar que cada um dos painéis pintados coincidia com a imagem real, Brunelleschi teria imaginado o seguinte dispositivo prático: o espectador deveria colocar diante de um espelho o quadro representando o baptistère de Florence, por exemplo, e, através de um pequeno orifício feito no quadro, olhar o reflexo da imagem pintada. Mas, para que o painel pintado e o modelo transparecessem o mesmo, o espectador deveria se colocar em frente ao modelo, exatamente onde o pintor teria se posto. A visão direta do modelo seria ocultada, mas o espectador, vendo com um só olho através do orifício, poderia verificar as regras da perspectiva central que permite construir uma imagem comparável com o objeto imóvel (Figura3).”

¹⁹ ARRUDA, 2011.

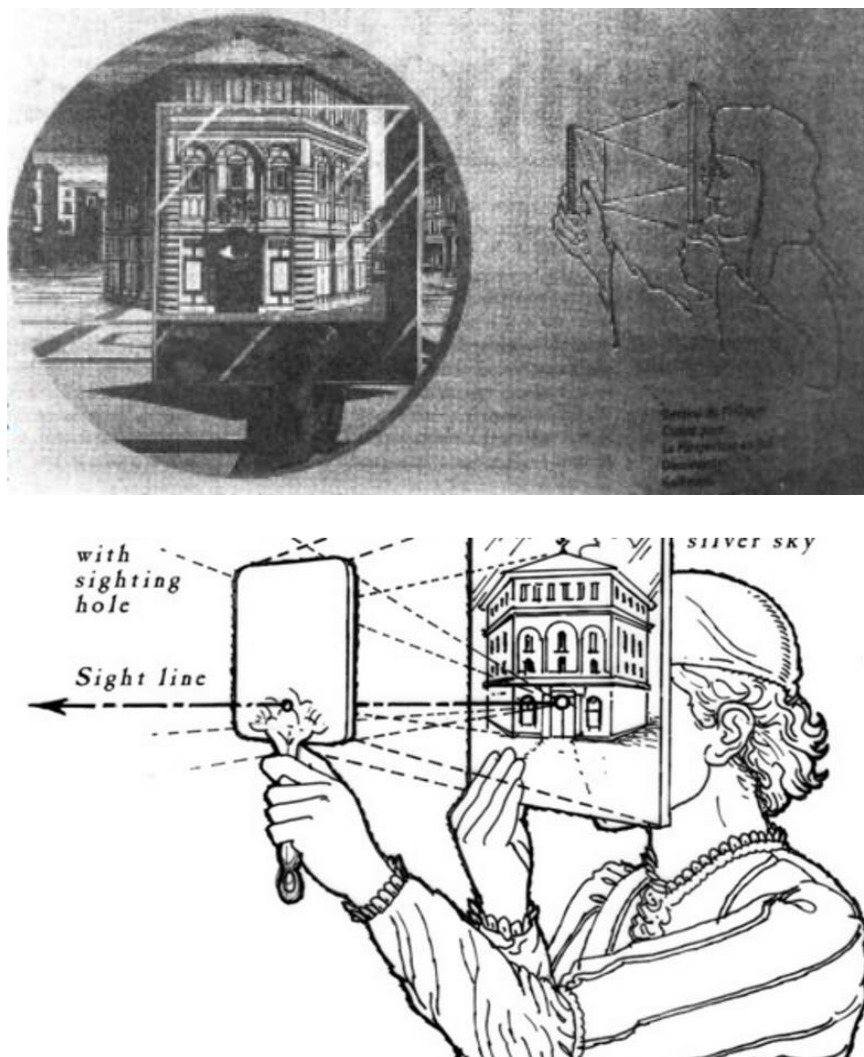


Figura 3: Acima a representação da visão pelo orifício, embaixo, o desenho esquemático do dispositivo de visualização de Brunelleschi. Removendo o espelho, permitia a comparação do reflexo da imagem com o próprio objeto.

O conceito deste dispositivo demonstra um fundamento muito similar ao da arquitetura das soluções dos sistemas contemporâneos de “Realidade Aumentada”, uma “manifestação” da “Realidade Virtual” em que, imagens geradas eletronicamente se unem dinamicamente a imagens capturadas do mundo real através dos sistemas óticos digitais.

No século XIX, a Geometria Descritiva de *Gaspard Monge* não apenas se estrutura como campo fundamental da matemática a partir de seu tratado “*Géometrie Descriptive*”, como passa a ser uma revolução no método do desenho e da perspectiva. O “Método de Dupla Projeção Ortogonal” de Monge.

Em duas “vistas”, ou planos, dispostos ortogonalmente e perpendiculares, imagens são representadas. Assim, duas imagens simultaneamente apresentadas

para a observação de objetos no espaço tridimensional a partir de imagens bidimensionais.

Para o melhor entendimento do Sistema de Monge, Neill Hughes, Professor da University of Plymouth, UK, representa graficamente o método de acordo com as Figura 4 e 5 abaixo, acrescentando a explicação:

“A Geometria Descritiva provia um método de representar graficamente objetos de forma inequívoca e com acuro. É baseada em projeções perpendiculares da geometria em planos perpendiculares. A Geometria Descritiva de Monge forma a base do que hoje é chamada de Projeção Ortográfica”. (tradução do autor).

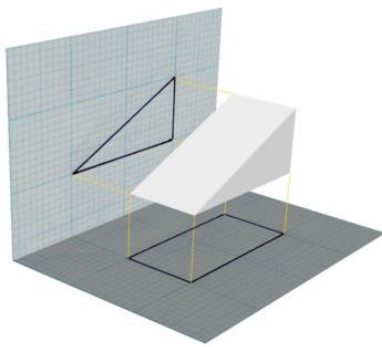


Figura 4: Projeção clássica, como concebida por Monge.

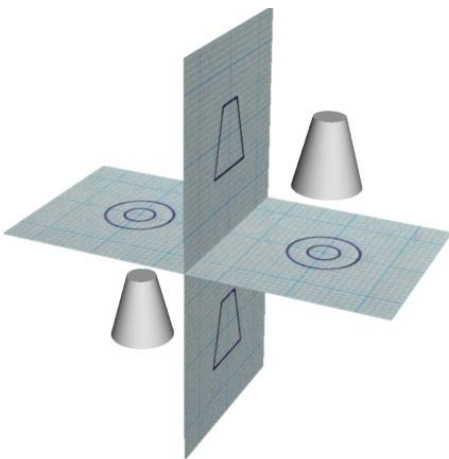


Figura 5: Versão baseada nos planos originais de Monge. Tem quatro quadrantes separados.

Não é por acaso que o ambiente de modelagem tridimensional dos principais sistemas de edição de imagens 3D trabalha com o canvas em vistas múltiplas, Figura 6. Veremos à frente, na descrição dos experimentos desta pesquisa, exemplos de telas em que foram desenvolvidos os softwares de

Realidade Virtual, outros bons exemplos vivos e contemporâneos do legado de Monge.

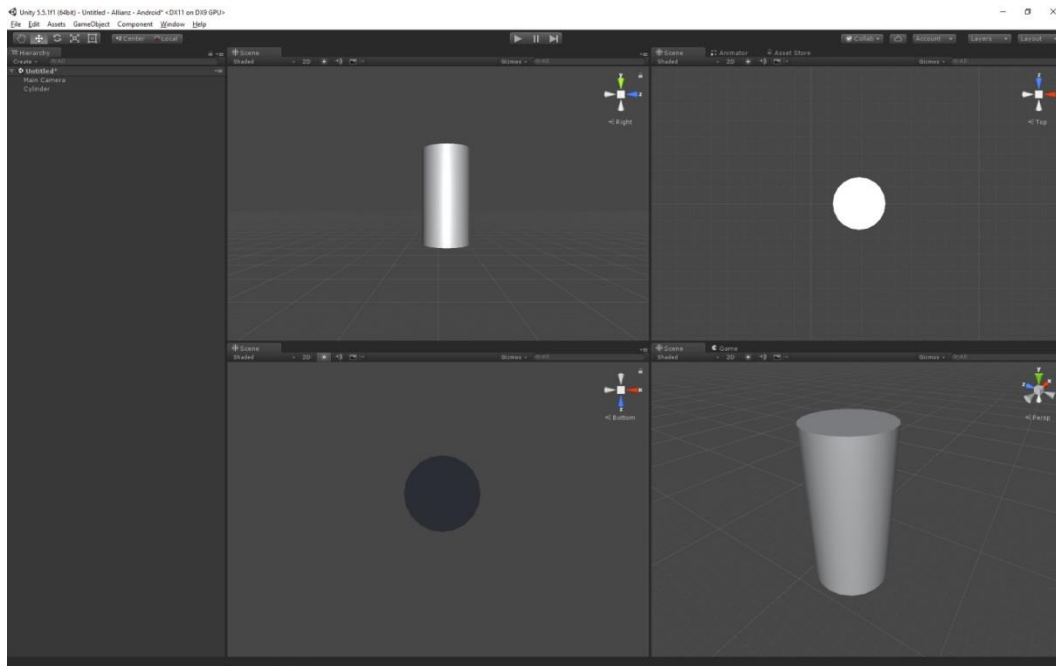


Figura 6: Exemplo de configuração da tela de modelagem tridimensional da Plataforma de Desenvolvimento de Games – Unity, utilizada para o desenvolvimento de aplicações desta pesquisa.

Para efeito da construção de uma base sólida sobre o tema desta dissertação, percorremos momentos da história que decorrem em um movimento fundamental para esta breve arqueologia da imersão: as pinturas panorâmicas ou *Panoramas*, especialmente a produção do século XIX e início do século XX: “A nova palavra é uma combinação do grego PAN (completo) e horama (vista). Palavra forjada entre 1787 e 1891 para substituir o original francês”²⁰.

O *International Panorama Council* (IPC) (Conselho Internacional de Panoramas) se apresenta em seu website como: “... uma organização internacional de especialistas em Panoramas comprometidos com em suportar a herança e a conservação dos poucos legados panoramas datados do século XIX e início do século XX”.

Sara Velas, Presidente do IPC, fundadora do Panorama Velaslavasay, graduada pela Escola de Artes da Universidade de Washington em St. Louis destaca:

²⁰ WEISS; SIMONCELLI, 2002.

“A palavra “panorama” é comum na linguagem moderna. Mas o termo foi originalmente criado no século XVIII para um espetáculo visual extraordinário. Um panorama (ou um cyclorama como é chamado em algumas partes do mundo) inclui uma pintura enorme (...). No seu sentido original, o panorama é uma grande pintura cilíndrica, juntamente com o seu primeiro plano em 360 graus, que envolve o espectador em um continuum virtual. Assim, um panorama cria a ilusão de estar no meio de uma paisagem e cena, enquanto os eventos descritos estavam acontecendo. A iluminação natural de uma fonte invisível acrescenta realismo à experiência virtual”.

Sara Velas (tradução do autor).

Uma imagem em larga escala, com uma preocupação fundamental com os planos e com o ambiente, feita em 360°, em volta do espectador em um “*virtual continuum*”, com a ilusão de “*estar no meio do ambiente (panorama) e de uma cena*”, cuja iluminação vem de “*uma fonte invisível que colabora para a experiência da Realidade Virtual*”...

Ora, encontramos aqui uma descrição de tarefas e características que novamente conectam a agenda de artistas daquele momento com as rotinas dos artistas contemporâneos da virtualidade.

Para efeito de ilustração acerca dos panoramas, valem dois destaques: uma notícia e um recorte fotográfico, ambos originados a partir de material publicado no website do “*International Panorama Council*”. Vale ainda um destaque para comentar que o IPC colabora com as publicações do MIT Press, editores de duas das principais fontes desta dissertação.

Assim, como primeira representação sobre as características contemporâneas dos panoramas, o IPC noticia sobre a possibilidade única de ver um diorama histórico. Destaca na notícia sobre a oportunidade: “... *um dos poucos diorama históricos sobreviventes.*” É uma pintura que foi aberta para uma sessão de fotografia e “*reenrolada para correta conservação e guarda*”, no início de 2017.

O diorama: “*Siège et prise du château des Tuileries le 10 août 1792*” (Cerco e captura de Chateau Tuileries em 10 de agosto de 1792) (Figura 7) é uma pintura feita por dois pintores: L.Bang e O.LOrch, em 1889. A obra mede originalmente 5m de altura por 17metros de largura, e cuja parte central encontra-se preservada, medindo 5m x 17m.



Figura 7: Reenrolando o diorama (2017-01-05), © Patrick Deicher.

Uma etimologia da palavra “diorama”, referenciada do *Treccani.it*, um serviço online sobre cultura italiana, nos ajuda a entender sobre a importância deste tipo de panorama. Explica que a palavra “Diorama” é uma contração entre duas palavras gregas: “dio” que significa “através de” e “horama” que significa “vista”, e que é um sub tipo de um panorama. Vai ainda além da explicação etimológica destacando características de um diorama que poderiam ser facilmente uma explicação atual sobre a produção de um projeto em Realidade Virtual contemporâneo digital.

*"Diorama s. m. 1. (...) com diferentes e adequadas alterações na intensidade e posição das luzes, foram obtidos diferentes efeitos (hora do dia ou da noite na mesma paisagem, ilusão de movimento, sobreposição progressiva de duas cenas diferentes, etc). 2. Panorama, convenientemente colorido e iluminado, que é observado com lentes apropriadas, dando impressão de realidade; Além disso, pontos de vista que são reforçados com artifícios adequados e efeitos de perspectiva."*²¹ (tradução do autor).

A segunda representação sobre as características dos panoramas é uma comparação entre as imagens que se revezam no website do IPC. Lado a lado, colaboram para uma conexão visual atemporal acerca dos Panoramas. As datas das imagens, temas, artistas e técnicas nos apoiam no entendimento acerca desta conexão. As imagens são registros históricos e têm um cuidado especial com a iluminação, características que atribuem à esta categoria de imagem uma ligação direta inquestionável com a genealogia de uma virtualidade contemporânea.

²¹ TRECCANI, 2017.

Vale ainda destacar que se observe o protagonismo do ambiente e da cena para a conexão com a história. Essencialmente, o DNA da virtualidade coloca inquestionavelmente o ambiente protagonista como agente da imersão.

Sequência de Panoramas apresentados no website do IPC, Figura 8 a 18:



Figura 8: Batalha de Plevna, Bulgária.



Figura 9: Batalha de Ji Nan, China.

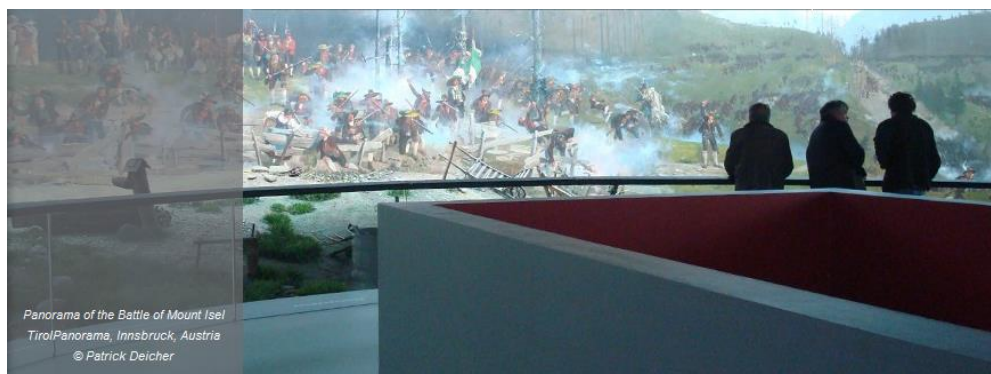


Figura 10: Batalha do Monte Isel, Innsbruck, Áustria.



Figura 11: Bourbaki Panorama, Lucerna, Suíça



Figura 12: Rouen, França, 1431

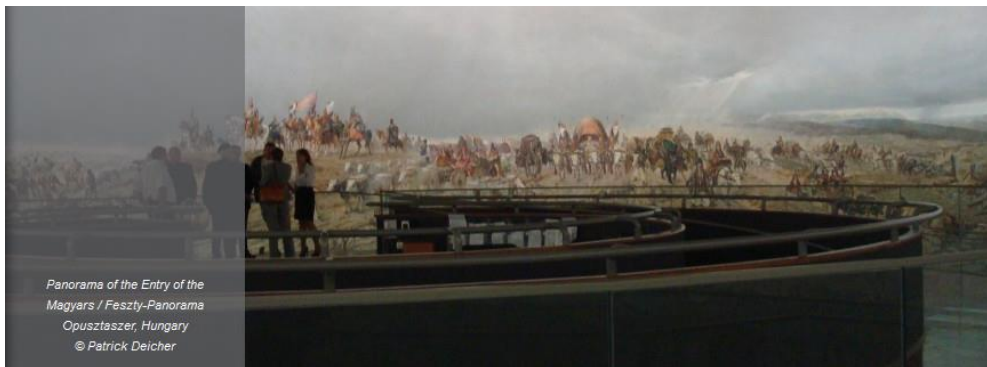


Figura 13: Entrada dos Magyars, Hungria.



Figura 14: Cyclorama, por Sanford Wurmfeld, Edimburgo, Escócia, 2008

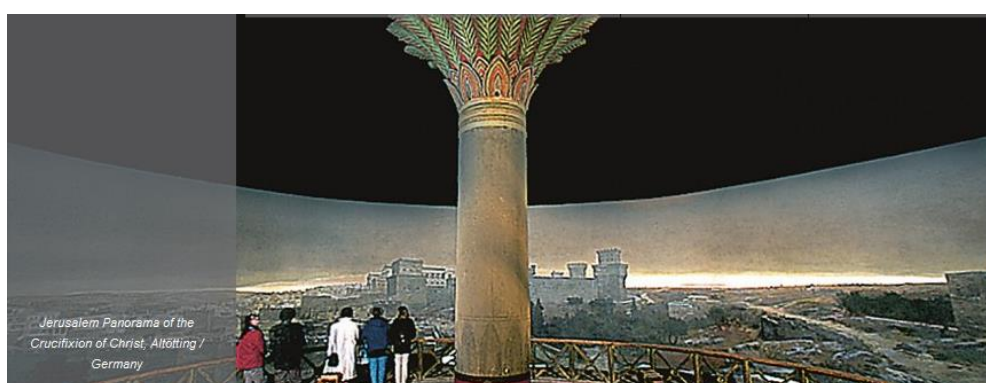


Figura 15: Jerusalem, Crucificação de Cristo, Altötting, Alemanha



Figura 16: Jerusalém e a crucificação de Cristo, Einsiedeln, Suíça.



Figura 17: Batalha de Waterloo, Braine l'Alleud, Bélgica.



Figura 18: Panorama interativo eletrônico, Lucerna, Suíça, 2010.

Em “*Illusions in Motion – Media Archeology of the moving panorama and related spectacles*”²², (Ilusões em Movimento – Arqueologia de mídia dos panoramas em movimento e espetáculos relacionados); o autor, Professor *Erkki Huhtamo*, Professor do Departamento de Design Mídia Artes, Filme, Televisão e Mídia Digital da Universidade da Califórnia (*UCLA*), dissecou, em 12 capítulos, a natureza de um “Novo Panorama”.

Para ele, “o ambiente não pode prescindir do movimento e assim encontra um elemento fundamental no processo narrativo do novo “espetáculo” do início do século XX.” Afirmação que já identifica o protagonismo do ambiente, importante pressuposto desta dissertação.

Em “*From a Stationary to a mobile Medium*” (“De estática a uma mídia em movimento”), o Professor *Huhtamo* abre seu texto sobre a introdução do movimento nos panoramas citando uma chamada ao público que dizia: “Nós aconselhamos nossos leitores a não negligenciar a presente oportunidade de

²² HUHTAMO, 2013.

testemunhar os espetáculos mais magníficos que já foram apresentados na Província” *Hamilton Spectator*, 15 de maio de 1850.

A “vocalção” do Panorama para a interação já se manifestava ali, no século XIX. O que ilumina o entendimento sobre como a linguagem imersiva seja tão diretamente e intrinsecamente ligada aos jogos eletrônicos e à interatividade em sua forma contemporânea. Ao registrar o surgimento de versões da linguagem dos panoramas para brinquedos e jogos, *Huhtamo* descreve:

“O fascínio do público ecoou pelos nomes dos novos brinquedos e jogos. Os Myrioramas, Panoramacopias, Dominoramas, Cycloramas ou simplesmente Parnoramas tinham pouco em comum com os grandes Panoramas. O “The Panorama of Europe: A New Game”, publicado por J. & E. Wallis em 1815 era um jogo de tabuleiro”. (tradução do autor).

O Panorama em movimento era um aparato que fazia rolar uma imagem por trás de uma janela através de um sistema mecânico. O curioso é que, segundo *Erkki Huhtamo*, “... o espetáculo era composto por um apresentador, música e ocasionalmente sons e efeitos de luz.”. Seria como um cinema na janela, uma descendência da sua TV ou das janelas que abrimos em nossos sistemas operacionais.

O Panorama em movimento decorre ou “foi inspirado pelos Panoramas circulares”, permanentes. Contudo, o Panorama em movimento era uma mídia itinerante, dinâmica, e acionava novos aspectos da sensação de imersão, que aponta similaridades significativas com o esquadro de preocupações do Designer de imersão contemporâneo. Em “*Moving Panorama – A Missing Medium*”, *Huhtamo* afirma:

“Panoramas circulares enfatizaram a imersão em um lugar ou evento, enquanto os panoramas em movimento se baseavam mais na narração e nas combinações de diferentes meios de expressão. A sensação de viajar praticamente de um lugar para outro, ou de tópico a tópico, era importante para o segundo, mas a imersão perfeita não era o objetivo principal.” Huhtamo. (tradução do autor).



Figura 19: Uma Caixa de Espiar itinerante. Esta caixa, operada a manivela, apresenta um rolo com a impressão a ser vista pelo sistema ótico.



Figura 20: Panorama em movimento de brinquedo para crianças, feito de forma rudimentar de madeira. UK, 1830. Um rolo de pintura colorida à mão que contém cenas de uma conhecida poesia infantil, incluindo "Ding Dong Bell" (ilustrada).



Figura 21: Ilusões de Ótica ou Panoramas em movimento de Fore. Dando Vida a objetos inanimados. 1833



Figura 22: Um brinquedo, a Lanterna Mágica com Panoramas em movimento. Projetando uma série de imagens a partir de um repositório de metal que guarda pinturas em um rolo transparente. 1879 O sistema sugeria uma gelatina flexível como material dos rolos. Ernest Plank. Nuremberg, Alemanha.

“The VR Book, Human-Centered Design for Virtual Reality”, (*“O Livro VR, Design centrado no humano para Realidade Virtual”*), talvez seja, até hoje, uma das mais completas obras sobre o DNA da experiência imersiva. O autor Jason Jerald, PhD em Ciência da Computação pela Universidade da Carolina do Norte, percorre aspectos de contexto histórico com detalhes, descreve a evolução da técnica, tanto pelo aspecto do hardware como do software, aborda aspectos da percepção humana, discorre ainda sobre a relação com a produção de conteúdo, fundamental para esta dissertação, e ainda provoca uma reflexão importante sobre aspectos da produção e do aprendizado iterativo no processo de criação. É, portanto, uma referência significativa para este trabalho.

Para efeito da conclusão deste capítulo, em que buscamos criar uma plataforma de apoio para a pesquisa a partir de outros autores e publicações, utilizaremos as referências históricas de *Jerald* do capítulo *“History of VR”* como uma guia temporal complementar ao que descrevemos até agora.

Neste momento, esta contextualização histórica poderia partir dos Panoramas em Movimento para a criação da Fotografia e posteriormente entrar na invenção do Cinema, para, em seguida, voltar à linha da Realidade Virtual, como se fora uma consequência direta cronológica e linear destes fenômenos. Contudo, a proposta deste projeto de pesquisa é observar diretamente uma particularidade do campo da Realidade Virtual.

Além disso, e talvez mais significativamente, a linearidade narrativa com que, tanto da Fotografia como o Cinema, evoluíram historicamente, imprime a impressão de que, ao menos sob o ponto de vista da narrativa, há uma separação importante, histórica e de natureza, entre os campos de estudo. Contudo, *Jerald* encontra uma similaridade entre a Realidade Virtual de hoje e o surgimento do filme ou fotografia em movimento, através do que chamou de *“hype”*, e *“medo da nova mídia artística”*. Descreve o caso da exibição de: *“L’arrivée d’un train en gare de La Ciotat”*, em 1895. Um filme, naquele momento ainda objeto de curiosidade, em que *“pessoas gritavam e corriam para trás da sala de exibição ao ver o trem na tela em movimento vindo em sua direção”*. Apesar de similaridade neste aspecto da reação direta do público, rapidamente o filme passou a ser Cinema e a agenda de sua evolução se descola da agenda da Realidade Virtual como conhecemos hoje.

A partir dos panoramas circulares e em movimento, os marcos históricos do que chamamos hoje de Realidade Virtual estão mais próximos de uma nova linearidade da narrativa, uma linearidade dinâmica. Sua estrutura não abre mão do corpo como premissa da interface, assume o ponto de vista dinâmico como objeto fundamental, determina e reafirma como outrora o ambiente como protagonista, e passa a integrar os desafios da pesquisa nos campos da Matemática, da lógica visual e, mais recentemente, da Ciência da Computação e do Design, assim como foi com a invenção da Perspectiva na Renascença.

Esta separação de fundamento nos permite entrar com consistência na cronologia dos eventos marcantes para a evolução do que chamamos hoje de Realidade Virtual. Ainda sobre esta separação, o reencontro de propósitos das narrativas imersivas com as histórias, tão evoluídas no Cinema e na Fotografia, talvez seja hoje a maior oportunidade de campo para evolução de uma convergência de mídias e, principalmente de uma nova expressão artística contemporânea.

Este é um momento divisor de águas, histórico para uma correta cronologia do universo VR. As propostas de imersão passaram a considerar a experiência a partir de uma proposta de arquitetura solitária, que se pudesse “usar”, algo vestível, uma órtese, como se fosse “adsorvido” pelo corpo a partir da perspectiva visual, portanto, de olhos e, claro, da cabeça.

Os devices montados na cabeça ou “*head-mounted displays*”, (HMD) são hoje premissa comum na indústria VR. Os HMDs contemporâneos são equipamentos herdeiros do legado de séculos de ensaios, estudos, pesquisas, produções artísticas, da arquitetura e da engenharia em busca do virtual, aquele mesmo moto que abre este texto.

Um device (FIGURA 23), patente de *Albert Pratt*, 1916, que o Professor Jason Jerald chamou de “*novo conceito de interação, VR-related*”, vai “*além do que simplesmente apresentar imagens visualmente*”.²³ O sopro substitui as mãos neste device como interface. Apresenta as premissas sobre as quais comentamos acima e ainda ensaia a multimodalidade.

²³ JERALD, op. cit.

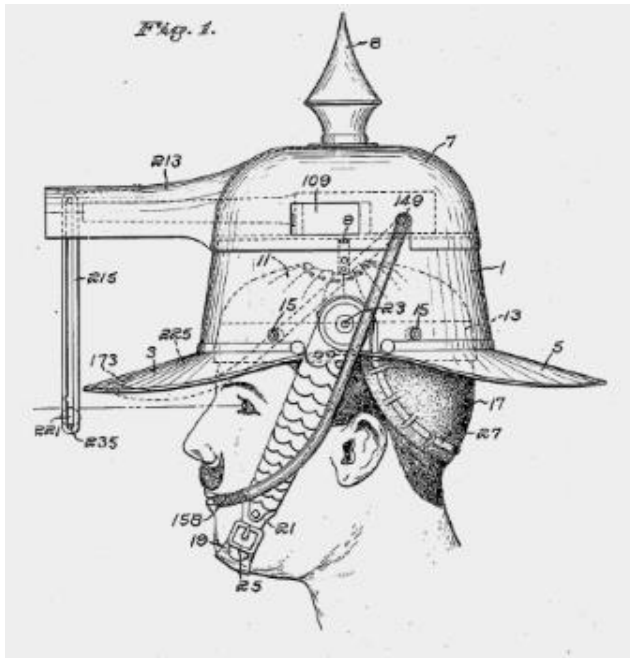


Figura 23: Dispositivo de Pratt, 1916.

Recorremos a uma referência visual (Figura 24) apresentada no capítulo “History of VR”, que consolida uma cronologia da evolução dos suportes técnicos montados diretamente na cabeça. Uma genealogia direta dos devices contemporâneos próprios do universo da Realidade Virtual.

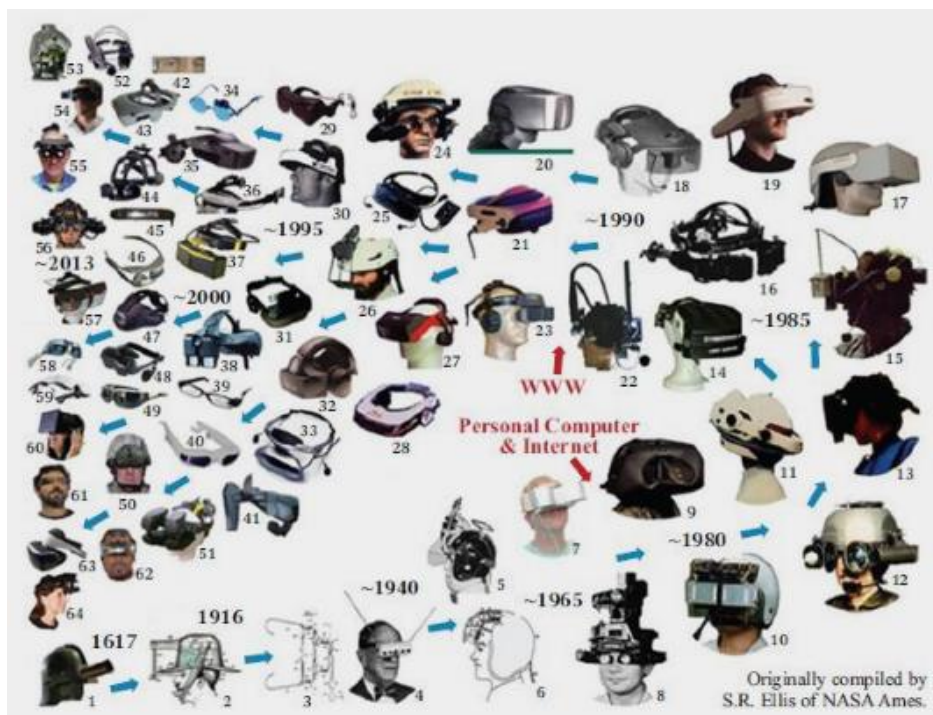


Figura 24: HMDs e visualizadores pelo tempo (Baseado em Ellis 2014, apud Jerald).

Em 1928, *Edwin Link* patenteia o primeiro simulador de vôo mecânico (Figura 25). Inicialmente motivado pela idéia de vender a invenção para as forças militares, dado o cenário geopolítico daquele momento, *Link* acaba não tendo êxito neste setor e inaugura seu equipamento em um parque temático. Mais tarde, contudo, venderia vários simuladores para a Força Aérea Americana.

Cabe destaque a esta invenção pela premissa da multimodalidade, em que o corpo é envolvido e é agente fundamental da “simulação de realidade”, ao ponto de se apresentar como um meio de treinamento de guerra.

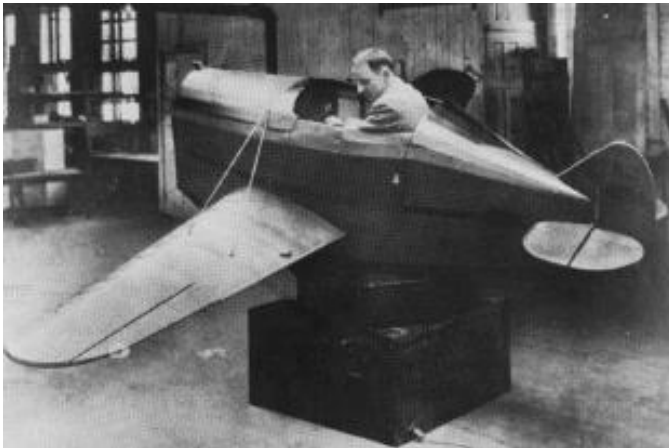


Figura 25: Primeiro simulador de vôo, Edwin Link, 1928.

O HMD (head-mounted display) mais próximo de como conhecemos hoje foi patenteado em 1960, apesar de seu desenho original ser de 1950, criado e produzido por *Morton Heilig*.

Além da característica fundamental de ser montado na cabeça, a invenção de Morton (Figura 26), já concebida com a idéia de multi modalidade: “140° de visão horizontal com campo de visão vertical, som estéreo através de fones, bico que exala uma brisa com temperaturas diferentes, assim como cheiro”.

O Design do equipamento é significativamente semelhante aos devices mais modernos, um “wearable” device (equipamento “de vestir”), móvel e único.

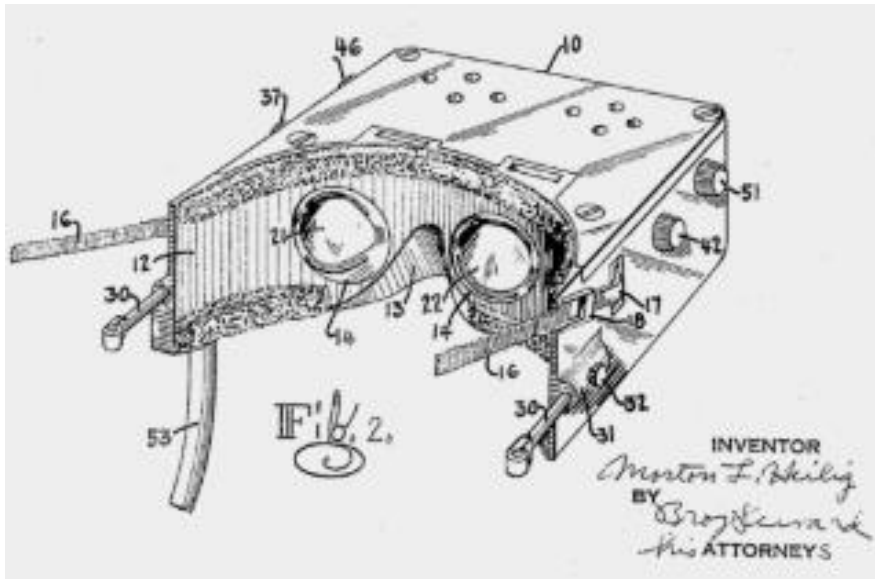


Figura 26: Desenho esquemático do HMD de Hellig, 1960, Patente de um aparato Televisivo.

Simultaneamente *Morton* patenteia seu display fixo (Figura 27) com a idéia de fundamental de permitir uma imersão “completa”. O *Sensorama* provia “visão estereoscópica das cores, um campo de visão largo, som estéreo, uma inclinação do assento, vibrações, cheiro e vento”.



Figura 27: Sensorama de Morton permitia estar “inteiramente imerso” e prometia levar você para outro mundo! Em 1961!

Vale uma observação curiosa sobre o centro da atenção do reclame do Sensorama. O aparato prometia: “*levar você para outro mundo*” em 1962. Abaixo, um anúncio do equipamento “*Samsung Gear VR*”, suporte físico dos esforços da companhia coreana de eletrônicos: *Samsung*. No texto deste anúncio de 2016 o produto promete “... levar você para outro mundo...”.

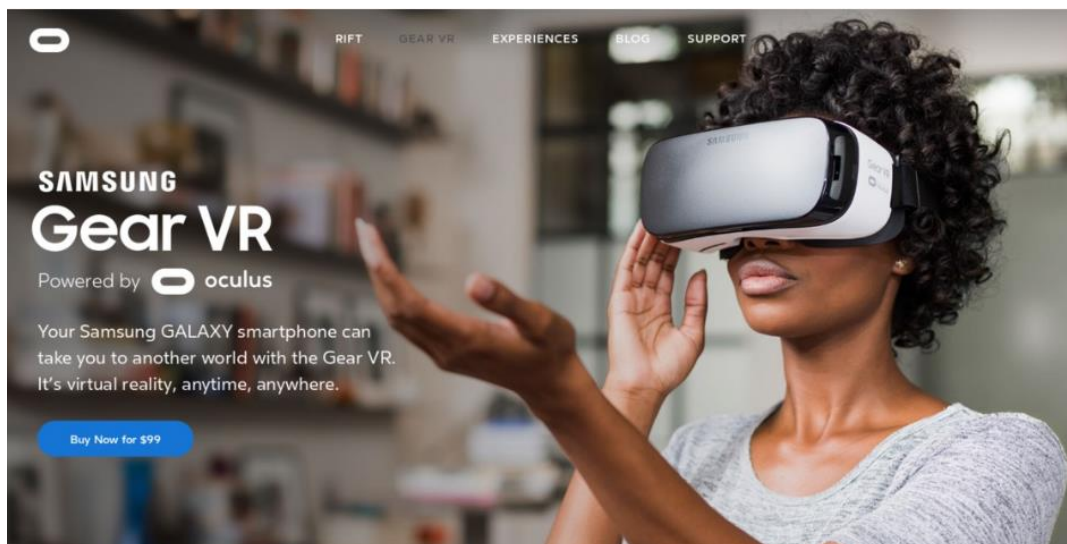


Figura 28: Gear VR da Samsung prometia levar você para outro mundo! Em 2016!

A multimodalidade é uma propriedade intrínseca à Realidade Virtual. É um importante objeto de pesquisa e que a distingue de qualquer outra mídia. Em 1961, o movimento da cabeça passa de fato a funcionar em uma patente da Philco Corporation (Figura 29). O movimento da cabeça controla de forma consistente uma câmera em outro ambiente. *Jason* aponta como a primeira experiência funcional em tele presença da história.



Figura29: “Observador de cabeça” da Philco. 1961.

Ainda colaborando com a idéia de que, para haver Realidade Virtual, uma aplicação ou instalação deve fundamentalmente conter um empenho na direção da multimodalidade, a partir da década de 60, o sentido tátil ganha um papel importante na atenção das pesquisas. O “*Force Feedback*”, estímulo haptico, popular nas plataformas de jogos eletrônicos, foi pela primeira vez ativado com sucesso em 1990 (Figura30). Resultado de um projeto de pesquisa da Universidade da Carolina do Norte, liderado pelo Dr. Frederick P. Brooks, o experimento resultou “*não apenas em uma interação visual, mas incluía também uma plataforma onde moléculas (objeto da pesquisa) poderiam ser sentidas*”.

Reservamos um espaço significativo mais a frente nesta dissertação para a boa compreensão sobre os sistemas hapticos e sua importância, tanto para esta pesquisa em Realidade Virtual, como para projetos em VR multimodal.

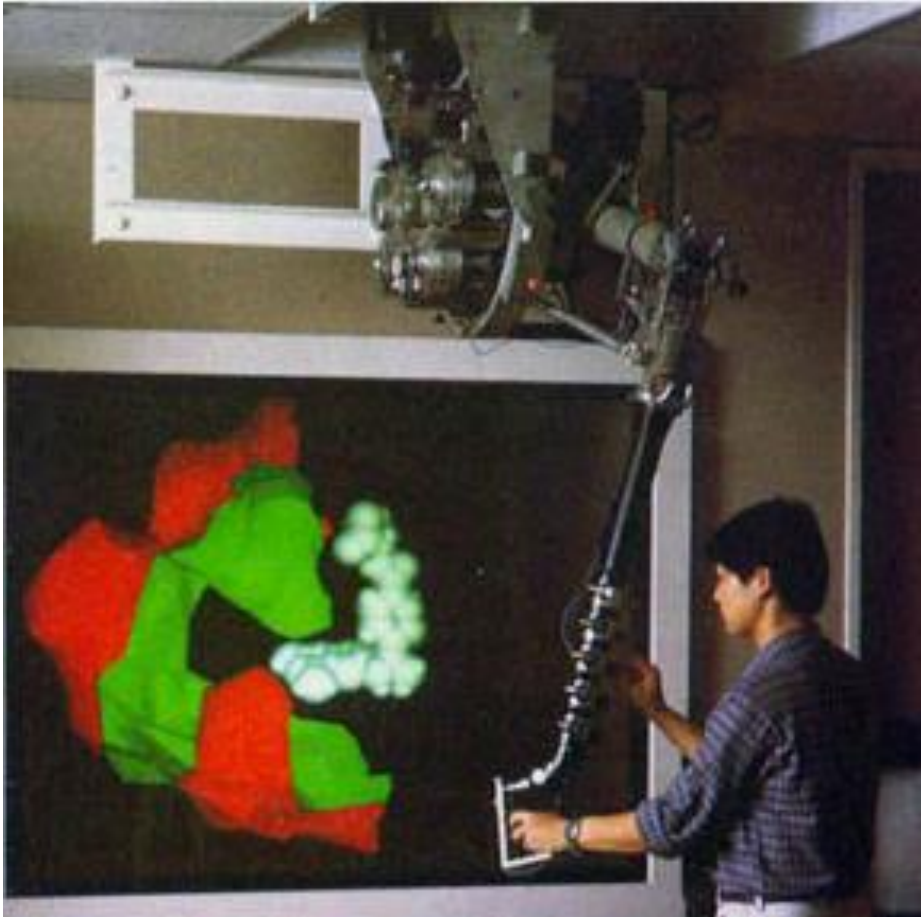


Figura 30: *Gropo-III display haptico para acoplamento molecular, 1990.*

O “primeiro HMD estereoscópico com controle de movimento de cabeça comercialmente viável e com um campo de visão largo foi chamado de *Virtual Visual Environment Display*”. O VIVED foi criado em 1985 por Scott Fisher e outros pesquisadores da NASA (Agência Espacial Americana) (Figura 31).



Figura 31: Sistema de visualização da NASA.

Neste momento, *Jason Jerald* traz duas informações importantes para a história da Realidade Virtual. Aponta que a viabilidade comercial do primeiro sistema *HMD* da *NASA*, combinada com a viabilidade comercial do “*Convolvotron*”, sistema de controle de execução de som binaural em ambiente VR, criado pelos engenheiros *Scott Foster* e *Beth Wenzel*, demarcam o nascimento da indústria da Realidade Virtual. Afirmação justificável na medida em que a viabilidade comercial dos produtos VR dispara um crescimento exponencial do ecossistema de agentes atuadores ao redor da tecnologia, desde a fabricação de hardware, acessórios, distribuição, venda, desenvolvimento de softwares, geração de conteúdos relevantes, e especialmente fomenta mais pesquisa e desenvolvimento na media da sua participação na vida do cidadão comum.

A empresa “*Visual Programming Language*”, *VPL Research*, fundada por *Jaron Lanier* e *Thomas Zimmermann*, saídos da tradicional empresa de jogos eletrônicos, Atari em 1985, lança comercialmente luvas de Realidade Virtual, com *HMD* e software. “Neste período *Jaron* cunhou o termo “*Virtual Reality*””.

A década de 1990 caracteriza-se, ainda segundo *Jerald*, como “o período em que a Realidade Virtual explodiu através do grande volume de empresas com foco no mercado de pesquisa profissional e de entretenimento”.

O movimento não teve uma resposta a altura das expectativas do início da década. Jason aponta que a tecnologia não foi capaz de acompanhar estas expectativas. Assim, em 1996 a indústria chegou ao seu limite e a contrair.

O período entre a chegada do novo milênio, até 2012, fica caracterizado como o “*inverno da Realidade Virtual*”.

Concluindo seu trabalho sobre a história dos sistemas imersivos, seus desafios e descobertas, *Jason Jerald* reserva um espaço para uma visão importante. O que talvez, para efeito desta dissertação, seja um dos principais momentos desta história. *Jerald* valoriza e coloca luz sobre o momento em que, segundo ele: “a comunidade VR começou a se voltar para o Design centrado no usuário, no humano”. Afirma que “difícilmente um “paper” seria aceito em uma conferência sem que incluísse algum meio de avaliação formal”. Termina ainda com uma crítica, ao mesmo tempo em que aponta uma oportunidade:

“Milhares de trabalhos de investigação relacionados com VR desta época contêm uma riqueza de conhecimentos que hoje, infelizmente, é largamente desconhecida e ignorada por aqueles que são novos na VR”. *Jason Jerald*(tradução do autor).

No congresso do “*Institute of Electrical and Electronics Engineers*”, conhecido como IEEE de 2012 sobre Virtual Reality, na Califórnia:

“O (produto) *Field of View To Go (FOV2GO)* foi apresentado como uma Solução de baixo custo e ganhou o prêmio de melhor produto de demonstração no congresso do IEEE de 2012.

O *FOV2GO* foi um projeto de arquitetura aberta, parte do *MxR Lab's* (Laboratório de Realidade Mixada da Universidade do Sul da Califórnia), precursor da tecnologia da maior parte dos HMDs de hoje em dia. Naquele momento, um dos membros daquele Laboratório chamado *Palmer Luckey* começou a compartilhar seu protótipo no evento “*Meant to be Seen*” (Algo como: “feito para ser visto”). “*Ali conheceu John Carmack e fundou a empresa Oculus VR.*” (tradução do autor).

No momento em que *Jerald* editou o livro: “*The VR Book, Human-Centered Design for Virtual Reality*”²⁴, *John Carmack* era o principal executivo de tecnologia da empresa *Oculus VR*. Empresa que viria a protagonizar uma das

²⁴ Ibidem.

maiores operações financeiras do mercado de tecnologia, mencionada no capítulo introdutório deste trabalho.

Jason Jerald inicia sua conclusão descrevendo que, “*pouco tempo depois de sair do laboratório, Carmack lança o Oculus Rift no Kickstarter*”, momento em que “*a comunidade e a mídia “fecharam” em torno da Realidade Virtual novamente.*”.

Jason fecha com uma abertura para o futuro quando, descreve que “*companhias, desde startups até empresas da Fortune 500, começaram a ver valor na Realidade Virtual e começaram a prover recursos para o desenvolvimento, incluindo o Facebook, que comprou a empresa Oculus VR em 2014 por US\$2 bilhões.*”, o que chamou de “*Nascimento de uma nova era para a Realidade Virtual.*”. E, com alguma inflexão dramática, conclui: “*Uma nova era para a Realidade Virtual nascia*”.

Colaborando com a progressão histórica em que tantos pesquisadores participaram, entre 2014 até hoje, 2017, além do crescimento do ecossistema de desenvolvedores VR em todo o mundo, a popularização dos sistemas VR passa a ser o grande desafio e moeda de valor para a indústria.

Fatos relevantes do período merecem destaque:

A empresa *Google* lança seu produto, o *Google Card Board*, que permite a qualquer um fazer o *download* e imprimir seu próprio device.

O serviço de mídia social online, *Facebook*, passa a integrar posts VR em sua “*timeline*”, principal interface do sistema.

A empresa coreana *Samsung* lança sua plataforma VR em que, além de ter devices players com capacidade de processamento preparada para executar aplicações com desempenho adequado, lança seus *Oculus Gear VR*, licenciados da empresa *Oculus*. Além de lançar um ambiente de aplicações imersivas próprio, lança também suas câmeras de gravação VR 360°, com forte presença de mídia.

A concorrência por dispositivos que geram imagens imersivas aumenta também no segmento chamado de “*action cams*” ou “*câmeras de ação*”, como a *GoPro*, empresa que fabrica uma câmera com grande portabilidade, velocidade de gravação de movimentos, combinada com um sistema ótico com lentes grande

angulares, extremamente úteis para a composição de plataformas de câmeras para gravação de vídeos VR.

A empresa taiwanesa, High Tech Corporation, HTC, lança sua plataforma “Vive” (Figura 32), tecnologia imersiva, colaborativa e preparada para interações entre pessoas. Extremamente versátil e que permite deslocamento

A empresa japonesa Sony (Figura 33) e a Oculus (Figura 34) adicionam novas features a suas plataformas VR como uma modalidade para jogos eletrônicos com funcionalidades hapticas.

Naturalmente, neste cenário as expectativas comerciais crescem vertiginosamente. Contudo, ainda é importante que estas expectativas comecem a se confirmar efetivamente para que o ecossistema evolua em plena função e o futuro não reedite outro “inverno da Realidade Virtual”.

A propósito do fechamento desta breve arqueologia, talvez o futuro da indústria seja função de respostas sobre a relevância das experiências imersivas para as pessoas, sua possibilidade de participação, intervenção e edição, próprios da contemporaneidade. Assim, o Design centrado no humano deveria orientar seu olhar para as relações de causa e efeito de suas técnicas, em quem se conhece de fato o pacto que aquela experiência traz para o humano. E, como vimos aqui, este ponto pelo menos, definitivamente não é novidade.

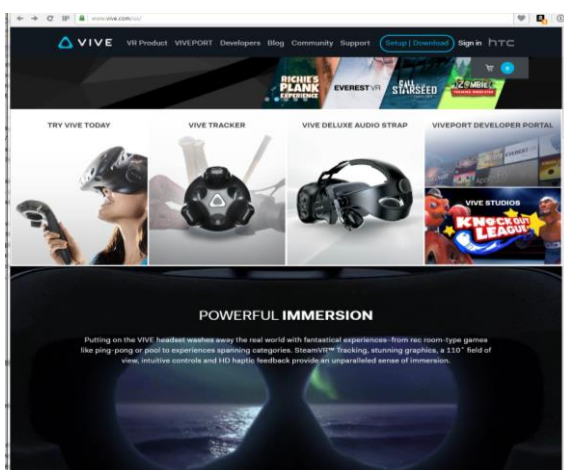


Figura 32: Website da empresa HTC promovendo sua plataforma Vive

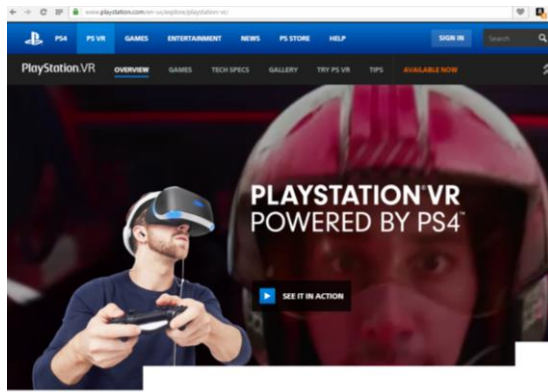


Figura 33: Website da empresa Sony promovendo a funcionalidade VR para sua plataforma de jogos eletrônicos Playstation

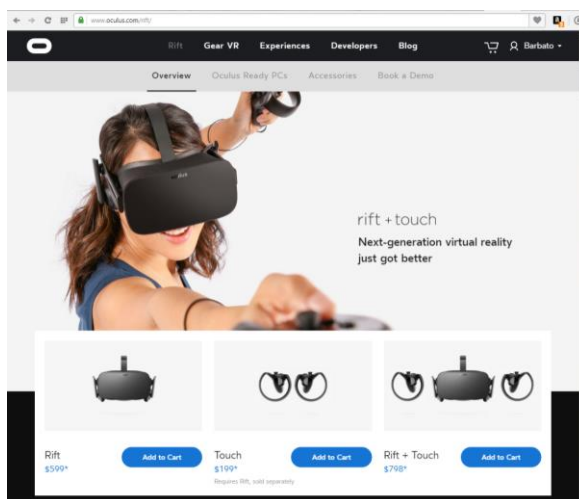


Figura 34: Website da empresa Oculus promovendo novas funcionalidades hapticas para os oculus Rift

2.2. Por que Imergir?

No artigo: *“The Nature of Immersive Experience: an appreciative inquiry”*, (“A natureza da experiência imersiva: questões a apreciar”.) Dr. Norman Jackson, Professor of Higher Education and Director of the University of Surrey, comenta: *“A imersão é um termo metafórico derivado da experiência física e emocional de ser submerso na água”*. Professor Norman Jackson (tradução do autor).

A imersão é um conceito análogo, uma metáfora, um recurso que busca trazer a idéia de estar imerso, estar sob a água. Um lugar em que o ambiente, no qual se imerge, atua de forma significativa sobre seus sentidos, um lugar protagonista. Portanto, assim como na submersão na água, todos os seus sentidos são alterados em relação ao seu estado de não imersão. Estar imerso de fato é uma experiência que altera, não só os cinco sentidos clássicos, como também altera a sensação de propriocepção, orientação e até o metabolismo natural do corpo.

Em certo sentido, imergir é uma expressão que poderia sugerir a possibilidade de um deslocamento no tempo, através do acesso a um ambiente físico ancestral, uma memória, dificilmente acessível fora da imersão, exceto pela via do inconsciente freudiano. Até o final deste tópico entenderemos melhor este último ponto.

Desta forma, imergir em VR é um desafio para o corpo como um todo, incluindo seu repertório emocional, e passa assim a ter um papel ativo como interface. Desta experiência decorreram idéias e conceitos sobre o papel do Designer e seu entendimento sobre sua missão em projetos de experiências imersivas.

Este tópico busca provocar uma reflexão sobre o papel da tecnologia de Realidade Virtual e seu propósito enquanto campo da ciência. “Para quê” você desenvolve projetos em Realidade Virtual?

Muito provavelmente, “militantes” do campo da Realidade Virtual que tenham desenvolvido bons projetos em VR saberiam minimamente relatar “O QUÊ” são sistemas de Realidade Virtual. Se indagados ainda sobre, “COMO” estes sistemas funcionam, é bem provável que consigam uma explicação bem razoável e tecnicamente bem estruturada. Mas, será que saberiam explicar o PORQUÊ, ou PARA QUÊ se engajariam em um projeto VR? Propósito importa?

Este tópico apresenta um caso em que inovação e tecnologia VR não são um fim em si. Um caso em que o desenvolvimento e a pesquisa trazem benefícios de forma vertical, desde a comunidade VR, técnica, até o “mergulhador” final, o leigo que não sabe “O QUÊ É” nem “COMO”, mas entenderá perfeitamente o “PORQUÊ”.

O canal de televisão americano FOX NEWS noticiou no dia 22 de novembro de 2016:

“Médicos surgiram com uma nova visão única dos bebês antes de nascerem. Médico brasileiro usa a Realidade Virtual combinada com modelos fetais tridimensionais para dar a outros médicos e pais uma visualização melhor do feto”. Fox News, Nov 2016 (Figura 35) (tradução do autor).



Figura 35: Frame da matéria do Canal FOX News sobre o artigo brasileiro.

Em “*Combination of Non Invasive Medical Imaging Technologies and Virtual Reality Systems to Generate Immersive Fetal 3D Visualizations*”²⁵ (Combinação de Tecnologias Imagens Médicas não invasivas e de Sistemas de Realidade Virtual para Gerar Visualizações Imersivas Fetais em 3D), os pesquisadores Dr. Jorge Roberto Lopes dos Santos, Dr. Heron Werner, Gerson Ribeiro e Simone Letícia Belmonte do Núcleo de Experimentação Tridimensional do Departamento de Artes e Design da PUC do Rio de Janeiro (NEXT), do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e da Clínica de Diagnóstico por Imagem (CDPI), demonstram como a combinação entre imagens geradas por técnicas de Ressonância Magnética e da tecnologia de Realidade Virtual podem operar em conjunto como “uma ferramenta complementar para a assistência aos estudos em medicina fetal”.

Neste caso, a integração de pesquisadores da medicina e do Design demonstra o potencial transdisciplinar dos estudos em VR. A aplicação no projeto

²⁵ DOS SANTOS, 2016.

permite a geração de imagens virtuais a partir de parâmetros objetivos, originados a partir de sistemas não invasivos de geração de imagens médicas.

A partir destes sistemas não invasivos, imagens imersivas trazem novas perspectivas de visualização dos fetos e de seus dados sobre a anatomia e condições gerais de saúde. Permitem, por exemplo, o planejamento de uma eventual intervenção cirúrgica futura por uma equipe médica.

Estas mesmas imagens geradas por sistemas não invasivos permitem o acesso a um outro lugar. Pais, leigos, podem visitar o lugar do filho, podem viver uma “empatia geográfica”, a visualização imersiva acessa dados e afeto.

Com este último aspecto em mente, uma reflexão sobre o “PORQUÊ” do projeto de Realidade Virtual emerge a partir da própria metáfora da imersão.

Quando um projeto científico permite, além das inferências necessárias ao conhecimento médico e à própria ciência, levar um observador, pai, (Figuras 36 e 37) para o lugar em que seu filho, ainda feto, “está”, uma grande mágica acontece: O encontro da ciência com as expectativas humanas, em que se pode chegar perto de alguém que ainda não está aqui, e em um “território” que, em última instancia, foi o primeiro ambiente que qualquer um de nós conheceu:

A vida começa imersa.



Figura 36: Pais tendo a oportunidade de visualizar seus bebês durante a gestação.

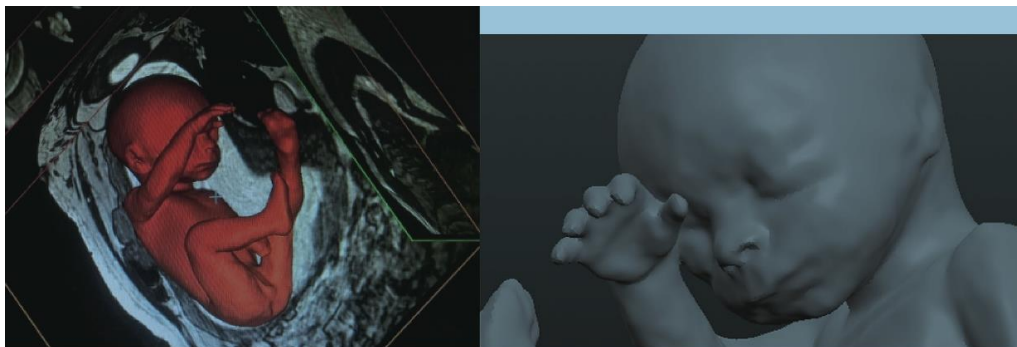


Figura 37: Modelo 3D do feto gerado a partir de MRI (Ressonância Magnética) DICOM (Digital Communication in Medicine protocol) Files.

2.3.

Imersão, Presença, Realidades e o “Uncanny Valley”.

2.3.1.

A Natureza da Imersão

No artigo *“The Nature of Immersive Experience: an appreciative inquiry”*, citado na abertura do tópico anterior, o Professor Norman Jackson, conduziu dois estudos sobre a essência da natureza da experiência imersiva. O primeiro estudo foi feito com quarenta e três participantes da conferência *“Immersive Experience”* (Experiência Imersiva) em 2008, promovida pelo *Surrey Centre for Excellence in Professional Training and Education (SCEPTre)* (Centro para a Excelência Profissional, Treinamento e Educação). O segundo estudo analisa *“vinte e seis histórias de experiências imersivas enviadas por alunos para uma competição em janeiro de 2008”*.

É importante observar que estes estudos acontecem seis anos antes dos grandes movimentos financeiros da indústria da tecnologia, especialmente os realizados pelas empresas *Google* e *Facebook*, no sentido de trazer o universo da Realidade Virtual e da Imersão para uma nova condição na indústria de tecnologia. Naquele momento, portanto, já havia indicações de motivos e oportunidades significativos do que estaria por vir.

A imersão em Realidade Virtual porta propriedades técnicas, sensoriais e simbólicas, não exclusivamente visuais, portanto, são propriedades que partem de uma condição anterior à ação de imergir. Um novo pacto de vivência e articulação é estabelecido pelo “mergulhador” com aquele outro ambiente, como se rearticulasse seus sentidos para operar com a nova realidade, e cujas regras são familiares, mas não são necessariamente as mesmas.

“As histórias que os participantes escolheram para contar sobre suas experiências imersivas foram esmagadoramente auto-motivadas e positivas no sentido de satisfazer necessidades pessoais, desejos e aspirações” (tradução do autor).

Na pesquisa, o Professor Norman Jackson organiza em grupos de palavras, as respostas à pergunta: *“O que é a experiência imersiva”*? No que chamou de *“rico vocabulário”*, referindo-se às respostas, um dos *“padrões conceituais”* que especialmente nos interessam no contexto deste trabalho é:

“Situações que não são conhecidas e requerem exploração. Palavras como: inesperado, inexplorado, incerteza, explorando, familiar, mas novo, cheio de potencial, perspectiva oculta, estranho, surpreendente. (...)” (tradução do autor).

Referências metafóricas são muito comuns no universo da tecnologia: “Mouse”, “World Wide Web”, “Windows”, são alguns exemplos que sugerem uma idéia de similaridade quanto à função ou à forma. As metáforas também aparecem comumente no universo tecnológico fazendo referência a uma idéia ou conceito, como por exemplo, “Ubuntu”, nome do sistema operacional baseado no Linux, que associa a idéia de software livre à noção de partilha, colaboração, comunidade:

“Ubuntu é uma antiga palavra africana que significa algo como "Humanidade para os outros" ou ainda "Sou o que sou pelo que nós somos". A distribuição Ubuntu trás o espírito desta palavra para o mundo do software livre.”.

No caso da experiência imersiva, ou da “imersão”, a metáfora não faz referência exclusivamente à função ou à forma, mas vai além. Coordena a idéia de transposição para um espaço em que seus sentidos estão isolados do ambiente real por outro ambiente, outra realidade, ou uma “Realidade Virtual”. Assim, o ambiente e seus estímulos multimodais são agentes fundamentais da experiência da Realidade Virtual.

Partindo destas premissas, as idéias de Realidade Virtual e de Imersão passam a ser comumente associadas na rotina das aplicações como algo que demandará simultaneamente diversos sentidos através de ferramentas específicas às quais o “mergulhador” estará disposto a utilizar e pactuar com seus meios de funcionamento.

A “*Virtual Reality Society*”, postula sobre a natureza da Realidade Virtual:

“(...) o termo "realidade virtual" significa basicamente "quase realidade". Isso poderia, naturalmente, significar qualquer coisa, mas geralmente se refere a um tipo específico de emulação de realidade”. (...) “Realidade virtual é o termo usado para descrever um ambiente tridimensional, gerado por computador que pode ser explorado e interativo para uma pessoa. Essa pessoa se torna parte deste mundo virtual, está imersa nesse ambiente e enquanto lá, é capaz de manipular objetos ou executar uma série de ações.” (tradução do autor).

Faremos no próximo capítulo um importante alinhamento sobre os conceitos de Presença, Realidade Virtual, Imersão e Realismo, eixos fundamentais para este estudo.

2.3.2. Realidades & Limites

“Se a realidade é aproximada, mas não alcançada, algumas de nossas reações passam da empatia à repulsa” Jason Jerald (tradução do autor).

Em, *“The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality”*²⁶, citado anteriormente, Jason Jerald, organiza uma geografia do que chamou de “várias realidades”. Cita e adapta uma visão gráfica Milgram e Kishino (1994) (Figura 38) sobre o a sua proposta de visualização de como se organiza o universo do que chama de Realidade Mixada. O movimento divergente dos universos Real e Virtual indicam algumas impossibilidades e decorrem em inconsistências como veremos a frente.

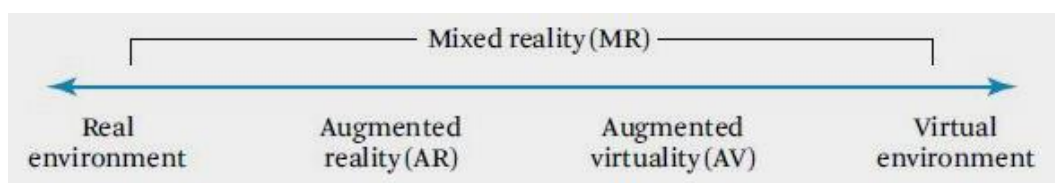


Figura 38: Virtual Continuum adaptado de Milgram e Kishino 1994 indicando o movimento divergente.

Em “Introdução: evolução da Experiência do Usuário”²⁷, o gráfico de Molina (2008) ²⁸(Figura 39) é apresentado como um dos contínuos que suportam o entendimento da diversidade de conceitos da RV. Contudo, apesar da colaboração, ainda mantém as dinâmicas divergentes e convergentes no mesmo plano.

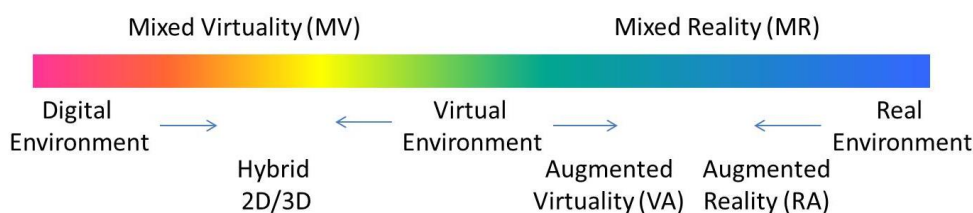


Figura 39: Um novo recurso visual com mais variáveis e nuances sobre RA

²⁶ JERALD, 2015. op. cit

²⁷ RAPOSO, A.

²⁸ MASSÓ; LÓPEZ, 2008.

Em ambas as representações, observamos perspectivas lineares que buscam localizar os territórios pertencentes ao campo da virtualidade. Contudo, por melhor que seja a produção de um projeto de Realidade Virtual, ele necessariamente estará contido no Mundo Real; por melhor e mais sofisticado que seja um aparato simulacro da Realidade, ele também será sempre um simulacro; ainda que seu conteúdo seja extremamente engajador e envolvente, jamais será a própria Realidade; além disso, o Virtual é sempre adicionado. Assim, uma melhor representação para esta geografia da virtualidade não deveria ser uma contraposição linear entre o Digital e o Virtual, na mesma dimensão.

O Virtual só pode adicionar e ser adicionado pelo Real. Jamais caminhar para ele e chegar. São instâncias distintas. O Real contém o Virtual. Desta forma, a representação geográfica da Virtualidade necessita ampliar suas dimensões considerando tanto a sua natureza como a sua dinâmica de adicionamento entre Real e Virtual.

Abaixo uma sequência modelo sobre a representação destas condições: Na Figura A, temos a Realidade; Na Figura B, temos a Realidade Virtual, contida, não em oposição. Na Figura C, a Realidade Aumentada e a Virtualidade Aumentada estão contidas na Realidade Virtual. Isoladamente ou mistas, dialogam com o mundo Real.

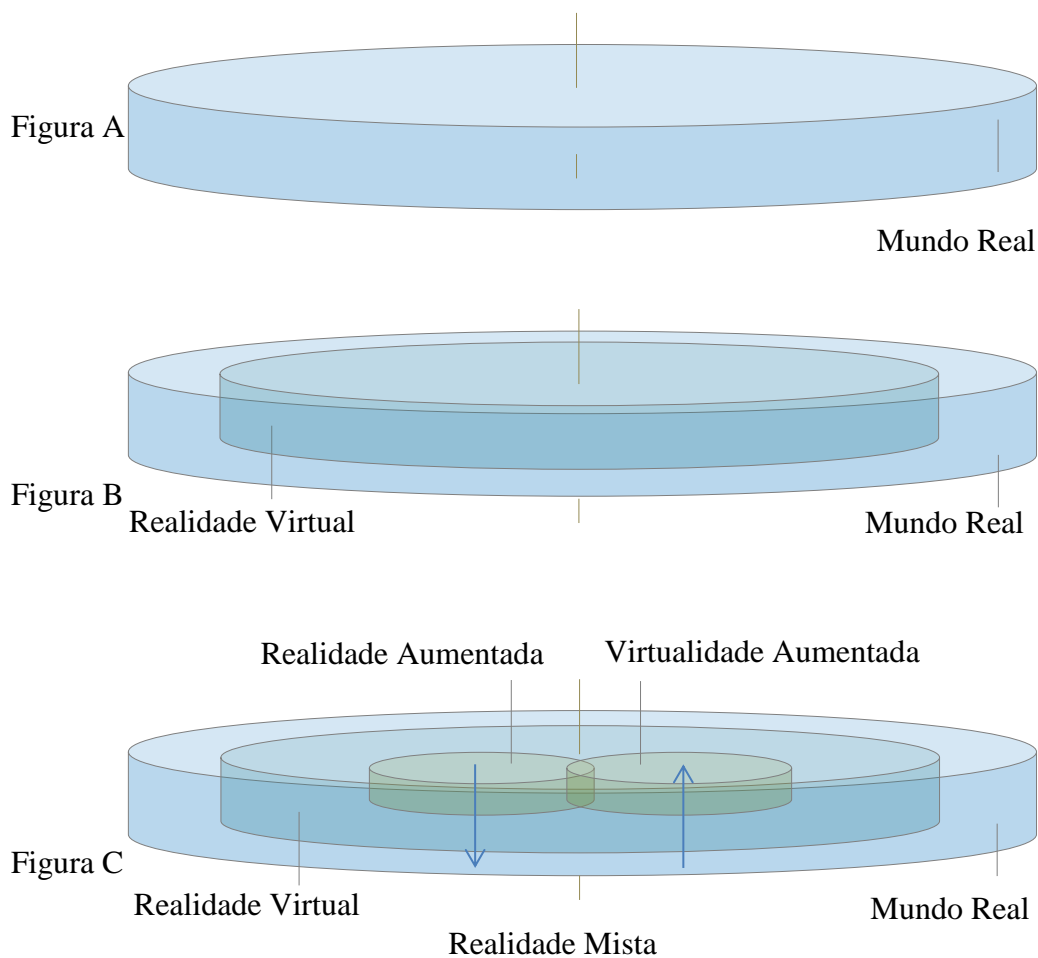


Gráfico 1: Representação da Geografia Virtual x Real x Realidade Misturada

Molina segue neste caminho ao propor o gráfico abaixo²⁹ justificando:

“Assim, com base na (relação) Realidade-Virtualidade (RV) por Milgram e Kishino, um novo espaço de design é então proposto, estendendo-se não apenas em um eixo, mas em dois eixos, um (eixo) que indica o número de dimensões e o outro (indica) o grau de imersão, ilustrando a evolução gradual das interfaces de 1D para 3D, e depois, partindo dos mundos virtuais para a realidade, resultando em um novo contínuo digital-virtual-real” Molina (2008) (tradução do autor).

²⁹ Ibidem.

O gráfico 2 de Molina representa seu novo contínuo, evolução importante sobre a dinâmica de causa e efeito entre tecnologias e sensação de imersão:

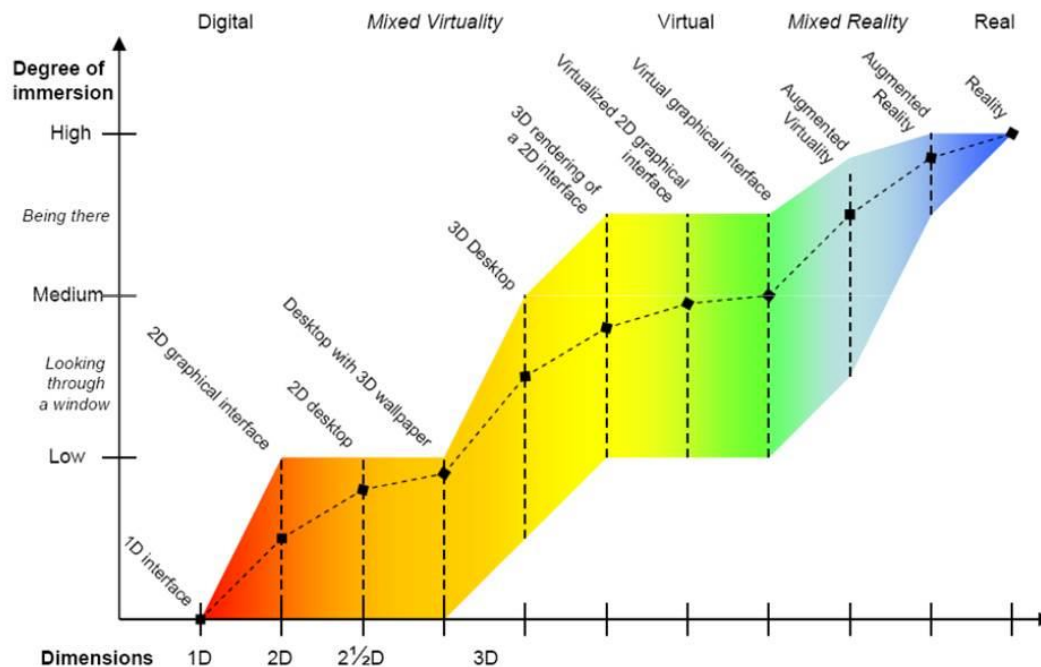


Gráfico 2: Molina com dois eixos, indicando a evolução a dinâmica.

No gráfico, o eixo Y gradua o nível de imersão e associa com a adição de dimensões próprias de cada tecnologia em X. Esta proposição em X indica um acento na experiência do usuário como critério fundamental, determinante e determinado pelas tecnologias.

Seguindo a dinâmica representada por Molina, experimentos imersivos em Realidade Aumentada ou Virtualidade Aumentada têm uma relação direta com um efeito alto na experiência em VR, bastante envolvente e imersivo na escala de percepção da experiência do usuário.

Duas informações chamam a atenção no gráfico da Figura 39. A primeira é o culminar da curva na variável “Real”, eixo superior, alinhado à escala do eixo X, em que as dimensões seriam incrementais. A outra é a escala relativamente proporcional, com intervalos do mesmo tamanho, culminando com uma curva também relativamente proporcional.

Vejamos o gráfico 3: uma aproximação no gráfico que será útil para efeito desta reflexão:

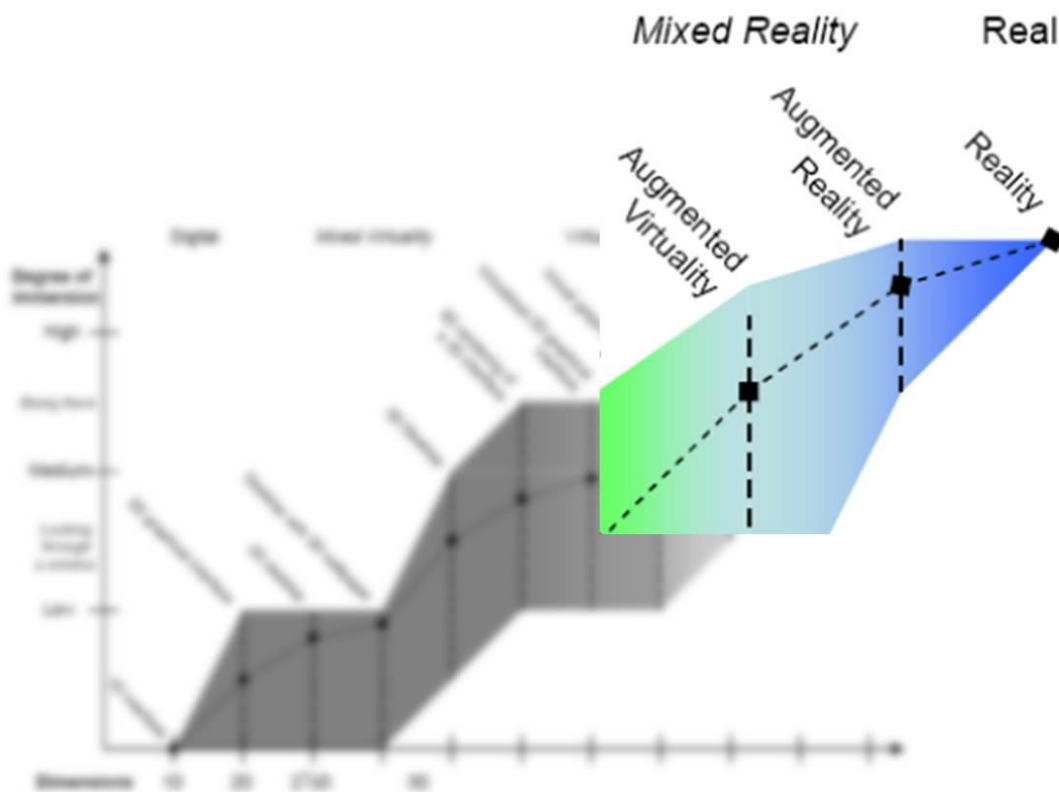


Gráfico 3: Destaque para o cume da curva tendendo à Realidade.

A imagem acima sugere um incremento proporcional entre o que Molina chama de Grau de Imersão, a técnica e uma “evolução” das dimensões. A partir deste ponto, podemos inferir três pensamentos:

- 1) Ou inferimos que a evolução da tecnologia, das dimensões levará necessariamente à Realidade;
- 2) Ou inferimos que nenhuma das tecnologias anteriores aportará em uma Realidade plena, já que a possibilidade máxima ou limite do que chama de “being there” é o Real;
- 3) Ou ambas, ambas as conclusões são corretas: assim, a Realidade plena será alcançada com a evolução da tecnologia em algum momento e, portanto, o máximo da Realidade não é alcançável pelo que há hoje a serviço da imersão.

Quaisquer das três possibilidades têm limitações importantes e correções a necessárias para dar conta de uma representação completa sobre a dinâmica da experiência imersiva. Se a intenção é recorrer a uma visualização matemática desta dinâmica, é necessária uma representação que considere o máximo de variáveis e sua dinâmica de relacionamento no sistema VR.

Objetivamente, até aqui, passamos por premissas importantes para este trabalho, lembrando: o “Virtual” não tende ao “Real”; na mesma medida em que “Imersão” e “Sensação de Presença” não palavras são sinônimos ou equivalentes. Com o intuito de evoluir o entendimento sobre estas distinções, e buscando atender bem ao objetivo deste capítulo, recorremos ao artigo: “*The Five Pillars of Presence: Guidelines to Reach Presence*”; (“Cinco Pilares da Presença: Guia para Alcançar Presença.”). Patrice Bouvier, Ph.D. in *Computer Science (Virtual Reality)* pela *Université Paris-Est*, ajuda a suportar uma das idéias centrais deste trabalho quando demonstra seu empenho em “*desvendar a idéia dominante em VR que o sentimento de presença só pode ser alcançado cada vez mais graças a rendering e interfaces complexas.*”

A fim de fundamentar os pilares de sua idéia, Bouvier define que “*objetivo dos sistemas de Realidade Virtual é mergulhar um ou mais usuários no coração de um ambiente artificial onde poderão ser capazes de sentir e interagir em tempo real graças às interfaces sensório motores*”. E ainda, de forma mais significativa: “*A experiência deverá ser o suficiente crível para iludir a percepção a fim de criar, como objetivo final, não apenas a sensação de presença dos objetos virtuais como também a sensação de sua própria presença no ambiente virtual*”.

Ora, dado ao ambiente o posto de variável condicionante determinante para a sensação de imersão a partir da consciência do usuário, em que ele deve se reconhecer e com quem deve pactuar e entregar a sua ilusão, não há dúvidas quanto ao protagonismo deste ambiente e de seus recursos nos sistemas VR.

Os cinco pilares de Bouvier:

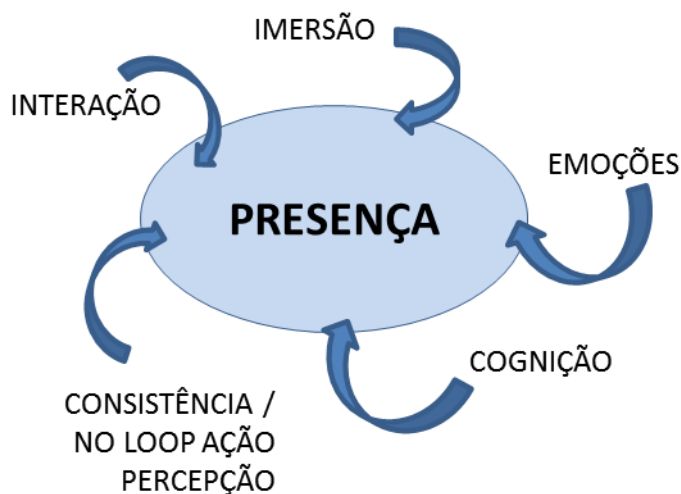


Gráfico 4: Os Cinco Pilares de Bouvier

Decorre desta idéia a distinção entre realismo e credibilidade, que apoia e corrobora fundamentos deste trabalho quando distingue os conceitos de **REALISMO** em contraposição à **CREDIBILIDADE**: “... o ponto fundamental para imersão não é o **REALISMO**, é a **CREDIBILIDADE**...”.

O pacto sobre o qual comentamos é fundamentado em um **CONSENTIMENTO**, uma **ENTREGA** que se permite o usuário e permite o projeto VR a submergir em uma história ou em uma experiência VR, um **CONTRATO**: algo anterior à própria cognição e o repertório de sentidos.

Assim, por sua vez a **PRESENÇA** como “uma ilusão percebida de não mediação”, decorrerá simultaneamente da interação dinâmica entre os cinco fatores apresentados por Bouvier, combinado com a credibilidade com que a experiência se apresenta. E o Realismo? Menos importante.

No capítulo seguinte veremos como esta idéia ajuda a sustentar também a idéia de um “*Uncanny Valley of Places*”.

Jason Jerald aponta características importantes sobre a natureza da experiência imersiva que colaboram para a visão deste trabalho:

“Presença é um estado psicológico ou percepção subjetiva (...) (International Society for Presence Research, 2000)”;

“... Presença é um estado psicológico e fisiológico interno ao usuário...”.

“A presença é uma função do usuário e da imersão. A imersão é capaz de produzir o sentido de presença, mas a imersão nem sempre induz a presença...”.
(tradução do autor)

Portanto, é necessário que o usuário faça o pacto com a instalação VR comentado acima, usando a sua própria subjetividade, como consentimento a priori, em que assume de alguma forma, uma realidade que ele permitirá se fazer plausível.

Trazendo uma proposição de embarcar mais uma variável como ingrediente pilar em VR, a INTERAÇÃO SOCIAL, Jerald também enxerga o Realismo como algo menos importante para a resultante da experiência:

“O realismo social não exige realismo físico. Verificou-se que os usuários exibem respostas de ansiedade quando causam dor a um personagem virtual de baixa fidelidade (apud, Slater et al 2006a) e quando os usuários com medo de falar em público devem falar diante de um público virtual de baixa fidelidade (apud Slater et al. 2006b)” d’après Jerald. (tradução do autor)

Lembrando das deduções de Molina, sobre as quais comentamos acima, poderíamos representar através de uma redução matemática filosófica dos pressupostos que colocam a Realidade como resultante inexorável da evolução tecnológica de forma linear. A representação poderia ser algo como:

$$\lim f(VR) = \text{Real}$$

$$VR \longrightarrow \text{Realismo (processamento, amplitude de dimensões)}$$

Entendemos, contudo, que este modelo não dá conta de representar experiência imersiva plena, já que a subjetividade, a credibilidade decorrente e outra série de fatores já comentados exercem um papel fundamental nesta função.

Cada modal VR tem seu vocabulário, seu repertório, seus recursos técnicos, suas situações e condições de uso, seus limites. Cada pilar VR exerce seu pacto e consentimento exclusivos com o usuário, portanto, a sua melhor expressão de realidade é infinita, se for concentrada nela mesma.

Se, ao invés de dissertarmos sobre VR e sua presunção de realidade, estivéssemos falando da literatura. Ela tende a realidade? a linguagem da TV ou do cinema, tendem à realidade? O teatro, se espera que seja real para que cumpra exerça emoção?

A mensagem mediada pela tecnologia pode e deve prescindir do Real como alvo para se apresentar experiência eficaz. O “R”, do “VR”, deveria significar a melhor expressão possível que aquela tecnologia VR tem para expressar o que se deseja, o limite Real daquela linguagem, e não uma medida de uma realidade inalcançável.

$$\lim f(\text{VR}) = \text{Real}$$

VR \longrightarrow (contrato VR * linguagem * subjetividade * credibilidade * consistência modal * repertório)

“Vemos as coisas não como elas são, mas como nós somos - isto é, vemos o mundo não como ele é, mas como moldado pelas peculiaridades individuais de nossas mentes”. G.T.W. Patrick (1890) (tradução do autor).

2.3.3.

O “Uncanny Valley” e Fidelidade Contínua

“Freud (1919) descreveu o estranho como um estado de confusão que ocorre como um objeto aparentemente familiar comportado de uma maneira estranha ou desconhecida.” (tradução do autor).

“... E o Realismo? Menos importante...”. Esta frase do capítulo anterior para nós poderia adquirir um contorno de paradoxo aqui. Naquele contexto havia uma contraposição para demonstrar a importância da credibilidade. Aqui, contudo, a importância é fundamental. A dinâmica da variação do realismo é que forma o postulado do “Uncanny Valley”. A partir da observação dos efeitos que o realismo tem como estratégia estética na criação de personagens, observou-se que não é uma curva linear nem tampouco proporcional se ponderado pela empatia que se pode desenvolver com um personagem.

“O termo “vale desconhecido” remonta a um artigo do roboticista japonês Masahiro Mori (Mori 1970, 2005). Ele apresentou a hipótese de que objetos semelhantes a humanos, como certos tipos de robôs, provocam respostas emocionais semelhantes aos humanos reais proporcionais ao seu grau de semelhança humana. No entanto, se certo grau de semelhança é atingido respostas emocionais tornam-se de repente muito repulsivas. O recesso correspondente na função suposta é chamado o vale estranho.” “Empathy with Inanimate Objects and the Uncanny Valley”; Catrin Misselhorn. Department of Philosophy, University of Tübingen, Bursagasse Germany. (tradução do autor).

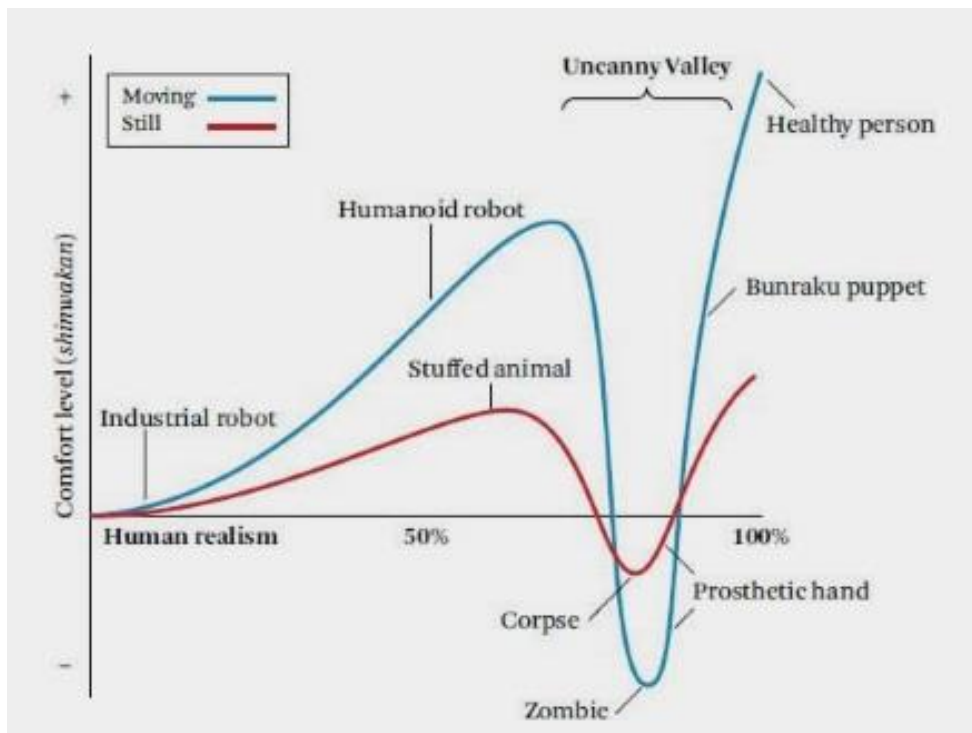


Gráfico 5: Que demonstra o “Uncanny Valley”

Abaixo, apresentamos: a) um conjunto de exemplos para demonstrar como o tema é vivo e está na pauta do Design contemporâneo; b) outras definições formais com o objetivo de ampliar o repertório sobre a dinâmica do “Uncanny Valley”, e de demonstrar a amplitude do conceito no campo da pesquisa aplicada. Vale comentar que vamos redundar, propositalmente. Cada um delas tem um viés que apoia de alguma forma as proposições deste trabalho.

a) Uncanny Valley – Exemplos e Reflexões da Web

- a. Artigo: “Uncanny Valley: o abismo entre o real e a simulação”;
 - i. Fonte: Tecmundo (www.tecmundo.com.br)
 - ii. Autor: Fábio Jordão, jornalista, crítico do setor de tecnologia;
 - iii. Tema central: Robótica
 - iv. Data: 12 de setembro 2013
 - v. Destaque:

Jordão é autor desta que é uma das poucas referências que arrisca uma tradução para o Uncanny Valley. No artigo digital, traduz a expressão como “*Vale da Estranheza*”, e comenta que a expressão original vem do japonês.

Jordão se ocupa em ressaltar o quê, para ele, a idéia do UV ainda é uma conjectura. Contudo, cita a informação de que Mori, autor original, aponta o quanto os robôs seriam bem recebidos pelos humanos, naquele que seria o seu futuro no momento da formulação da idéia.

Jordão faz referência à BBC que aponta que o filme *“Final Fantasy”* (Figura 40): *“... não impressionou muito e causou estranheza no público”*.



Figura 40: Imagem de um personagem do filme *Final Fantasy*

Em última instância, o autor apresenta resultados de pesquisas que divergem em seus resultados sobre os estudos. O ponto importante que podemos agregar ao trabalho de Jordão é que, assim como a Realidade Virtual, a robótica de robôs cuja função é lidar com humanos tem no realismo um ponto de inflexão fundamental.

- b. Artigo: “Analogico: Videogames no Vale Estranho – como o *“Uncanny Valley”* afeta os jogos”;
 - i. Fonte: Nintendo Blast (www.nintendoblast.com.br)
 - ii. Autor: Bruno Grisci, jornalista, especializado em jogos eletrônicos.
 - iii. Tema central: Videogames
 - iv. Data: 20 de maio 2011
 - v. Destaque:

Um vídeo muito didático chamado “*Video Games and the Uncanny Valley*” (*Jogos eletrônicos e o vale da estranheza*), por Daniel Floyd, é inserida no artigo digital de Grisci através do link do Youtube: <https://youtu.be/FKTAJBQSm10>. O vídeo é uma demonstração muito dinâmica sobre como o UV opera no universo dos jogos.

Considerando que o universo dos jogos eletrônicos é um enorme campo de crescimento de possibilidades para aplicações VR, Grisci destaca que, dada a evolução dos meios de produção, a tecnologia do desenvolvimento dos jogos nunca esteve “... *tão parecida com o mundo real...*” o que, para ele, “... *é isso mesmo que provoca estranheza.*”.

Para efeito deste trabalho vale um destaque para um comentário sobre o que chamou de “*movimentar constante e duro do corpo dos personagens*”. Apesar de ter deixado claro que “isso é cada vez mais coisa do passado”, fica o registro da importância da naturalidade ou realidade dos movimentos, que é uma variável fundamental em VR. (Figura 41)



Figura 41 Personagem robô do seriado americano da década de 70 “Perdidos no Espaço”

b) Definições formais:

“*Designers de interação muitas vezes se esforçam para projetar interações de forma realista e natural ao desenvolver aplicações VR, (...). No entanto, ao trabalhar com sistemas VR com capacidades limitadas, designers frequentemente recorrem à criação ou utilização de técnicas de interação semi-natural. Na robótica, o termo "vale estranho" representa o fenômeno que, depois de certo ponto, à medida que a semelhança humana de um robô aumenta, a familiaridade com o robô e a empatia com ele diminui, a menos que a semelhança humana esteja em um nível muito alto.*” **Interaction Fidelity: The Uncanny Valley of**

Virtual Reality Interactions Ryan P. McMahan, Chengyuan Lai, and Swaroop K. Pal University of Texas at Dallas, Richardson, TX, USA (tradução do autor)

O realismo e suas implicações nos projetos imersivos é uma das questões centrais deste trabalho. Em projetos de Realidade Virtual, debates projetuais sobre as técnicas de reprodução realistas são muito comuns e comumente também cruzam não apenas com condições estéticas, como se o maior realismo possível fosse uma possibilidade disponível e abundante, sem considerar ainda ônus em tempo e recursos, tanto técnicos como financeiros.

Recorrendo ao sumário arqueológico deste trabalho sobre as técnicas que suportam a expressão da arte imersiva, encontramos no ambiente o objeto recorrente central das expressões da imersão. De certa forma, paradoxalmente, o ponto de vista do observador passa a ser o “*canvas*” sobre o qual toda a produção imersiva imprime seu efeito. Assim, não é por acaso que o ambiente é protagonista da grande maioria da produção imersiva por toda a história. Seja para criar uma atmosfera em paredes de uma sala 60 a.C., seja em um vídeo game desenvolvido para funcionar sobre a plataforma tecnológica do produto HTC Vive, o protagonismo do ambiente determina uma atenção fundamental para o Designer. A colaborar com esta premissa, há todo um segmento de jogos eletrônicos digitais que exporta o personagem para a fora da tela, atribuindo ao jogador a visão em primeira pessoa. O que significa que o objeto fundamental, porém não exclusivo, para o game play seja o ambiente.

O “Uncanny Valley” trata de empatia e realismo no que diz respeito a personagens. Ora, se para a Realidade Virtual, o ambiente é protagonista, será que as premissas do “Uncanny Valley” também são válidas? Assim, o “Uncanny Valley of Places” será uma pressuposição válida, considerando que o ambiente capturado por câmeras 360° e o ambiente produzido completamente com recursos computacionais em 3D são objetos centrais nesta dissertação?

Recorrendo a uma das principais bibliografias deste trabalho, em “*The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*”, o autor, Jason Jerald, discorre sobre a “*Fidelidade Contínua*” em sequência a sua apresentação sobre o UV. Não por acaso, começa a iluminar, ao menos conceitualmente, a questão sobre um possível “*Uncanny Valley of Places*”. Jerald afirma:

“O objetivo da VR não é necessariamente replicar a realidade. (...) Presença não requer fotorrealismo (...). Mundos simples, constituídos por estruturas básicas que proporcionam um senso de estabilidade espacial podem ser extremamente atraentes. Fazer mundos mais fotorrealistas não aumenta necessariamente a presença (...)”(Apud, Zimmons e Panter, 2003, tradução do autor).

Se um *“Uncanny Valley of Places”* é uma hipótese válida, ambientes produzidos em ilustração animada, com traços simples, poderia, então, ser até mais realista que o mundo capturado por scanners de alta resolução.

Além, portanto, das opções estéticas ou do eixo do realismo sobre o qual a narrativa imersiva irá se apresenta, *Jerald*, sugere três critérios ou classificações do que chama de VR Fidelity que ajudarão na pesquisa deste trabalho:

- *Representational Fidelity*: Grau do quanto uma experiência VR é capaz de portar para um lugar que está na Terra, ou poderia estar. De um lado deste espectro de possibilidades está o *“Immersive Film”*, o que localizou no espectro como uma produção *“high end”*. Um conteúdo foto realístico em que o mundo real é capturado por câmeras, microfones e recriado em VR. É o caso de um dos experimentos deste trabalho que será apresentado a frente. No lado *“low end”* estariam mundos *“abstratos, não objetivos, sem referências no mundo real”*.
- *Interaction Fidelity*: O quanto as ações físicas de uma tarefa virtual corresponde à sua equivalência no mundo real. O experimento *“Immersive Bike”* que será visto a frente será colocado nesta perspectiva.
- *Experiential Fidelity*: O quanto a experiência pessoal do usuário se alinha com a intenção com que o Designer VR criou aquela experiência.

“Decorre desta idéia a distinção entre realismo e credibilidade, que apoia e corrobora fundamentos deste trabalho quando distingue os conceitos de REALISMO em contraposição à CREDIBILIDADE: “... o ponto fundamental para imersão não é o REALISMO, é a CREDIBILIDADE...”. Terminamos como abrimos este capítulo. Em VR, um ambiente protagonista de fato estabelece um contrato crível com o usuário, usa conscientemente a interface somática, entende seu repertório, sua subjetividade e atua consciente sobre o sistema sensorio motor para garantir a consistência.

3. Geografia dos Recursos Multimodais; IA e Realidade Mista.

3.1. Fluxos e Processos

Com o intuito de representar um modelo gráfico para a comunidade de desenvolvedores e pesquisadores em VR busca desenvolver modelos de representação de sua própria dinâmica, tal que se possa compreender a arquitetura de seus processos de operacionais.

Um dos processos fundamentais em VR busca definir instâncias e o seu fluxo de relacionamentos graficamente (Gráfico 6). É um diagrama bem simples, repleto de formatos análogos na literatura. Contudo, sua simplicidade não o torna menos importante. Através dele vamos fazer algumas contribuições:

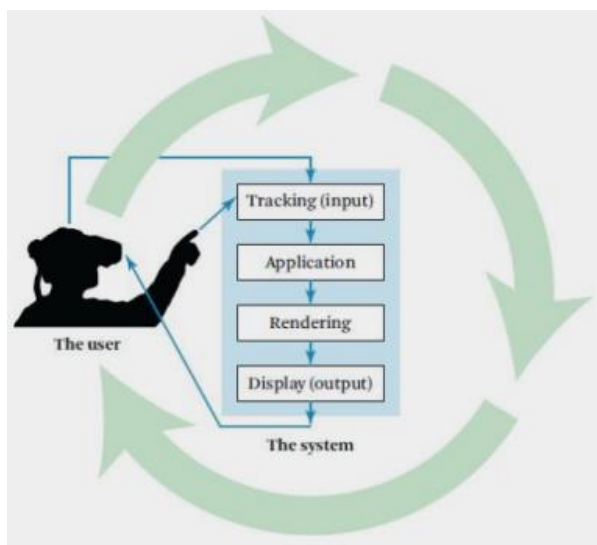
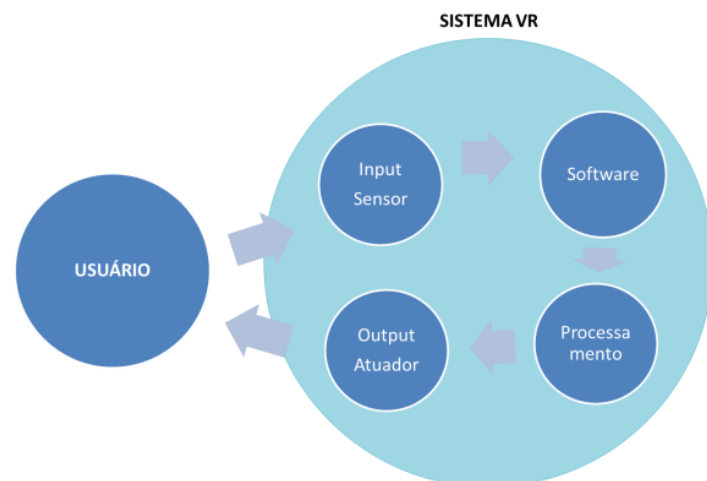


Gráfico 6: Modelos gráficos sobre Input, rendering e output de um sistema VR (acima gráfico do pesquisador; abaixo gráfico apresentado por Jason Jerald.

As representações acima permitem uma visão, como falamos, relativamente simples do processo e das instâncias agentes em um projeto VR. Com o objetivo de colaborar para o entendimento mais fino deste processo, abaixo fazemos contribuições importantes para o melhor entendimento da dinâmica entre as entidades e seus relacionamentos no sistema.

O fluxo representado em ambos os gráficos acima sugere que há uma linearidade no processo, uma sequência temporal diferente de zero, que integra passo-a-passo: *input x software x processamento x output*. Ainda, pela visão bidimensional dos gráficos, encontramos o Usuário “no mesmo local”, como um expectador, apartado do sistema.

Este trabalho busca contribuir em ambas as observações:

1) O tempo de processamento em VR é determinante e diretamente proporcional ao resultado positivo na sensação de imersão; consistência, fluidez, rendering...são tarefas do sistema que necessitam de processamento. A maior parte das estruturas, inclusive o rendering, carrega a expressão “*Real Time*” (“tempo real”) (como em “Real Time Rendering”), o que sugere que apesar do fluxo acontecer em um tempo > do que Zero, ele tende a zero para mais imersão e se afasta de zero quanto menos imersão.

2) Sobre o Usuário, demonstramos aqui o quanto suas representações e seu repertório cognitivo são importantes no processo do VR, além do próprio ambiente externo. Assim, após cada ciclo; que, na melhor hipótese, deveria tender a zero; ele encontra um “Novo Usuário”. Alguém que, de forma Iterativa, em ciclos mínimos de tempo, atuam e são atuados pela Interface, local onde o corpo e seu repertório cognitivo são a própria Interface. A contribuir ainda para uma visão propositiva deste processo, se o software também puder “aprender” com o usuário, há uma exponenciação do potencial da experiência imersiva, já que a sensação de realidade vai se aproximando na medida que o sistema entende a Realidade do Usuário.

O gráfico abaixo demonstra a tanto o fluxo tendendo a zero, como a expansão da percepção do Usuário nos sistemas VR, aponta ainda que a

oportunidade projetual que softwares VR têm se puderem implementar uma arquitetura em que a “máquina aprenda com o Usuário (Gráfico 7):

Diagrama de Aprendizado Dinâmico em VR

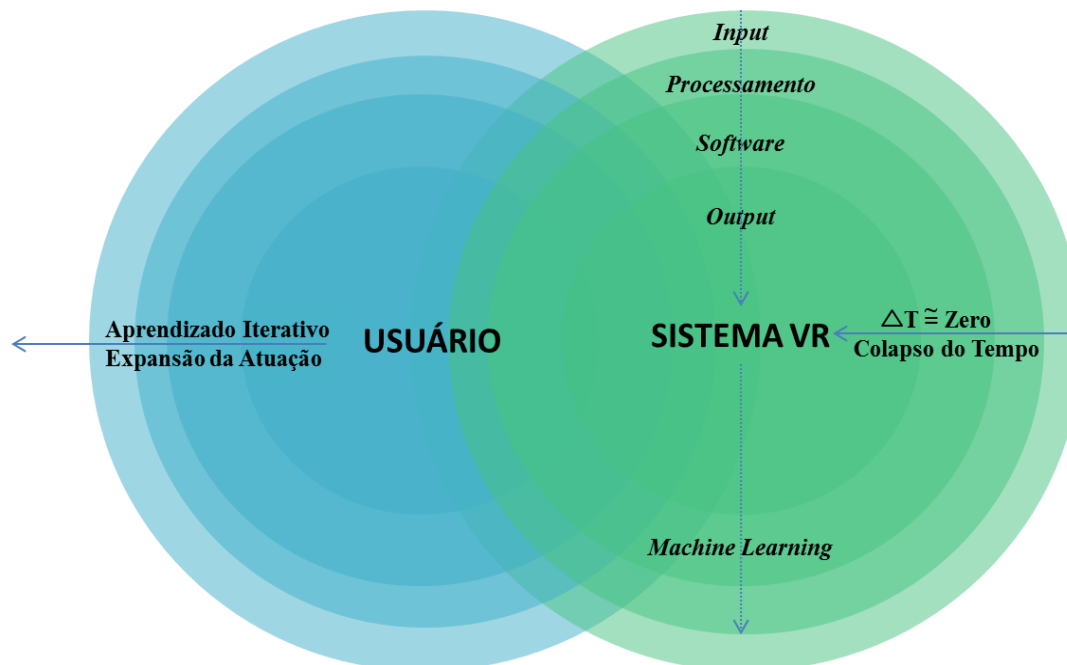


Gráfico 7: Nova representação para o sistema “input, rendering e output “de um projeto VR demonstrando o colapso do tempo.

Representações gráficas têm um papel importante para estruturar didaticamente os processos. Em VR nos ajudam a entender etapas e a registrar a boa práxis formalmente. Um dos entendimentos fundamentais acerca do processo produtivo de projetos imersivos é conhecer o repertório de recursos técnicos e a natureza de cada um destes recursos.

A literatura busca elencar os Modais de *inputs e outputs* que formam o repertório de recursos à disposição dos projetos de VR.

Assim, como no gráfico anterior, há pouca variação nas representações. Abaixo (Gráfico 8), uma leitura gráfica deste repertório em que os modais estão representados:

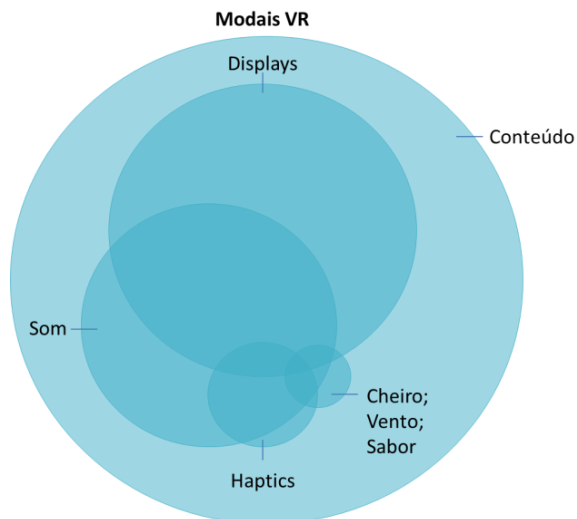


Gráfico 8: Uma representação sobre o repertório de Modais VR representados de acordo com suas proporções em um projeto.

Com o intuito de colaborar, apresentamos em seguida uma proposição que se baseia no Aprendizado de Máquina e inclusão de sistemas de Inteligência Artificial (Data) no cardápio de modais VR. É uma intenção propositiva que busca colocar luz sobre uma oportunidade que pode ser divisora de águas na história dos projetos VR:

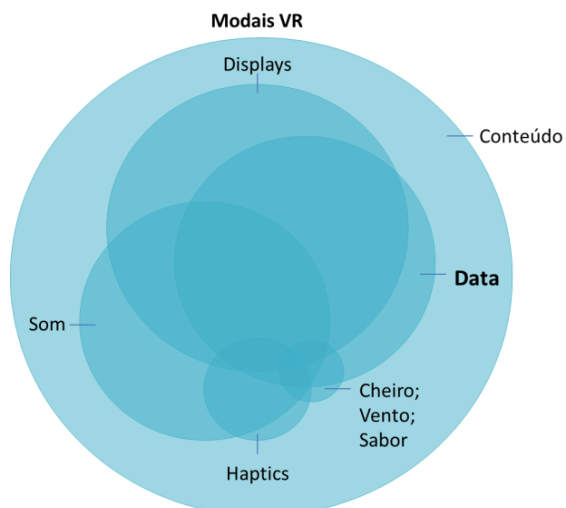


Gráfico 9: Uma representação sobre o repertório de Modais VR acrescidos do novo modal de informações dinâmicas Aprendizado de Máquina (Machine Learning) e Inteligência Artificial

Ao apresentar a idéia de que “Dados” são um modal determinante para projetos VR em um futuro próximo, este trabalho refere-se especificamente a possibilidades “adicionar” algoritmos de aprendizado de máquina (*machine*

learning) a partir de sinais e dados biomédicos por exemplo. E, em uma instancia mais avançada, até a inteligência artificial.

3.2. Realidade Mista e Hapticos

O entendimento sobre o universo dos hapticos sinaliza a importância deste modal para o resultado imersivo em VR. Assim, dedicamos este capítulo ao entendimento sobre o estímulo haptico, que tem um papel fundamental na arquitetura de um dos experimentos desta pesquisa.

Este trabalho trata diretamente de características de dois tipos de imagens em movimento dinâmico e imersivas. Assim, o estímulo visual seria o objeto fundamental desta pesquisa. Contudo, em Virtual Reality, corpo é interface.

Uma entrevista com o médico anestesiolista Dr. Fernando Luiz Moniz Freire esclarece sobre o funcionamento dos estímulos da “periferia” dos sentidos, chamados de estímulos periféricos. O processamento e a interpretação acontecem centralmente no cérebro. Por exemplo: os olhos enxergam o mundo de cabeça pra baixo, mas o cérebro processa a informação corretamente. Nesse processamento há uma integração com outras aferências vindas de outros receptores, quais sejam: auditivos, visuais, olfativos, térmicos, mecânicos e proprioceptores. Facilitando o entendimento do processo Dr. Fernando comenta: “A integração entre as aferências permite que o cérebro, influenciado por outras partes do SNC, interprete de modo adequado. Ou não! Porque o cérebro pode ser enganado justamente por essa integração ou pela falta dela”.

Quando estamos com os pés firmes e bem seguros na varanda panorâmica no alto de um arranha-céu e olhamos para baixo naquela altura toda, sentimos vertigem. A sensação de equilíbrio vem de receptores vestibulares localizados no ouvido interno, e proprioceptores nos músculos e articulações. Esses receptores todos, a princípio, são estimulados pelo movimento do corpo, mas, no caso, estamos parados, de pé, bem seguros nas grades da varanda, olhando para baixo. Quem está dominando e modulando as sensações é a visão, e "sentimos" vertigem, com todos os seus comemorativos: tonteira, suor frio, náuseas, taquicardia... Essas respostas à vertigem são autonômicas, involuntárias e

moduladas pelo sistema nervoso autônomo que controla certas funções vitais para a sobrevivência e a resposta clássica do "lute ou fuja".

Haptico é uma expressão derivada do grego *haptikos*, vinda de *haptesthai*: pegar, tocar. A Professora Allison Okamura, orientadora do curso: “*Introduction to haptics*”, da Universidade de Stanford, apresenta em seu curso online, uma pauta detalhada e bem objetiva para o entendimento sobre os fundamentos da tecnologia haptica. Okamura sugere pensar na tecnologia *haptica* a partir de duas categorias:

- 1) *“Cutânea ou que atua sobre a pele: temperatura, textura, vibração e forças de baixo valor, que se possam sentir na pele.”*
- 2) *“Cinestésica ou relativo a grandes movimentos: forças de maior valência, que o seu corpo aplica ou recebe do ambiente. São forças que se podem sentir nos músculos e articulações.”*

A vida, no dia a dia, articula estas duas categorias simultaneamente, tal que suas fronteiras são imperceptíveis. Conhecendo a categoria “**Cutânea**”, são seis tipos de sensações:

- 1) *Táteis – identificam formas espaciais, texturas, movimentos finos, pulso ou palpitação, e vibrações.*
- 2) *Força Muscular – força dos músculos, tendões e articulações.*
- 3) *Posição e movimento do corpo*
- 4) *Stereognosis - consciência da localização no espaço, proprioceptores.*
- 5) *Dor – picada, queimadura.*
- 6) *Temperatura – calor e frio.*

Estas sensações são captadas por sensores chamados: mecanoreceptores. São estruturas orgânicas localizadas na pele. Mecanoreceptores aferentes são estruturas orgânicas que tratam de levar a informação até o cérebro.

Entender o nível celular da dinâmica de estímulo e resposta do corpo pode nortear decisões projetuais sobre experimentos hapticos aplicados a projetos VR.

A categoria **Cinestésica** diz respeito à percepção dos movimentos dos membros e sua posição, trabalha com o conceito de “força” que opera como “*expressão*” da interface haptica. Nos equipamentos que trabalham com a propriedade “*force feedback*”, por exemplo, motores atuadores “expressam”, através dos movimentos, as ordens específicas de execução enviadas pelos softwares de interação.

A medida da “força” é a medida da interface nos equipamentos hapticos. Assim como nas imagens, força também tem “resolução” ou “definição”. A sensibilidade a força é medida em Newtons (N).

O senso de propriocepção permite que você chute sabendo onde está a sua perna e o seu pé em relação ao ambiente e à bola. E, assim como na pele, as articulações “percebem” de forma distinta informações sobre o ambiente.

Também há um limite para a sensação humana de movimento e posicionamento. Este limite é dado por uma função dependente da velocidade daquele movimento e do quanto o músculo está contraído.

Para fechar a explanação sobre “human haptics” ou sobre os aspectos relativos à sensibilidade tátil nos humanos, Okamura propõe o pensamento sobre “Toque Passivo” vs “Toque Ativo”.

A capacidade de “aprender” sobre um objeto que se manipula, usando seu arsenal de mecanoreceptores e fazendo a “Stereognosis” deste objeto é o “Toque Ativo”. Considerando o design de um artefato haptico ideal, ele deveria permitir promover e operar com o “Toque ativo”.

A incapacidade de explorar ativamente o ambiente e o objeto configura o “Toque passivo”. Pouca informação é coletada do ambiente, o que determina a baixa capacidade de resposta dos sistemas hapticos.

Percorrendo esta breve perspectiva sobre os sistemas hapticos, podemos derivar possibilidades de atuação e colaboração deste modal para os sistemas VR.

4. A Pesquisa

Este capítulo trata do método de pesquisa. Iniciamos tratando do contexto, motivações e principais questões norteadoras do trabalho. Em seguida, tratamos da estratégia que conduziu o trabalho para a adoção da abordagem qualitativa e pesquisa-ação. Finalmente, descrevemos facilidades e dificuldades durante a execução, sugerindo um guia que possa apoiar a condução de pesquisas futuras.

4.1. Contexto

Como observamos neste trabalho, uma nova linguagem e uma nova oportunidade narrativa, não linear, imersiva, não apartada, mas integrada aos sentidos, surge com o crescimento e popularização das tecnologias do campo da Realidade Virtual. Nos campos da ciência, do entretenimento, da educação, da pesquisa aplicada e da indústria, a cadeia produtiva de projetos VR vem buscando suas melhores práticas. São experimentos e lançamentos que movem tanto a pesquisa formal como a observação empírica. Contudo, as vertiginosas curvas de disponibilidade da técnica, dos meios e da produção colaboram para que a receptividade dos projetos seja rapidamente avaliada para, também rapidamente, adaptar ou não e seguir o ciclo acelerado que a tecnologia imprime. A prototipação rápida e a prática da validação ativa através de lançamentos de produtos mínimos viáveis, muito comuns em diversos segmentos da indústria da tecnologia, são exemplos do contexto em que a evolução do conhecimento sobre a Realidade Virtual se insere.

4.2. Motivações

Além do cenário geral em que esta pesquisa está inserida e da importância histórica do tema, sobre o quê comentamos aqui, algumas motivações particulares conduziram a este trabalho, quais sejam:

- a) Uma curiosidade ancestral do pesquisador sobre a relevância da produção de experiências em VR para as pessoas;

- b) Uma oportunidade de estudar práticas de produção que não teriam espaço em ambiente diferente de uma pesquisa acadêmica;
- c) A percepção do momento em que pesquisadores, desenvolvedores e usuários começam a estabelecer e perceber em VR, o que “funciona”, o que “não funciona” e o que “pode funcionar”, mas não se sabe ainda como;
- d) A vivência da dúvida em uma produção VR. Questões como: processo produtivo, recursos, tempo, disponibilidade e situações adequadas de uso, derivam em decisões estéticas e de narrativa que são tomadas a partir da vivência do desenvolvimento destes projetos. Jason Jerald, contudo, cita várias vezes e se dirige formalmente à “comunidade de desenvolvedores VR”. O que pressupõe o início de um saber coletivo e colaborativo;
- e) A oportunidade de pesquisa em um ambiente extremamente favorável e encorajador, extremamente abertos aos riscos naturais do processo de inovação. O NEXT – Núcleo de Experimentação Tridimensional, Laboratório do Departamento de Artes e Design da PUC-Rio tem a cultura o ensaio prático, com rigor acadêmico, encoraja a autonomia do pesquisador ao mesmo tempo em que suporta o pesquisador de forma integrada ao grupo de multidisciplinar de pessoas, aberto ao pensamento, ao trabalho e extremamente colaborativo.

4.3.

Questões norteadoras

- Em VR, quanto mais próximo do real, melhor será a experiência imersiva?
- Vídeo imersivo melhora a sensação de imersão na medida em que trabalha com a Realidade como é? Sendo sim ou não, em que condições?
- O vídeo imersivo 360° em projetos de Realidade Virtual, e a aplicação imersiva produzida exclusivamente com técnicas computacionais em tridimensão, têm impactos diferentes na sensação de imersão do usuário? Assim como para personagens, existe um “Uncanny Valley” para os ambientes imersivos?

4.4.

Pesquisa-ação / Planejar, Agir, Observar e Refletir

O campo da Realidade Virtual em sua forma contemporânea, apartado de suas oportunidades de pesquisa históricas, é relativamente novo tendo em perspectiva outros campos do Design e da Ciência da Computação.

Efeitos, causas, sensação de imersão, tele presença, narrativa imersiva, são conceitos em formação. As oportunidades de pesquisa também crescem à medida que os meios de produção e acesso ao VR e suas tecnologias análogas também aumentam. É uma dinâmica industrial de crescimento, tanto de popularidade como de lançamentos de novos formatos, aplicações e objetivos. Desta forma, desde o início deste trabalho, entendemos que o método de pesquisa deveria ser dinâmico, capaz de trazer teoria e prática juntas, o que conduziu naturalmente para a opção pelo método de pesquisa-ação.

Pelo método da pesquisa-ação, o pesquisador é um participante ativo no ambiente da pesquisa, estabelece uma relação intrínseca com o objeto da observação, com o campo de trabalho e com a dinâmica daquele grupo de pessoas. Uma característica fundamental do método de pesquisa-ação é que dele “não se pode extrair o objeto de investigação do seu contexto” (Denise Felipo apud Baskerville, 1999).

A iteratividade é fundamental para o processo da metodologia pesquisa-ação. É fundamental o aprendizado incremental a partir de ciclos de trabalho e observação, o que imprime melhora nos processos de busca pelo conhecimento sobre as referências e visões acerca da pesquisa ação, Denise Felipo, em seu artigo “Pesquisa-ação em sistemas colaborativos”, explica:

“(...) a pesquisa-ação contribui simultaneamente para a solução de problemas práticos e para a expansão do conhecimento científico, assim como melhora as competências dos atores envolvidos; é realizada colaborativamente numa situação imediata; usa dados de feedback de um processo cíclico; visa uma crescente compreensão de uma determinada situação (...)

A pesquisa-ação tem um fluxo cíclico e incremental cujo objetivo é melhorar e envolver as pessoas participantes do processo e também o experimento. São fases bem marcadas, para as quais só se volta em cada ciclo, com aprendizados que as alteram e reposicionam dinamicamente a perspectiva do pesquisador. O ciclo contínuo: Planejar; B) Agir; C) Observar; D) Refletir.

Esta pesquisa teve 6 ciclos bem marcados por situações de uso, momentos e públicos bem distintos:

- a) Semana de Design de Milão
 - a. 1º ciclo com dois experimentos: “Immersive Bike”, experimento multimodal em Mixed Reality; e a aplicação “Rio 360° para Oculus Gear Samsung”; Conteúdo Vídeo 360° imersivo.
 - b. Cinco dias contínuos de experimentação com observações empíricas, conversas com participantes, interações registradas em vídeo e foto;
- b) PUC Rio
 - a. Três ciclos de experimentação da “Immersive Bike”, com incremento de alteração do conteúdo imersivo, aplicando filtros abstratos sobre o vídeo 360° original;
- c) Museu do Amanhã
 - a. Dois ciclos de experimentação de 4 aplicações em VR da loja Oculus. Duas aplicações totalmente produzidas em vídeo 360° e outras duas totalmente produzidas com recursos de computação em tridimensão.

5. Os Experimentos / Planejar & Agir

Este capítulo descreve os experimentos a partir dos ciclos de aplicação da pesquisa. Descreve os experimentos em si, objetivos, particularidades da produção, e o contexto de sua aplicação.

5.1. Sessões da Semana de Design de Milão 2016 / 2 experimentos

A “Immersive Bike”

Descrição e Contexto

A instalação interativa “*Immersive Bike*” é uma iniciativa de pesquisa em *Virtual Reality* – VR que, ensaia e observa dimensões do Design ligadas à experiência imersiva, e em especial observa seu impacto na sensação de imersão da técnica do vídeo 360° combinado à dimensão modal da pedalada (haptico passivo).

Na Semana de Design de Milão 2016, encontro plural mundial de tendências, projetos e reflexões sobre o Design, a “*Immersive Bike*” fez parte do espaço Rio+Design, um ambiente projetado para expor parte da produção e do pensamento de Designers cariocas em campos diversos.

Foi um ambiente cujo objetivo era representar uma parte da produção do Design carioca, nos campos do mobiliário, da joalheria e também da diversidade da produção universitária aplicada.

Neste contexto, a instalação “*Immersive Bike*” se apresentou com o objetivo de propor, antes de suas questões técnicas, uma conexão entre o repertório emocional e subjetivo do participante com a aplicação imersiva, unindo virtualmente as cidades do Rio de Janeiro e de Milão, distantes 9.261,72km uma da outra.

Em suas camadas física e digital, o sistema integra mecanismos microeletrônicos, digitais e físicos adaptados a uma bicicleta comum. A “*Immersive Bike*” é composta ainda por uma camada de conteúdos de mídia interativos multimodais: a música e o vídeo 360° imersivo.

O visitante do espaço é convidado a interagir com a bicicleta, que está suportada por um rolo de treino na roda traseira, típico do treinamento de ciclismo (detalhado abaixo). Em seguida recebe um *headphone* e um *Oculus Rift*, que estão conectados ao sistema interativo de imersão desenvolvido para o projeto. Assim, pode fazer um “passeio” de bicicleta, “pedalando” pelo Arpoador, Rio de Janeiro, contudo, estando em Milão, Itália, ao som de música brasileira de sua escolha.

A conexão virtual entre as cidades de Rio de Janeiro e Milão, ativadas por um sistema emulador haptico passivo do movimento de pedalar uma bicicleta comum, combinada com a consequente percepção visual, também emulada, de deslocamento no espaço, se apresentam como agentes articuladores do envolvimento e das sensações provocadas pela linguagem imersiva interativa.

Assim, o passeio de bicicleta pela ciclovía do Arpoador, Rio de Janeiro, gravado em vídeo dinâmico, 360º, é o material agente da imersão que conduz a camada visual da experiência. Além do estímulo visual, o visitante opta entre músicas disponíveis no sistema integrado via API (*Application Programming Interface*) com o serviço Spotify (*serviço de acesso e organização de músicas via streaming*) para compor um contexto de áudio.

A camada física da bicicleta em si atua sobre variáveis como equilíbrio, força e propriocepção. Entre estas, está a camada eletrônica digital que opera no sensoramento da velocidade do pedalar como parâmetro de exibição do vídeo digital no display do Oculus Rift, equipamento display VR utilizado no projeto.

Integradas no experimento, as três camadas de envolvimento geram a sensação de imersão dentro do processo de interação do visitante com o experimento. (Figuras 42, 43)



Figura 42: Visitante da Semana de Design de Milão 2016 usando a Immersive Bike.



Figura 43: Detalhe do Oculus Rift e do time de apoio ao visitante.

Objetivo

A intenção do projeto de Design da “*Immersive Bike*” foi promover a sensação de proximidade entre as pessoas que estão em Milão e a cidade do Rio de Janeiro através do ambiente imersivo, gerando de uma conexão emocional, simpática, empática, familiar e casual que favoreça a imersão e, como consequência, a “sensação de estar lá”. Com esta estratégia de abordagem checar as reações dos visitantes, identificando sinais sobre a natureza da proposta de imersão através do vídeo imersivo 360° combinado ao haptico passivo da bicicleta.

O Processo de Criação e Produção

A primeira ação foi definir o Desenho de produto final partindo da intenção da idéia original. O objetivo do grupo de pesquisa era que a versão ativada no evento fosse o melhor protótipo que se pudesse desenvolver, sem abrir mão de segurança como prioridade.

Adotamos o método *SCRUM* (SCHWABER (2004)), modelo ágil de gestão de projeto de software, adaptado as características particulares da “*Immersive Bike*”:

“Scrum é um framework de gerenciamento de projetos para desenvolver produtos e sistemas complexos. Scrum emprega uma abordagem lean iterativa e incremental com controle de processo empírico.”

Em função das características do projeto, especialmente das limitações de tempo, os tempos dos *SPRINTS* foram reduzidos para 3 dias por ciclo.

“O ciclo do Scrum tem o seu progresso baseado em uma série de iterações bem definidas, cada uma com durações de 2 a 4 semanas, chamadas Sprints.”

A definição das tarefas e a distribuição pelas equipes permitiram que três linhas de produção andassem com suas agendas paralelamente. O objetivo inicial era ter a versão mínima viável da “*Immersive Bike*” em 10 dias, assim, todos os ajustes e desenvolvimentos que se fizessem necessários poderiam ser integrados diretamente no protótipo, ganhando tempo e reduzindo riscos típicos do processo de integração.

A instalação é um produto da integração entre três camadas de naturezas distintas, cujas tarefas de design são também significativamente distintas, quais sejam:

a) Camada de Conteúdo Digital

A camada de conteúdo digital trata e define a natureza da mídia exibida, aquela que tem contato direto com quem interage no ambiente da interface virtual.

Neste caso, o foco foi trabalhar com arquivos de vídeo 360° e não produzir um ambiente tridimensional gráfico como acontece em grande parte da produção de mídias imersivas Figura54.

Foram gerados originalmente dois vídeos de 10 minutos cada. O primeiro, indo do Arpoador no sentido do Leblon. O segundo, indo no sentido contrário. Depois da edição, o vídeo final interativo ficou com 1,5 minutos. Em função da variação de incidência do sol na imagem nos momentos de gravação de ambos os vídeos trabalhou-se na edição para adotar um sentido só para o passeio.

INVENTÁRIO DE PRODUÇÃO: Vídeo original nativo formato MP4; Resolução da imagem 4096 x 2048; Set de câmeras GOPRO em mount 360o; Haste elevada suporte de câmeras para filmagem; Bicicleta alugada para a filmagem; Sistema de armazenamento.

Abaixo, referências de frames destas imagens geradas já em ambiente de edição no Unity. (Figura 44)

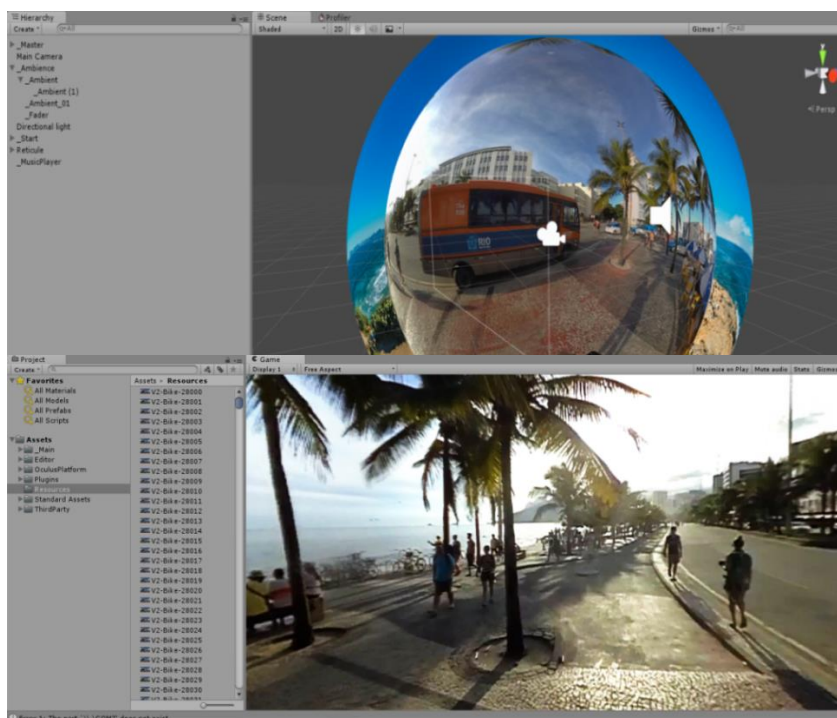


Figura 44: Impressão de telas de trabalho do ambiente de programação Unity com conteúdo do vídeo da IB em edição.

Além do estímulo visual, o estímulo sonoro se apresentava como fundamental na medida em que a intenção do projeto era favorecer o envolvimento e a imersão de fato, isolando o visitante dos estímulos exteriores, tanto da imagem como do som. Além de isolar, a função da música é também facilitar o processo de empatia e de sensação de casualidade da experiência.

Poder optar pela música via streaming permitiria um conjunto maior de opções para o envolvimento como um todo, assim foi integrada ao sistema da “Immersive Bike” a API (“Application Programming Interface”) do serviço de música via *streaming* SPOTIFY Figura 45.

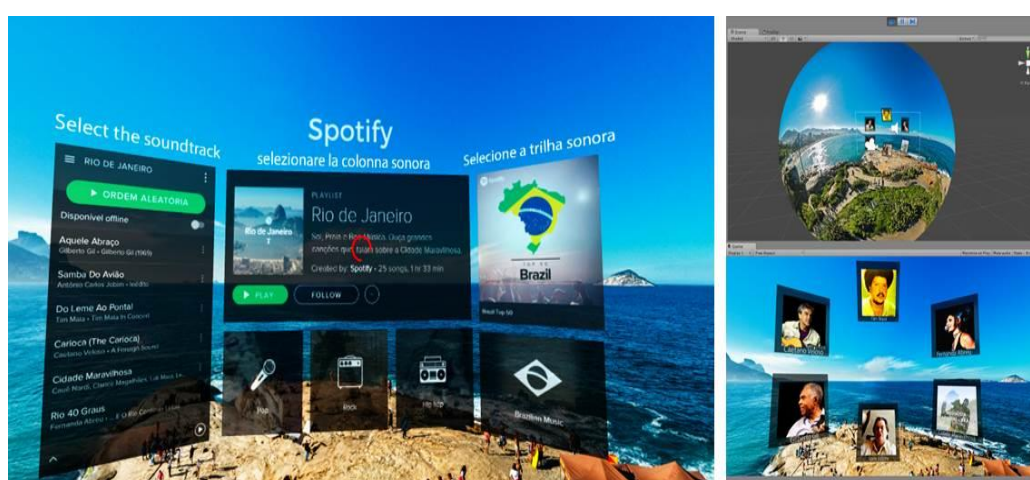


Figura 45: Interface da IB para escolha de músicas apenas “apontando” o olhar

b) Camada de Sistemas Eletrônicos e Digitais

A etapa de Sistemas Eletrônicos e Digitais é composta por um conjunto de componentes de sensoriamento cujo objetivo é a detectar a velocidade, aceleração e desaceleração do pedalar. Na roda traseira e no suporte do quadro perto da roda foram instalados: um sistema magnético integrado a um processador “arduino mini”^{*1}(indicar no rodapé: * arduino é uma plataforma eletrônica aberta de fácil programação). Embarcado com software de tratamento dos dados e output da velocidade desenvolvido em linguagem de programação C, exclusivamente para o projeto.

Para executar o software imersivo efetivamente, a “Immersive Bike” exigiu o uso de significativa capacidade de processamento.* (O sistema trabalhou com um PC processador Intel i7 4790 @ 3.60GHz, placa de vídeo GeForce GTX 760, 16 memória RAM, Windows10 - 64bits. Assim, a CPU de exibição recebe o input de dados do processador arduino e exibe as imagens de forma consistente com a velocidade do pedalar, e exibe através do

oculus RIFT conectado.) O software de exibição foi programado no ambiente UNITY * (ambiente de programação multimídia) (Figura 46) que exibe frame a frame em velocidade consistente com o pedalar.

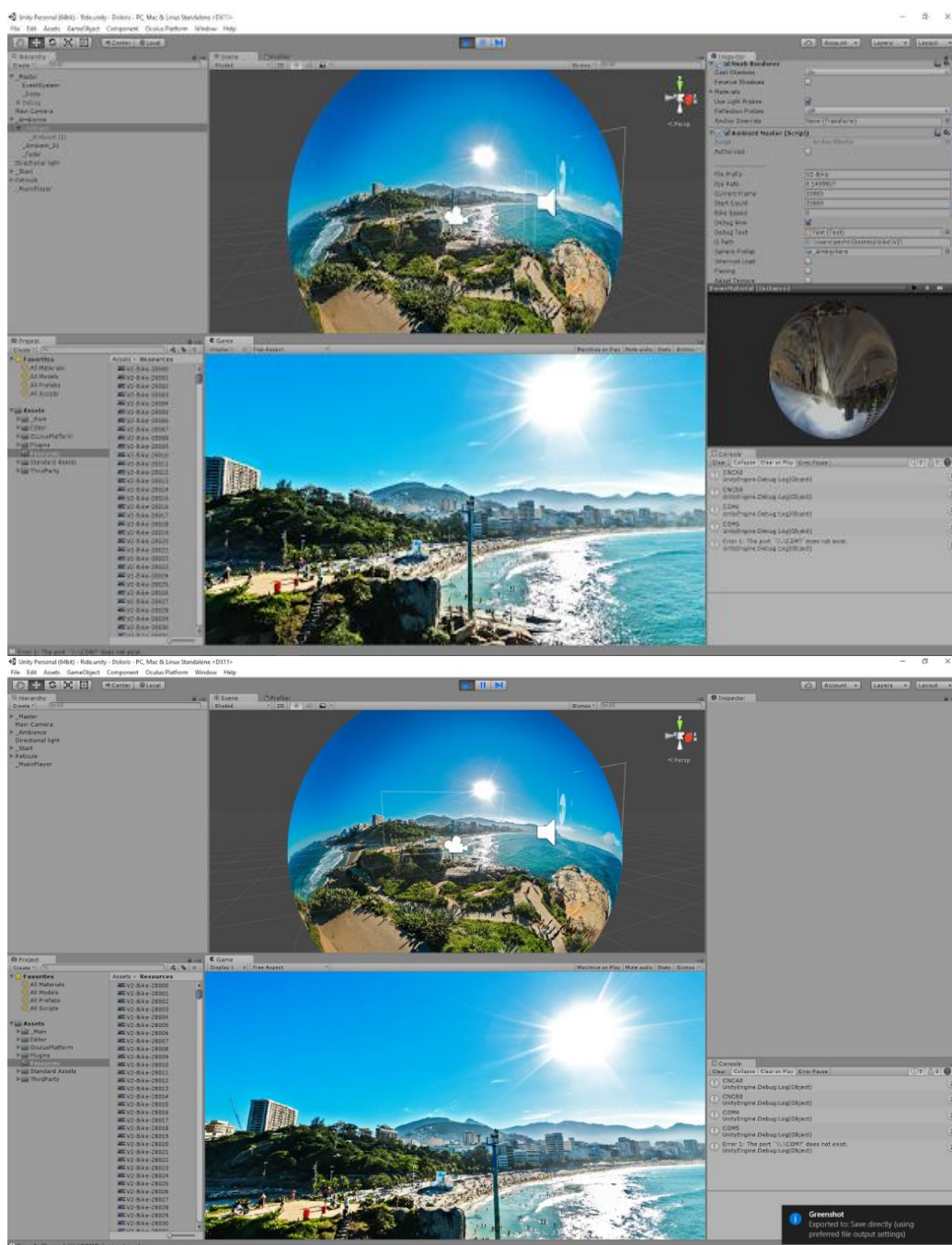


Figura 46: Impressão de telas operacionais do Sistema Unity em que a Immersive Bike teve suas imagens editadas.

Para efeito do início do sistema, mecanismo de opção de ativação do serviço Spotify e escolha de músicas, o sistema necessitava de uma forma de acionamento e “clique” que não exigisse que o visitante tirasse as mãos do guidon da bicicleta para manter o equilíbrio.

O design da interface do sistema da “*Immersive Bike*” conta com um modelo de informações ativo que permite o acionamento das opções interativas apenas apontando o seu olhar o objeto que se quer acionar e aguardando para que carregue, chamado *Gaze Input*.

c) Camada Física

O componente físico do projeto da “*Immersive Bike*” não é apenas uma estrutura que emoldura a ação controlada pelos softwares da instalação Figura 47. O senso de equilíbrio, especialmente no caso da bicicleta, é determinante. Desta forma, a instalação contou com uma bicicleta e um suporte de roda traseiro como na Figura 48.

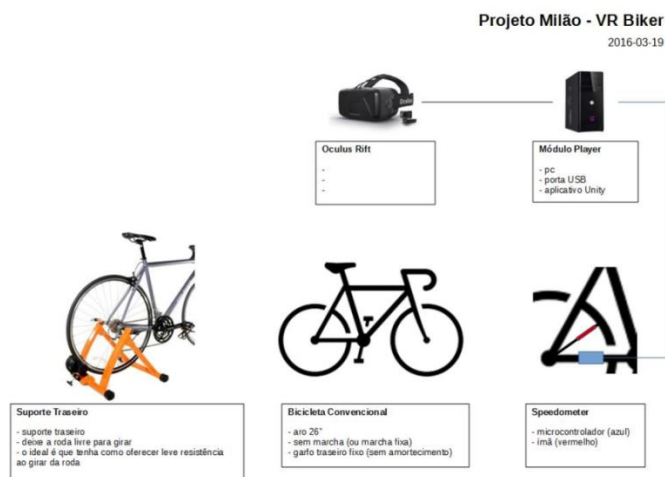


Figura 47: Esquema simplificado da arquitetura da solução da *Immersive Bike*



Figura 48: Detalhe do rolo de treino que permite a *Immersive Bike* ser pedalada sem sair do lugar

Detalhando a instalação física, a roda traseira carregava o sistema magnético, um ímã neodímio, na estrutura do quadro da bicicleta havia um sensor magnético que dava conta de registrar cada ciclo de passagem (Figura 49). Assim, toda vez que o ímã da roda passava pelo sensor do quadro, esta informação era enviada para o software no arduino, que estava programado para tratar esta informação identificando os intervalos de ciclo e enviando para o sistema VR para que a sequência de imagens 360° fosse consistente com aquele movimento.

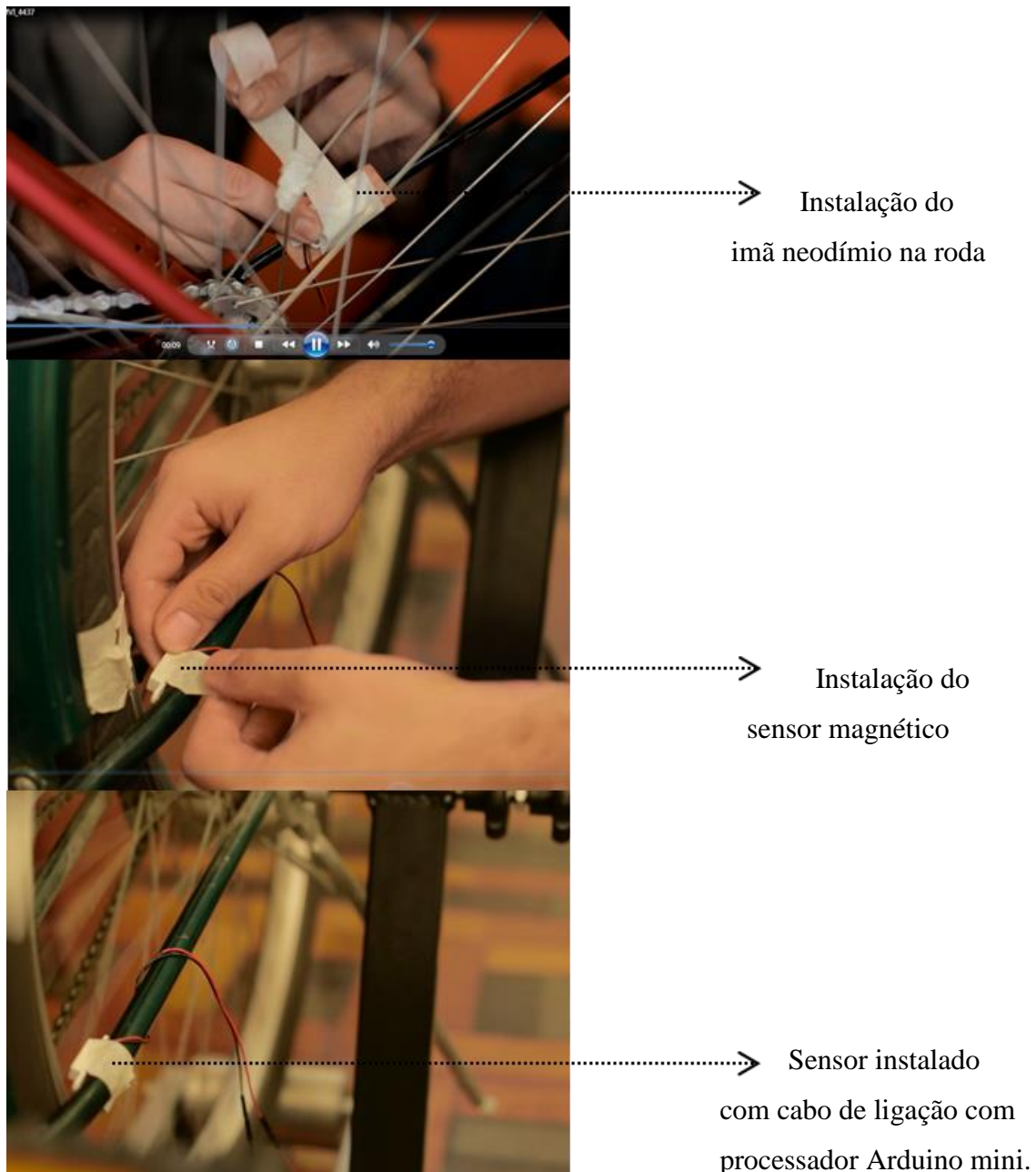


Figura 49: Detalhes da fixação dos ímãs no quadro e na roda

Abaixo, na Figura 50, o repositório da plaquinha do arduino mini:

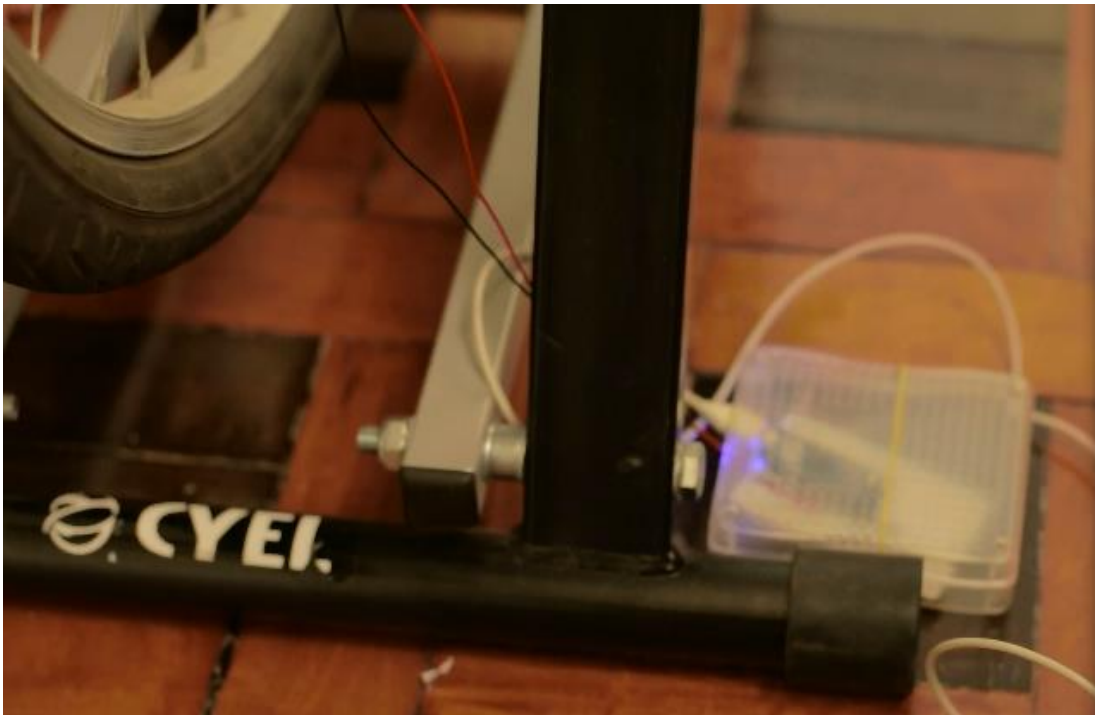


Figura 50: Detalhe a caixa em que a placa Arduino Mini

d) Durante as sessões

O público pôde interagir com a “Immersive Bike” durante os cinco dias de evento, de 10h às 17h. Duas pessoas deram suporte integral aos atendimentos, com orientações e cuidados básicos de uso e acionamento.

No script de atendimento havia uma sequência que considerava que o visitante se dispunha voluntariamente a experimentar a Immersive Bike. Considerando que sim, havia uma explicação breve do que era a instalação, o quê o visitante poderia esperar daquela experiência. Na sequência, orientações de que ele poderia parar a qualquer momento que desejasse e que as pessoas estariam ali para ajuda-lo em qualquer necessidade.

Na Figura 51 segue uma sequência ilustrativa do ambiente de experimentação. São imagens capturadas em vídeo e foto como registro da ação.

Ao final de cada um dos dias a equipe se reuniu para comentar sobre questões relativas ao experimento, melhorias e compartilhar entendimentos sobre o uso e sobre a percepção das pessoas.

No capítulo seguinte, que descreve os ciclos de observação e reflexão teremos a descrição objetiva dos incrementos realizados durante o evento.



Figura 51: Colagem de imagens. Referências dos vídeos gravados durante as sessões da IB na Semana de Design de Milão

A Aplicação “Rio 360”

Descrição e Contexto

No contexto da Semana de Design de Milão, e com o intuito de desenvolver mais opções de envolvimento dos visitantes do espaço Rio+Design com o Rio de Janeiro a partir de Milão, outro experimento imersivo foi desenvolvido.

Uma aplicação imersiva que utiliza fotos realistas em 360° da cidade do Rio de Janeiro e vídeos imersivos, produzidos e tratados para o uso na plataforma Samsung Gear: óculos Gear VR + aparelho celular Galaxy S6.

Neste experimento havia um menu com nove links ativos, todos imersivos. Três deles são vídeos imersivos: a) Observação da orla de Ipanema na ciclovía em câmera lenta; b) Observação do Arpoador e c) Passeio acelerado pela orla de Ipanema. Outras imagens são fotografias em 360°: a) Cabeça do Cristo Redentor; b) Corcovado; c) Pão de açúcar; d) Réveillon em Copacabana; e) Mureta da Urca; f) Lagoa à noite.

As imagens abaixo (Figuras 52 e 53) são uma sequência que mostra primeiro os equipamentos utilizados, seguidos de duas imagens da interface de acionamento a partir do aplicativo e, em seguida, uma sequência exemplo de imagens do Rio exibidas na aplicação e capturadas diretamente com o software em execução:

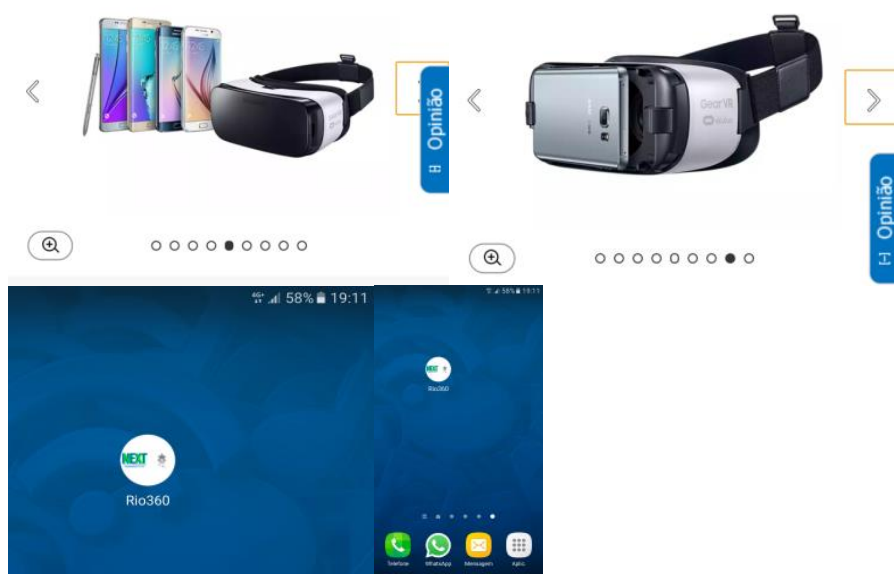


Figura 52: Acima, imagens do sistema da empresa Samsung Gear VR. Em seguida, impressões de telas da interface do aplicativo “Rio 360”.

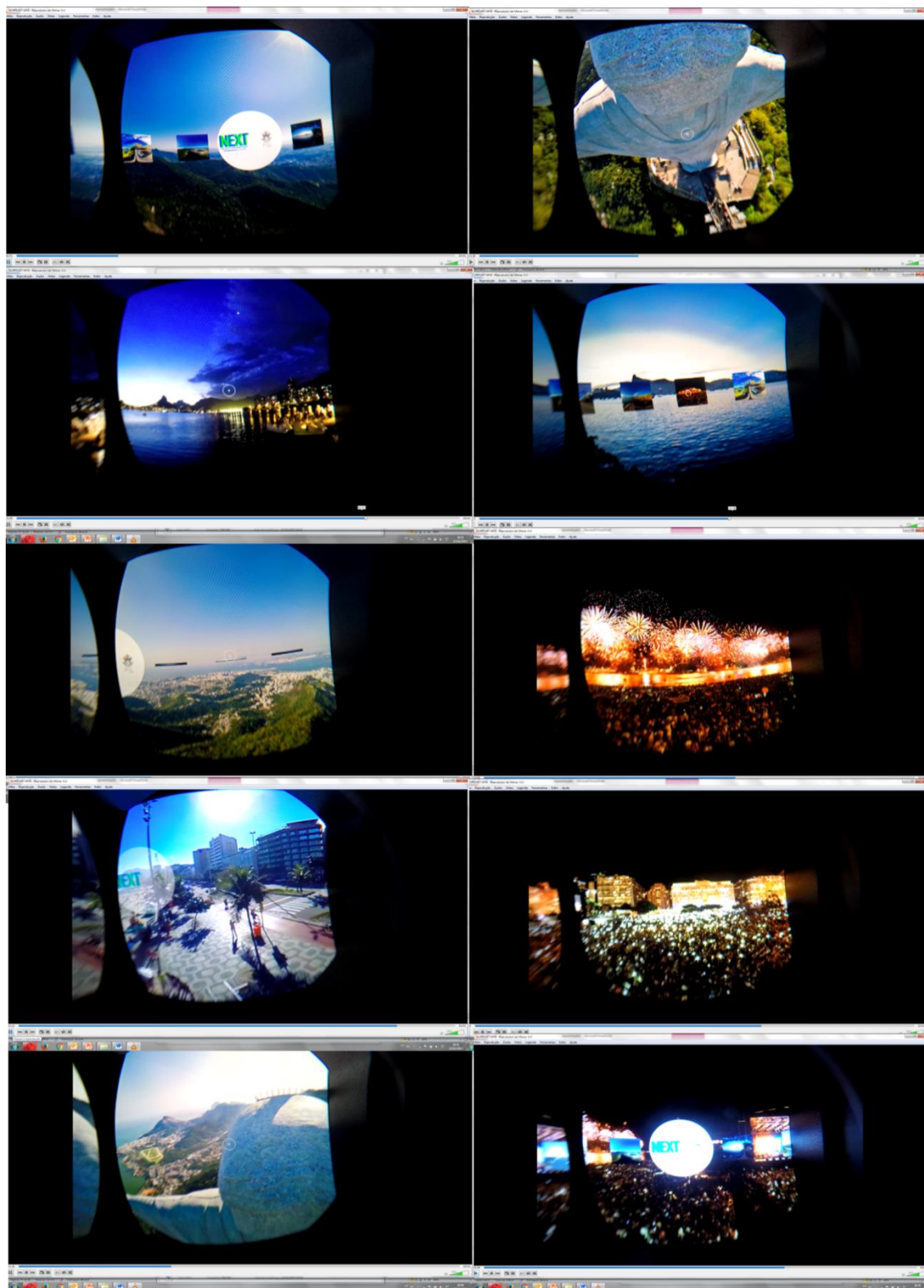


Figura 53: Acima, imagens do sistema da empresa Samsung Gear VR. Em seguida, impressões de telas da interface do aplicativo “Rio 360°”.

Objetivo

Além de ser uma das opções de interação com o visitante do espaço, o experimento “Rio 360°” tinha o objetivo de atuar como um “primeiro passo”, algo que se pudesse ativar com rapidez e portabilidade, e funcionasse como uma forma de interação inicial disponível para quem estava na fila para a “*Immersive Bike*”.

A aplicação dava liberdade de movimentos do corpo naturalmente e era ativado também por quem se voluntariasse a experimentar. Uma pessoa conduzia o experimento e passava as orientações.

Abaixo seguem imagens ilustrativas do ambiente de interação e das pessoas usando a aplicação “Rio 360°” (Figura 54):



Figura 54: Usuários na Semana de Design de Milão 2016 usando o aplicativo VR “Rio 360°”

O Processo de Criação e Produção

O norte desta etapa do projeto era desenvolver o “o primeiro contato” com a proposta de imersão. A ação deveria ser de rápida interação para permitir atuar com mais pessoas e que tivesse um esforço de pré-produção com baixa mobilização de recursos de tempo e financeiros.

Diferente da “*Immersive Bike*”, projeto em que todas as imagens e softwares foram produzidos exclusivamente para o projeto, no aplicativo “Rio 360°” optamos por editar o material de mídia fotográfica 360° já produzido. Assim, licenciemos as imagens estáticas do Fotógrafo Ayrton Camargo que entregou os arquivos em formato JPG. Estas imagens foram editadas e integradas no software. Este sim, desenvolvido 100% para a aplicação “Rio 360°”.

Além destas imagens fotográficas em 360°, foram integradas opções de vídeo para percepção sobre as diferenças de reação das pessoas. Todo o material desta natureza integrado ao sistema foi editado a partir do material produzido originalmente para a “*Immersive Bike*”.

A diferença fundamental está na velocidade de execução das imagens vídeo que, neste caso, não dependiam de qualquer ação do usuário. Assim, provocamos três tipos de situação quanto à velocidade. O objetivo destas diferenciações é testar o impacto de observação incomum de algo “real”, acelerando ou desacelerando o vídeo. Uma terceira opção é manter a velocidade regular de 24 quadros por segundo, contudo, mantendo a câmera estática.

Assim, temos as seguintes características aplicadas:

- a) Combinação de dois tipos de mídia – foto e vídeo 360°;
- b) Independência do corpo, fora o movimento da cabeça, em relação à execução da mídia vídeo;
- c) Aplicação de velocidade incomum aos vídeos com o objetivo de gerar estranheza;
- d) Observação de imagens capturadas do mundo real, e com o mínimo de interferência em sua natureza;
- e) Facilidade de uso, o que permitiu um volume grande de pessoas experimentando a aplicação;

- f) Não utilização do áudio música como elemento ativo da imersão;

O menu aqui é consistente com a solução da Immersive Bike, também conta com um modelo de informações ativo, que permite o acionamento das opções apenas “apontando” o seu olhar para o objeto que se quer acionar e aguardando para que carregue, chamado *Gaze Input*.

O ambiente de desenvolvimento foi o Unity e a saída da aplicação para trabalhar sobre sistema operacional Android. Tanto no caso da Immersive Bike como aqui, a performance do software e do hardware foram uma ocupação original. No caso da aplicação “Rio 360” especificamente, foi necessário um trabalho de adequação das mídias em resolução e tamanho final para que minimizassem o impacto no processamento do player celular, cujo aquecimento demasiado tiraria o experimento de operação caso chegasse ao seu limite.

5.2. Sessões PUC Rio

A “Immersive Bike” com interferências

A sequência de sessões iterativas da pesquisa impôs duas alterações fundamentais no projeto quando seguiu para a sua segunda bateria de experimentações na Universidade. Naturalmente, o contexto desta experimentação e as pessoas que participaram teriam uma característica bem diferente da multiplicidade e diversidade de perfis encontrados na “Semana de Design de Milão”. Além deste cenário de fundo, de forma iterativa, algumas novas ações foram tomadas, quais sejam:

1) Inclusão de alterações gráficas durante a execução do vídeo.

Durante a pedalada foram incluídas alterações gráficas sobre a imagem, fazendo com que a imagem típica do vídeo assumisse traços, curvas e filtros ilustrados (Figura 55). Foram sete alterações nas imagens. Para efeito da experiência, as alterações aconteciam sem aviso prévio.

Na sequência deste capítulo, detalhamos os motivos pelos quais fizemos esta inclusão no script de interação, contudo, cabe aqui, um comentário sobre alguns fundamentos que conduziram a este caminho.

As primeiras sessões colocaram luz sobre a importância do haptico passivo, que exerceu um papel fundamental na experiência na medida em que deixava claro para o participante que dependia dele para que o vídeo exibisse imagens que chegassem perto de algo mais consistente com o movimento natural. E que, portanto, a partir de um ponto da pedalada a sensação de imersão passava a ter um “ritmo” análogo a um movimento mais “realista”.

Outro aspecto importante, também iluminado pela experiência com as primeiras sessões, é a relação entre a imagem realista e a sensação de imersão. Que deveria ser colocada à prova, ao menos no que diz respeito ao estímulo visual. Assim, as interferências vieram com o objetivo de provocar “estranheza”, “uncanny”.

Assim, fizemos dois tipos de marcações no script de interação: a) marcar o momento (em minutos e segundos) em que a pessoa que experimenta a Immersive Bike relata que “está dentro” do filme; b) marcamos o minuto exato (igual para todos) em que os efeitos são disparados.

SCREEN SHOT

NOME DO EFEITO



Pastel

Cel Shade

256 Canais de Cor

Papel de Jornal

Halftone Azul

Sketch

Line Art

Figura 55: Referência das alterações e efeitos aplicados no experimento nas sessões da PUC Rio

2) Perguntas durante a experiência; entrevista com pesquisador registrada em vídeo, e questionário após a experiência.

O esquadro da pesquisa se configura desta forma:

Local: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Participantes: 63 alunos de Comunicação Social, 6º período, ambos os sexos, entre 21 e 31 anos convidados. 8 faltaram no dia, 2 desistiram no meio do experimento e 6 questionários foram desconsiderados. Tempo total do experimento 2 minutos.

2.1. Antes do experimento:

- Você pode parar a hora que quiser ok?

Questionário: Dados gerais. Figura 56

QUESTIONÁRIO PESQUISA				
ANTES DA EXPERIÊNCIA				
IDADE				
SEXO	M	F	OUTRO	
JÁ HAVIA EXPERIMENTADO ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL ANTERIORMENTE?	SEM	NÃO		
JÁ PEDALOU PELA ORLA DE IPANEMA PREVIAMENTE?	SEM	NÃO		

Figura 56: Detalhe do questionário complementar à entrevista aplicado nas sessões da PUC Rio

2.2. Durante o experimento:

1. Quando sentir que o que está vendo parece real avise. (pesquisador marca o momento.) (Pode ser do momento zero, quando começa; ou em nenhum momento)
2. Notas de 1 a 5 para o quanto cada item traz ou ajuda a trazer a sensação de imersão. (Figura 57)

DURANTE A EXPERIÊNCIA						
1. Quando sentir que o que está vendo parece real avise. (pesquisador marca o momento.) (Pode ser do momento zero, quando começa, ou em nenhum momento)						
MARQUE ABAIXO COM NOTAS DE 1 A 5 O QUANTO CADA ITEM TRAZ OU AJUDA A TRAZER A SENSÇÃO DE IMERSÃO						
ITEM	1	2	3	4	5	
FOTOGRAFIA 360 MENU ARPOADOR						
TELA SPOTIFY EM PERSPECTIVA						
VIDEO 360						
MÚSICA						
VIDEO COM EFEITO FILTRO SOBRE A IMAGEM						
EFEITO 1						
EFEITO 2						
EFEITO 3						

Figura 57: 2º Detalhe do questionário complementar à entrevista aplicado nas sessões da PUC Rio

2.3 Depois do experimento:

Questionário e entrevista:

O questionário abaixo foi produzido usando como referência o artigo "*The Spatial Presence Experience Scale (SPES): A Short Self-Report Measure for Diverse Media Settings Journal of Media Psychology*". Autores: Hartmann, T., Wirth, W., Schramm, H., Klimmt, C., Vorderer, P., Gysbers, A., Böcking, S., Ravaja, N., Laarni, J., Saari, T., Gouveia, F., & Sacau, A. (*in press*).

O método SPES opera com base em uma metodologia que pressupõe uma “*qualidade de escala*”, com um “n” relativamente alto, diferente, portanto, tanto no fundamento do método como na mecânica da pesquisa. Contudo, a SPES propõe dois eixos para a investigação, uma estratégia de abordagem interessante pois integra de forma concreta duas das observações diretamente ligadas aos objetivos desta pesquisa: “*self-location*”, a consciência de localização durante o experimento e “*possible actions*”, a sensação de que se poderia interferir de alguma forma no conteúdo da imersão.

Usando a escala Likert, temos o seguinte questionário:

Neste experimento, o que você sentiu? Marque de 1 a 5, de "discordo totalmente" a "concordo totalmente".

1. Eu senti como se eu estivesse realmente pedalando em Ipanema.
2. Pareceu que eu realmente fazia parte daquele passeio por Ipanema.
3. Era como se minha verdadeira localização tivesse sido deslocada daqui para Ipanema.
4. Eu senti como se eu estivesse fisicamente presente em Ipanema.
5. Eu vivenciei Ipanema como se eu tivesse sido transportado para um local diferente.
6. Eu estava convencido de que aquilo estava realmente acontecendo ao meu redor.
7. Eu tive a sensação de que eu estava no meio daquilo tudo em vez de meramente observando.
8. Eu senti como se os objetos do vídeo estivessem em volta de mim.
9. Eu vivenciei a praia de Ipanema como se eu estivesse realmente lá.
10. Eu estava convencido de que os objetos da cena estavam localizados nos vários lados do meu corpo.
11. Os objetos da cena me deram a sensação de que eu poderia interagir com eles.
12. Eu tive a impressão de que eu poderia ser ativo no ambiente da cena.
13. Eu tive a impressão de que eu poderia agir no ambiente da cena.
14. Eu tive a impressão de que eu poderia alcançar os objetos da cena.
15. Eu senti como se eu pudesse me movimentar em torno dos objetos da cena.
16. Eu senti como se eu pudesse entrar em ação.
17. Os objetos da cena me deram a sensação de que eu realmente poderia tocá-los.
18. Me pareceu que eu poderia fazer o que quisesse na cena.
19. Me pareceu que eu poderia ter algum efeito sobre as coisas da cena, como eu faço na vida real.
20. Eu senti que poderia me mover livremente pela cena.

As questões abaixo tiveram como referência o artigo: “*The Nature of Immersive Experience*”; Norman Jackson and Sarah Campbell. Neste artigo, uma nuvem de palavras apoia a visualização dos resultados das respostas sobre os conceitos que se quer verificar. Assim, o questionário é concluído com:

COMPLETANDO COM PALAVRAS

1. Eu tive a sensação de que eu estava no meio daquilo tudo em vez de meramente observando porque...
2. Eu estava convencido de que aquilo estava realmente acontecendo ao meu redor porque...
3. Se pudesse descrever sua experiência em uma só palavra, o que diria?

As entrevistas tiveram uma duração relativamente curta, buscavam comentários espontâneos sobre a experiência para reiterar ou contrapor algum aspecto em relação ao questionário formal. Abaixo ilustração das entrevistas (Figura 58).



Figura 58: Referências de imagens de vídeo geradas durante as entrevistas após o experimento da Immersive Bike na PUC Rio

5.3.

Sessões do Museu do Amanhã – Rio de Janeiro

5.3.1.

“Quatro aplicações VR comparadas”

As experiências da Semana de Design de Milão 2016 e da PUC Rio conduziram a pesquisa e o pesquisador para uma abordagem complementar. Um novo ciclo que pudesse tornar mais direto o processo de comparação entre o impacto do vídeo imersivo e dos conteúdos produzidos em 3D computacional para aplicações VR. Assim, conduzimos duas sessões com 21 visitantes selecionados aleatoriamente no Museu do Amanhã do Rio de Janeiro.

A pesquisa foi feita no Laboratório de pesquisas do Museu e convidava o participante a experimentar quatro aplicações VR disponíveis gratuitamente na loja OCULUS. Duas destas aplicações foram desenvolvidas em ambiente 3D computacional e outras duas aplicações utilizaram vídeos 360°.

O visitante era convidado a participar de uma pesquisa sobre Realidade Virtual, o pesquisador explicava como aconteceria o processo e o tempo total previsto, comunicava que o processo seria gravado em vídeo e perguntava se a pessoa teria alguma objeção.

As vinte e uma pessoas convidadas participaram e autorizaram o registro de suas entrevistas e de suas experiências em vídeo.

O projeto iniciava com a sequência de um minuto de experiência para cada uma das aplicações VR. Em seguida o participante vinha para a entrevista, que iniciava com um questionário, na sequência, uma conversa em seguida com o pesquisador.

A comparação entre os aplicativos neste ponto da pesquisa tem como objetivo primordial observar diretamente aspectos do vídeo imersivo e dos ambientes produzidos em 3D computacional em relação à sensação de imersão.

Seguem abaixo:

a) Uma breve referência visual das aplicações:

1. Ocean Rift – 3D
2. Jurassic World – 3D

3. #BeFearless: Fear of Heights Landscapes

4. #BeFearless: Fear of Heights City Heights

b) O questionário completo;

c) Imagens das entrevistas.

O equipamento utilizado foi o Gear VR da Samsung, player Samsung Galaxy S7, Sysop Android, aplicativos da loja OCULUS.

a) Uma breve referência visual das aplicações,

1. Ocean Rift – 3D (Figura59)

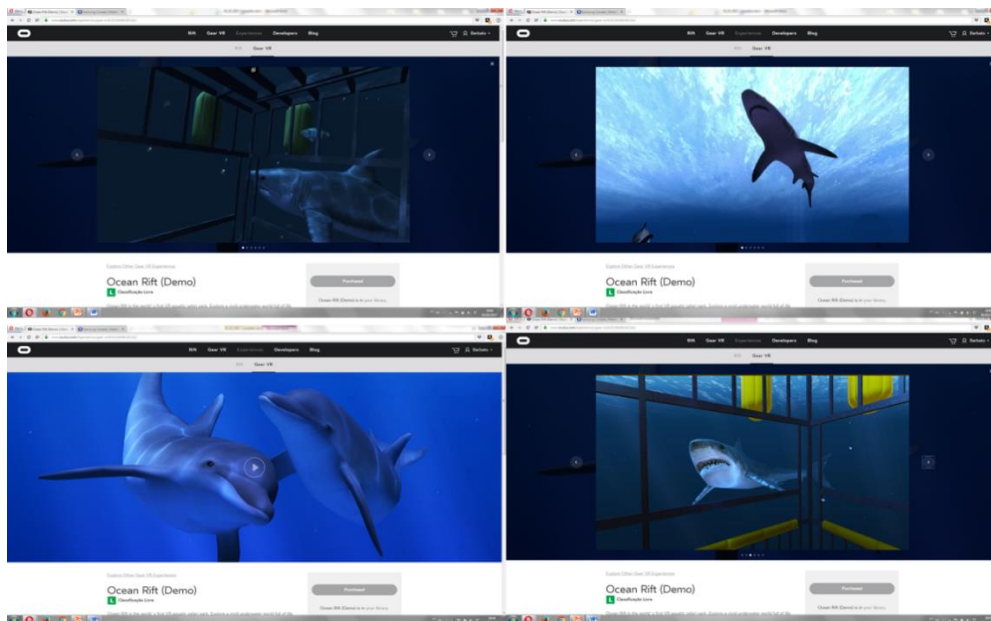


Figura 59: Telas da Aplicação VR Ocean Rift

2. Jurassic World – 3D (Figura 60)

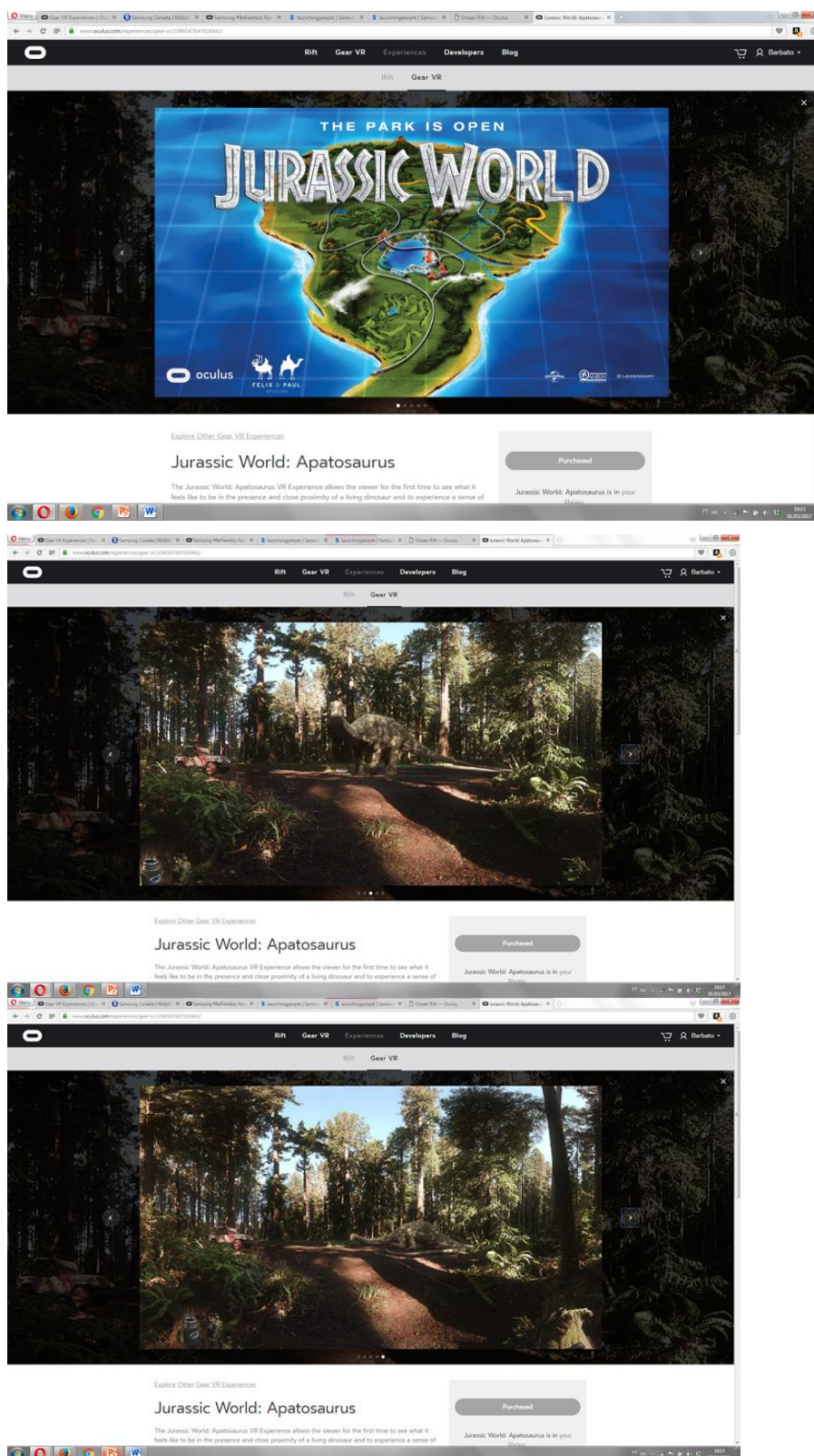


Figura 60: Telas da Aplicação VR Jurassic World

3. #BeFearless: Fear of Heights Landscapes (Figura 61)

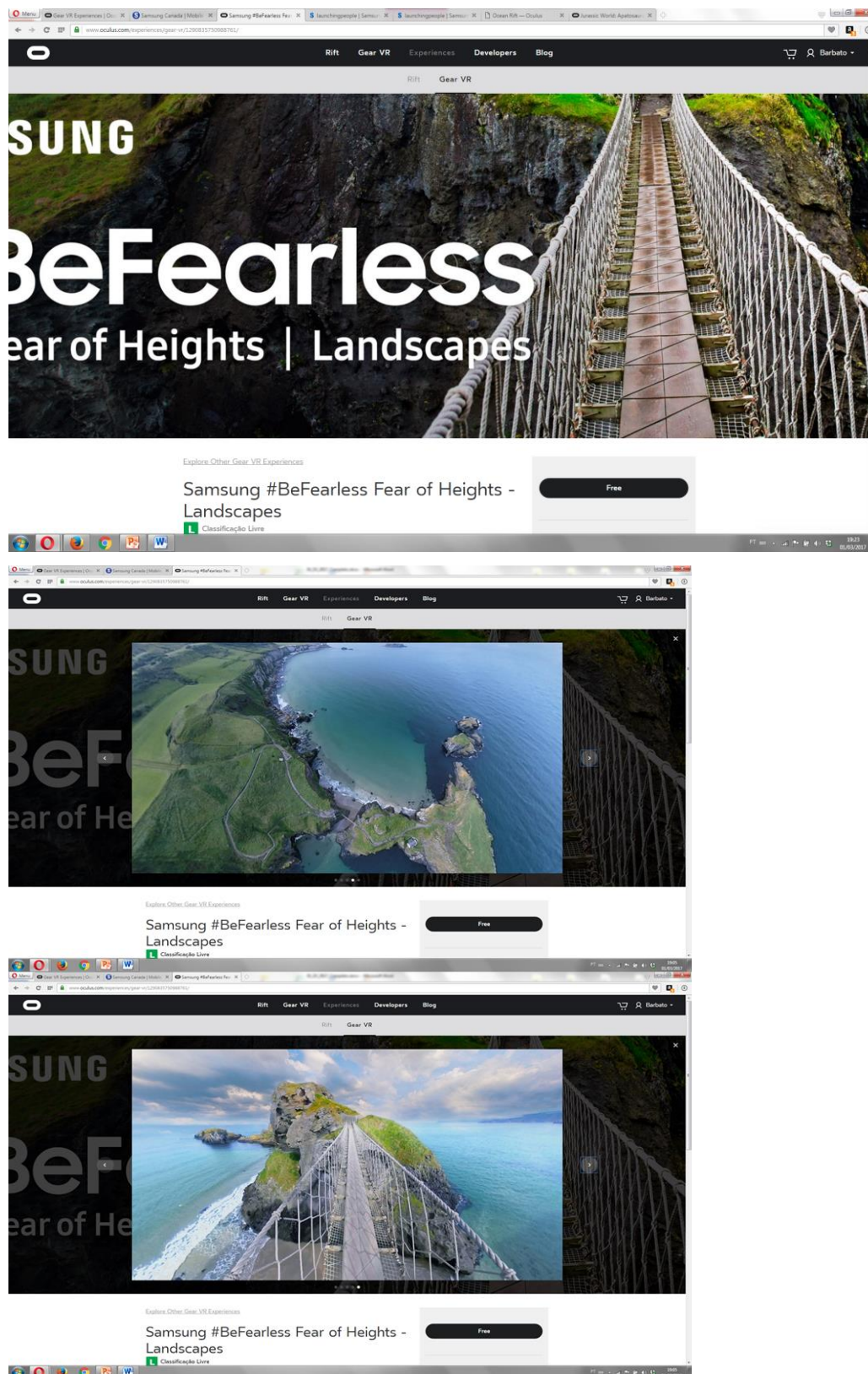


Figura 61: Telas da Aplicação VR #BeFearless - Landscapes

4. #BeFearless: Fear of Heights City Heights (Figura 62)

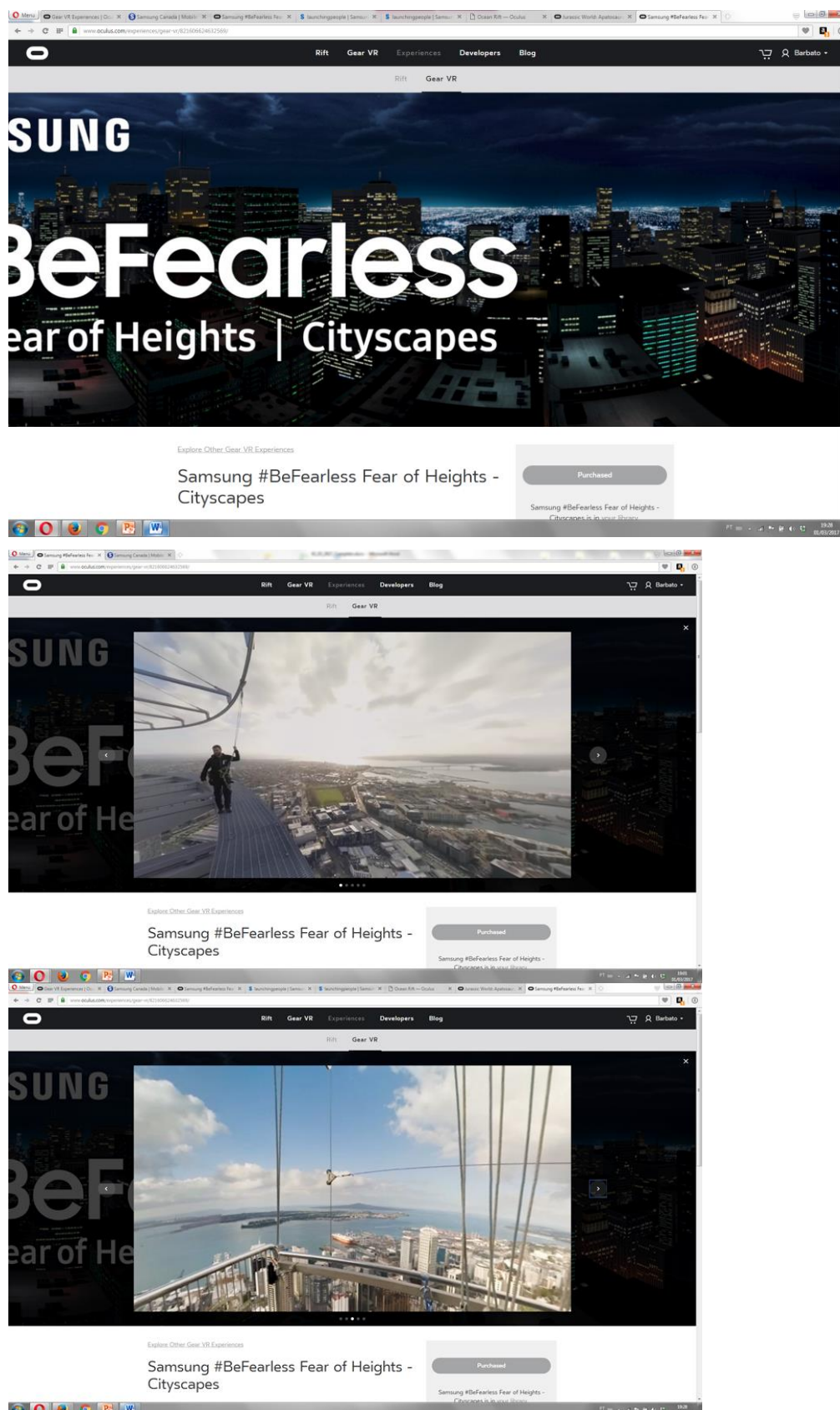


Figura 62: Telas da Aplicação VR #BeFearless - Cityscapes

b) O questionário completo antes da entrevista com pesquisador e após a experimentação das aplicações VR; as mesmas perguntas para as quatro aplicações. (Figura 63)

<u>QUESTIONÁRIO PESQUISA</u>					
<u>ANTES DA EXPERIÊNCIA</u>					
IDADE					
SEXO	M		F		OUTRO
JÁ HAVIA EXPERIMENTADO ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL ANTERIORMENTE?	SIM		NÃO		
<u>DEPOIS DA EXPERIÊNCIA</u>					
Neste experimento, o que você sentiu? Marque de 1 a 5, de "concordo totalmente" a "discordo totalmente".	1	2	3	4	5
1. Eu senti como se eu estivesse realmente lá.					
2. Eu estava convencido de que aquilo estava realmente acontecendo ao meu redor.					
3. Eu senti como se os objetos do vídeo estivessem em volta de mim.					
4. Os objetos da cena me deram a sensação de que eu poderia interagir com eles.					
5. Eu tive a impressão de que eu poderia ser ativo no ambiente da cena.					
6. Eu senti como se eu pudesse me movimentar em torno dos objetos da cena.					
7. Os objetos da cena me deram a sensação de que eu realmente poderia tocá-los.					
8. Me pareceu que eu poderia ter algum efeito sobre as coisas da cena, como eu faço na vida real.					

Figura 63: Questionário das sessões do Museu do Amanhã

c) Imagens das entrevistas. (Figura 64)



Figura 64: Registros em vídeo das entrevistas pós-experimentação nas sessões do Museu do Amanhã

6. Os Ciclos / Observar & Refletir

6.1. Semana de Design de Milão Ciclo 1: “Immersive Bike” e “Rio 360”

A Immersive Bike é uma instalação cuja experiência plena decorre da descoberta do corpo como interface pelo usuário. Objetivamente, o vídeo imersivo na IB só se apresenta como tal na medida dos ciclos de pedalada que, lembrando, acontece no mundo real, e na proporção do esforço do usuário. Esta proposta de envolvimento com o conteúdo imersivo condiciona e é condicionada a partir do tempo que o usuário leva para aprender sobre a interface e sobre suas regras operacionais. Assim, zero pedalada significa observar um único fotograma, estático, mas em 360º. O que se faz perceber como tal, portanto em movimento zero do pedal.

Já a aplicação Rio 360º, casual, leve e, em certo sentido, despretensiosa, tinha uma abordagem do uso que se demonstrava fácil, com uma aparente barreira menor à interação. Contudo, além das fotos imersivas produzidas em 360º, a aplicação guardava três objetos cuja natureza é central para este trabalho: três vídeos imersivos 360º, não dependentes de ação do usuário para sua execução, que acontecem em velocidade constante de 23,5 fps (*Frames per Second* ou quadros por segundo). Estes vídeos imersivos foram editados para execução em velocidade constante, contudo, seus tamanhos originais foram compactados para execução em um minuto. Desta forma, como exemplo, o vídeo do passeio do arpoador que tem 12'32" originalmente, foi compactado para 1'23", o que gerou uma percepção de uma imagem acelerada 10 vezes mais rápida que uma execução de percepção natural com 23,5 fps.

Outros dois arquivos de vídeo tiveram uma taxa de compactação bem menor que o anterior, contudo não desprezível: a do vídeo do arpoador com 2'10" e o vídeo do calçadão de Ipanema com 2'47", praticamente foram executados em sua forma nativa pós edição, 30fps. Verificaremos adiante a importância de outra variável: o movimento do eixo da câmera. No vídeo da bicicleta, naturalmente ele traslada, nos outros dois, é fixo.

Estes são pressupostos de partida do projeto que foram expostos à experimentação no evento. O ambiente imersivo é objeto central deste trabalho. Algumas observações fundamentais emergiram a partir das sete horas diárias de uso de ambos os experimentos durante os cinco dias de evento. Abaixo, organizamos estas observações objetivamente, a partir das anotações e gravações diárias. Em seguida, refletimos sobre estes pontos à luz da intenção deste trabalho, pensando também em adaptações possíveis para aprofundar a investigação no ciclo seguinte.

Observações

* Hardware, software, sincronismo e imagem embaçada;

Em pré-produção, antes de entrar em operação para o público, foram detectadas questões críticas no sistema da IB: o primeiro ponto fundamental foi a dinâmica de controle da velocidade de execução do vídeo. A mecânica de interface entre a pedalada e os softwares de reprodução de arquivos de vídeo apresentou dificuldade quanto a estabilidade (isto é: a capacidade de o sistema se comportar como previsto, executando a mídia de forma fluida e sem interrupções de operação); e quanto ao sincronismo (isto é: o tempo de resposta da execução do vídeo. No ambiente de desenvolvimento Unity, o CODEC (codificador e decodificador) de vídeo era restrito naquele momento do desenvolvimento a até 23,5 fps. (melhor, era na época, não sei como esta hoje). O que significa que, ao compactar todos os frames em um arquivo clássico de vídeo, no processo de desaceleração, os quadros eram "fatiados" na execução, gerando um lapso rítmico na visão do usuário. Estes pontos fizeram com que adotássemos uma nova proposta de solução, que posteriormente se mostrou útil para efeito desta pesquisa.

Para encaminhar ambas as questões, e considerando o pouco tempo de realização, a solução foi a separação dos frames do vídeo original em fotogramas, um arquivo para cada "frame", mais precisamente 7436 quadros, exibidos em até 80 fps, cada frame com 3264 x 4928 pixels. Realizando o trajeto de forma mais rápida o possível, o usuário levaria então 131 segundos para ir do início ao fim. Assim, o software poderia executar de forma muito precisa a sequência de frames em velocidade consistente com a da pedalada.

Contudo, o sistema todo exigiu uma capacidade de processamento extrema, implicando na necessidade de executar o arquivo diretamente do ambiente de desenvolvimento.

Outro ponto enfrentado logo em seguida foi a imagem embaçada. Relatos do uso, depois que a fluidez e o sincronismo do software já haviam sido resolvidos, apontavam um desconforto na imagem, uma visão “embaçada”. Em princípio a hipótese inicial era a de que o Oculus Rift precisava de afinação, contudo, ao abrirmos o ambiente entendemos que a execução dos frames pelo sistema precisava ser consistente com o ângulo de visão da câmera quando filmado. Assim, ao trazer a câmera do ambiente 3D para uma posição original consistente com a da filmagem, os frames adquiriram sua percepção nativa, sem aproximação ou afastamento da câmera lógica (câmera do ambiente do Unity), resolvendo a questão do “embaçado” e permitindo o início dos trabalhos.

Foram feitos ajustes técnicos menores já no primeiro dia e permitiram o experimento seguir estável, com performance excelente até o final do evento. A fluidez e a frequência de uso aconteceram em ritmo bom, sem interrupções.

Sobre os ajustes:

a) Fixação do guidom da Immersive Bike. Apesar do aviso antes da experiência e de saber que o que ele veria não era real, o visitante, durante o experimento, tinha reações “automáticas”, buscava desviar de objetos ou pessoas durante o passeio. Apesar de “saber” e ter “consciência” de sua localização no espaço e ambiente, os objetos que vinham em movimento contrário causaram uma reação, em geral relativamente abrupta, de virada de guidom. Além do apoio pessoal, com uma das pessoas da produção ajudando a segurar o guidom, foi colocado suporte para ajudar a fixar o guidom no quadro.

b) Substituição do local de execução para o lado de fora do espaço, e a inclusão de uma tela grande de “monitoramento”. Assim, as pessoas que passavam podiam ver o que a pessoa que interagiu com a Immersive Bike estava vendo. Uma antecipação da experiência, minimizando o desconhecido e facilitando o aprendizado a priori sobre a interface. Providências que aumentaram significativamente a visibilidade, diminuíram eventuais barreiras e aumentaram, portanto, a demanda pela experiência.

* Percepção do tempo e do movimento e o primeiro *"Uncanny Valley of Places"*;

Durante a observação da imagem parada, antes de movimentar o pedal, usuários regularmente passavam por uma sequência comum de reações, quais sejam: 1) admiração – primeiro impacto – no senso comum, chamado efeito “Wow!; 2) encantamento e empatia com o repertório pessoal das representações sobre o Brasil – com escolha da música; 3) ajuste do corpo - teste de causa e efeito do haptico passivo – momento em que os sentidos buscam suas referências e consistências ; 4) estranheza – dúvida sobre o resultado visual consequente da pedalada, a imagem em movimento não natural (câmera lenta; inconsistência); 5) entendimento – quando o movimento visualizado se tornava verossímil, crível, momento da “assinatura do contrato com o experimento” e a consequente imediata entrega para a experiência.

Abaixo, um ensaio gráfico sobre a primeira hipótese que se apresentou naquele momento, resultado direto da observação da reação dos usuários. A possibilidade de que aquela experiência não teria uma curva de crescimento linear contínua que a representasse. Sem ainda uma medição absoluta, ensaiamos que a curva teria a característica parabólica como segue. Este pensamento foi registrado como uma adaptação possível para o próximo conjunto de sessões em que se poderia medir de alguma forma o ponto em que o usuário se sente “dentro” da aplicação.

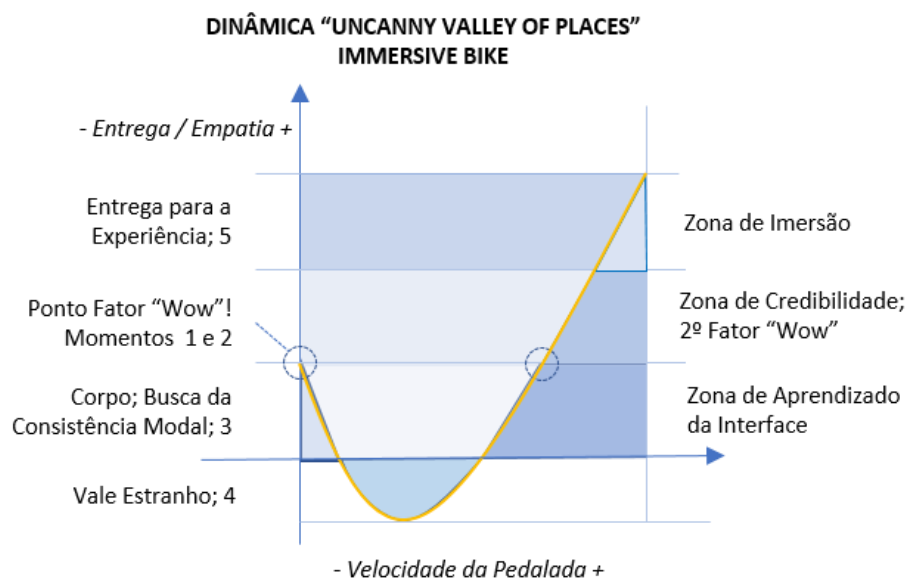


Gráfico 10: Primeiro ensaio de como seria o comportamento da curva de percepção do usuário sobre a experiência com a “Immersive Bike”.

* Equilíbrio, propriocepção e consistência multimodal.

Andar de bicicleta no mundo real exige uma série de aprendizados sobre possibilidades do corpo, algo que se aprende em algum momento da vida e que passa a lidar com uma forma alternativa de deslocamento, e que demanda aprendizado que demanda desenvolver uma linguagem com seus sistemas hapticos, motores, de propriocepção, equilíbrio e de visão. A “*Immersive Bike*” não é uma bicicleta de andar, é uma bicicleta de ver. Claro, é uma proposta aparentemente familiar dada a sua similaridade física, dada ainda a similaridade de movimento proposto. Assim, observando a experiência “de fora”, pode-se inferir um “risco baixo”, algo que é “possível”, uma experiência em que o “repertório” pessoal, anterior à experiência, predispõe a favor. Ainda assim, contudo, ao iniciar a experiência o usuário percebe que há ainda o que aprender sobre aquilo.

Escolher sem clicar, bastando apenas direcionar os olhos para o que se quer e aguardar o carregamento da mídia. Pedalar sem sair do lugar. Renegociar o equilíbrio. A bicicleta, com a roda traseira suportada pelo rolo de treino, elevava o banco e inclinava a bicicleta para frente, exigindo uma “negociação” com seu centro de gravidade, consciência corporal e, portanto, propriocepção e equilíbrio. As referências periféricas, percepção ponto de fuga da visão, o áudio isolado de outras referências, são novos aprendizados que, apesar de rapidamente inferidos, são processos necessários para a credibilidade, familiaridade e segurança da experiência.

Estamos nos referindo aqui a uma segunda possibilidade: esta “checagem”, a comparação direta entre o vocabulário pessoal de cada modal e o que se propõe no experimento, é determinante para a qualidade da experiência. A consistência modal é esta comparação entre o que conheço e o que se propõe. Quanto menor a diferença, melhor a experiência. Quanto maiores às diferenças entre os repertórios modais e os propostos pelo experimento, mais chances de consequências desagradáveis que vão desde um básico efeito indesejável de não credibilidade, um desconforto, até, no limite, a tontura, enjoo ou náusea e, consequente desistência do experimento.

Durante o passeio filmado em 360° havia momentos em que a bicicleta era ultrapassada por outra ou que havia ciclistas ou outros veículos vindos em direção

oposta, como por exemplo, um triciclo típico que transportava gelo para os quiosques da orla. O momento deste encontro se dava quando o visitante já estava relativamente familiarizado com o “sentir-se pedalando na ciclovia”. Apesar de saber claramente que estava em Milão e não em Ipanema, apesar de saber que a bicicleta não sairia do lugar, que obviamente não tinha um triciclo carregando gelo vindo em direção oposta e que aquilo era uma experiência não real, não era incomum o movimento desviar, muitas vezes até, relativamente brusco, uma reação quase automática. Vale dizer que não causou qualquer queda, nos chamou a atenção para cuidar do guidom e, ao mesmo tempo, indicou alta consistência modal e, portanto, excelente nível de credibilidade.

DINÂMICA MÍDIA E CREDIBILIDADE NA IMMERSIVE BIKE

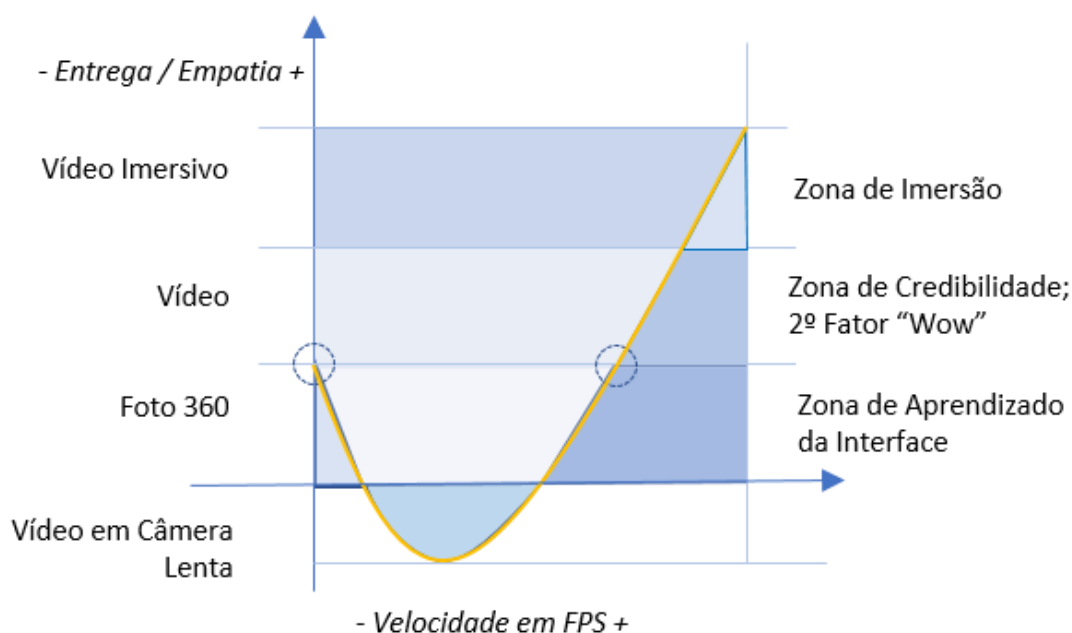


Gráfico 11: Ensaio sobre mudança de natureza da mídia percebida na medida da velocidade da pedalada da “Immersive Bike”.

Reflexões

* *Conexões de contexto e conteúdo:*

Algumas pessoas demonstraram manifestações espontâneas de nostalgia, saudade ou emoção, além do um encantamento do contemplar a bela paisagem. Conversas após a experiência indicaram a possibilidade de um perfil comum, como brasileiros que moravam no exterior, ou pessoas que contavam histórias que teriam vivido em que aquela “atmosfera” (história+áudio+imagem) teria de

alguma forma, despertado sensações além da sensação de “estar lá”. Estas manifestações indicaram a importância do entendimento de contexto e das histórias que podem ser despertadas a partir da experiência imersiva.

** Áudio e imersão:*

O repertório de músicas estimulava a conexão do usuário com o Brasil e, especialmente com a cidade do Rio de Janeiro. Tom Jobim, Tim Maia, Caetano Veloso, Gilberto Gil e Fernanda Abreu, através de suas músicas, foram determinantes para o processo de envolvimento da “Immersive Bike”.

O papel do áudio para o resultado da experiência é tão importante quanto os estímulos visuais. O áudio, contudo, se bem projetado, favorece o estímulo de uma dimensão emocional da experiência.

** Consistência Modal:*

Cada modal da IB não indicava um peso absoluto para o resultado da experiência imersiva, seja quanto ao realismo ou por suas variáveis técnicas que pudessem indicar maior ou menor qualidade. A reflexão, estimulada por esta condição do experimento, indica que as experiências imersivas passam por um momento em que a interface é aprendida, testada, comparada com o repertório pessoal de cada pessoa.

A interface somática da IB se apresenta como um conjunto dinâmico, que não prescinde e é estimulado pelo vocabulário simbólico de cada um. É, portanto, determinante para a instalação imersiva. Quanto maior a diferença entre aquele repertório pessoal e os recursos de interfaces mediados pela IB, maior a possibilidade de reações não desejáveis, especialmente as orgânicas como tontura ou vertigem.

Adaptações para próximas sessões

- * Preparar a IB para observar itens específicos na próxima sessão;*
- * Fixar o guidom da IB para melhorar equilíbrio;*
- * Preparar um headphone que isolasse mais ainda o ambiente externo;*
- * Incluir, no script de interação, um pedido explícito para que o usuário “avise” o momento imediato em que se percebe imerso;*

- * *Reduzir o tempo total de interação;*
- * *Incluir filtros de imagem durante a execução do software para observar reações a imagens notadamente não reais;*
- * *Preparar um guia de pesquisa, baseado em um questionário;*
- * *Registrar em vídeo as conversas.*

6.2.

PUC Rio

Ciclos 2, 3 e 4: “Immersive Bike” e Gráficos Abstratos.

A possibilidade de aprofundar o entendimento sobre aspectos da natureza da experiência imersiva baseados na “Immersive Bike” direcionou os ajustes para as novas sessões na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O intervalo de três meses entre a experiência da Semana de Design de Milão e as sessões da Universidade foi suficiente para produzir as adaptações pensadas a partir das observações.

Foram feitos ajustes físicos no equipamento, buscando garantir a total estabilidade da instalação. Foi incluído também um cronômetro no processo para demarcar mais precisamente os pontos avaliados, especialmente o momento em que a pessoa declara que “está imersa”.

Observações

Um aspecto fundamental no processo de adaptação para as sessões da PUC Rio foi observar de forma objetiva algumas das reflexões decorrentes das primeiras sessões e as percepções pelas pessoas.

Abaixo seguem as observações relevantes anotadas por tópico:

1) **Interface Somática – Pedalar, virar a cabeça e desviar.**

Na IB, os movimentos de cabeça combinados ao pedalar estimulam muito o processo de imersão. Importância da combinação e consistência modal; Fundamental o papel de objetos referenciados na cena, que sejam independentes da ação do usuário:

“Muito real parece que vc esta lá, de fato; parece mais real porque vc parece que pode desviar...”; “... O corpo faz toda diferença.”.

“A cena vai no seu ritmo Joana. O corpo facilita porque, se o fundo mexesse mais rápido, diminuiria a sensação de que estou lá...”

“Que aquele tempo esta de acordo comigo. (...) O controle próprio te traz para aquele momento...”

“A visão periférica é o que mais ativa a sensação que vc esta lá...”

“As pessoas se movimentando (...). Tá maneiro demais véio...”

“Tô fazendo parte da cena porque eu estava pedalando...”

“Tive medo de bater nas pessoas... Dei um gritinho com as pessoas perto da calçada...”

“Arvore baixei a cabeça na árvore...”

“Qdo vc chega perto das coisas vc acha que vai bater...”

“Foi a sensação das coisas chegando por perto (o que deixa mais imerso).”

“Senti como se tivesse pedalando em Ipanema. Vi gaivotas e pássaros. Tinha ambulante, pessoas sentadas na calçada e pessoas andando...”

“Aí Senti imerso porque eu tentava fazer algo”. “... e como seu meu pensamento pensasse na atitude e eu não fizesse...”. “Fez diferença o corpo eu percebi que eu tinha que controlar, isso ajuda na imersão”.



Figura 65: Detalhe do início da pedalada.

“Sensação de imersão muito grande quando vc vira o rosto! Como c vc estivesse lá. O pedalar e o virar o rosto mais colaboraram para a sensação de imersão.”

“Mais te impactou foi musica e o lance da cabeça, olhar todo lugar...”

“O fato de desviar mais colaborou...”. “O cérebro viu a coisa desviando...”

“Engana a mente reproduz aquilo que vc esta pensando...”

“Tem uma hora que tentei chegar no cara na minha frente...Eu realmente achei que ia conseguir chegar...”

“Velocidade e olhar para o lado da água”. “Pedalar inicial traz imersão vc esta se movimentando”. “A gente sente que pode participar da cena”

“Acho que, como nunca andei de bicicleta,... (perda de equilíbrio)”. “Meu racional me diz que eu não estava ali”. “Não seria possível: vc não sabe andar (meu cérebro me disse).” “Agora seria mais possível!”

“Interessante a sombra da câmera, eu vi a sombra da GOPRO (câmera), me senti mais lá, como se eu tivesse filmando. Mais sentir na cena o fato de eu estar pedalando como se fosse um dia normal, as pessoas se movendo, é bem realista!”



Figura 66: Imagem do percurso, IB em sala de aula.

“Gostei do 360°, as pessoas atravessando... dei gritinho quando pareci que ia atropelar alguém!”

“Tive medo de bater, mas você sabe que não vai bater, mas apertei o freio...”

2) **Efeitos – A estranheza.**

Apesar de não haver unanimidade, efeitos artificiais tenderam a causar bastante estranheza e até diminuir a sensação de imersão.

Algumas respostas em que os efeitos fizeram efeito positivo, menor parte das pessoas:

“(O efeito)... muda seu ambiente para outra realidade. Mais crível do que a imagem inicial (sem efeito)”.

“Quando trocou achei estranho, mas mais real. Não sei explicar.”

“O desconhecido é mais real”

“Primeiro (real) muito estranho quando mudou para aquela aquarela ficou mais legal.”

“Modo bêbado foi bem legal! Qdo vc muda os efeitos vc se sente mais dentro da cena.”

“Com os efeitos, foi melhor que a fotografia real! Com o efeito foi quando eu me senti em Ipanema mesmo”.

“Os efeitos é que fazem a coisa ficar real. Parece que vc esta em outra dimensão.”

“Efeitos: achei muito real”... “Não sei explicar”...

“Quando os efeitos entraram, senti mais real do que quando está com a imagem normal.”.

A maioria das respostas indicou desconforto:

“... preto e branco sai da realidade, a gente fica sem entender. Sem efeito estava mais dentro da cena.”

“Preto e branco tira um pouco a realidade da cena.”

“(efeito) isso é horroroso!”

“Mais vivo depois que foi para um campo mais real. Ultima cena de verdade mesmo parece que vc esta lá.”

“Sem efeito, parece que esta dentro. Quando entrei (no efeito) fiquei tonta.”

“Deu uma estranhada na hora”

“Real é mais imerso que o ilustrado. Você percebe que não é real, mas é realista.”

“Quando entrou o filtro, deu uma doideira”.

“Bem estranho. Foi legal não. Melhor sem o filtro”.

“Que é isso”? Que onda é essa?! Que absurdo cara, muito doido!”

“Com efeitos, me senti mais fora Com a nitidez senti completamente dentro,...”.

“Quando entrou o vídeo efeito me lembrou de que não era real, efeitos atrapalharam... prefiro sem efeito.”

“Me senti meio enjoado. No preto e branco fiquei transtornada.” “Efeitos estranhos”

“Efeitos me deram a sensação que eu não estava lá. Tiraria os efeitos.”

“Os efeitos preto e branco estranho. Dentro dos efeitos dei uma dispersada.”

“No final qdo a imagem ficou colorida que eu teoricamente desviava das pessoas”.



Figura 67: Tela efeito preto e branco com curvas.

3) ***Música – Sons, música e sonoplastia.***

Na Immersive Bike música é determinante para o deslocamento cognitivo e demonstra que a multimodalidade teve resultado esperado. Está diretamente ligada à proposta de história da experiência, envolve e

“A música ajuda muito.”

“Faz diferença demais a musica”

“A música pedalando te faz sentir dentro.”

“A Música dá o clima de Ipanema.”

“Musica é fundamental.”

“Pareceu mais real por causa da música.”

“Tom Jobim te faz totalmente dentro.”

“(música)... foi o que mais colaborou para sentir na cena, foi a música.”

“Fiquei dançando com a música.”

“Tem hora que musica te deixa levar.”

“Musica traz a paz da orla.”

“A música me fez mais o pedalar”



Figura 68: Detalhe da tela de escolha da música na sessão de pesquisa.



Figura 69: Interface de escolha de músicas.

4) **Momento da imersão – Estar dentro.**

Considerando uma experiência total com baixíssima variação de tempo, em torno de 5 minutos no total para o processo completo, desde subir na IB até a conclusão da experiência, tivemos uma média de 44 medições válidas em 48 pessoas. Isto significa 44 pessoas que apontaram o momento em que se sentiam

imersas na experiência. A média de tempo entre as respostas válidas foi de 35 segundos, com casos de 1 segundo até 181 segundos para a manifestação livre.

“Tô dentro!”

“Efeitos iniciais não tem imersão.”

“Tô dentro já. Inclusive to muito tonta.”

“Inicio com a imagem original.”

“Fator de imersão foi a sombra, tô no local.”

“Realmente achei que estava pedalando na praia naquele momento.”

“Tem um momento que esquece que esta com aquilo nos olhos.”

5) *O Vale*

Indicações de que a curva de envolvimento não seria linear apareceram invariavelmente nas entrevistas.

“Estava tonta no inicio. Depois melhorou.”

“Peguei o jeito... aí perdi a falta de equilíbrio.”

“A experiência foi bem desestabilizadora.”

“Logo no começo fiquei bem tonta... Passou quando a pedalada acelerou.”

“Melhorou depois que estabilizou a pedalada.”

“Demorou um pouquinho neste iniciozinho, mas quando vc entra velocidade estável você entra...”

“Você tem uma hora que acostuma com isso q vc esta vivendo...”

“No inicio fiquei meio tonta depois você vai acostumando, vai entrando na cena.”

“Você se acostuma com a outra realidade depois de um tempo. No início fiquei muito tonta... tinha hora que a pedalada não batia.”

6) *Questionários*

Os questionários tabulados trouxeram informações sobre o grupo de trabalho que apoiam o entendimento, foram feitos antes das conversas com o entrevistador. Dados dos 48 questionários válidos:

* 34 participantes autodeclarados do sexo feminino e 14 do sexo masculino, zero para outra opção;

* 15 participantes nunca haviam experimentado óculos de RA enquanto 33 já tinham tido a experiência;

* 21 participantes disseram nunca terem pedalado na orla de Ipanema, contra e 27 que já tinham tido a experiência;

* Quando solicitados a atribuir uma nota (Likert) para o quanto cada item impacta na sensação de imersão, tal que 1 impacta nada e 5 impacta muito, temos as seguintes valorações medias baseadas em respostas válidas:

FOTOGRAFIA 360 MENU ARPOADOR	4,02
TELA SPOTIFY EM PERSPECTIVA	3,4
VÍDEO 360°	4,8
MUSICA	4,0
1º EFEITO	2,3
2º EFEITO	2,4
3º EFEITO	3,3

QUESTIONÁRIO PUC LIKERT IMMERSIVE BIKE ONDE 1 = "CONCORDO TOTALMENTE" E 5 "DISCORDO TOTALMENTE"	
PERGUNTAS	MÉDIA
1. Eu senti como se eu estivesse realmente pedalando em Ipanema.	3,71
2. Pareceu que eu realmente fazia parte daquele passeio por Ipanema.	3,85
3. Era como se minha verdadeira localização tivesse sido deslocada daqui para Ipanema.	3,48
4. Eu senti como se eu estivesse fisicamente presente em Ipanema.	3,35
5. Eu vivenciei Ipanema como se eu tivesse sido transportado para um local diferente.	3,40
6. Eu estava convencido de que aquilo estava realmente acontecendo ao meu redor.	2,92
7. Eu tive a sensação de que eu estava no meio daquilo tudo em vez de meramente observando.	3,50
8. Eu senti como se os objetos do vídeo estivessem em volta de mim.	3,92
9. Eu vivenciei a praia de Ipanema como se eu estivesse realmente lá.	3,48
10. Eu estava convencido de que os objetos da cena estavam localizados nos vários lados do meu corpo.	3,33
11. Os objetos da cena me deram a sensação de que eu poderia interagir com eles.	3,56
12. Eu tive a impressão de que eu poderia ser ativo no ambiente da cena.	3,29
13. Eu tive a impressão de que eu poderia agir no ambiente da cena.	3,15
14. Eu tive a impressão de que eu poderia alcançar os objetos da cena.	3,35
15. Eu senti como se eu pudesse me movimentar em torno dos objetos da cena.	3,54
16. Eu senti como se eu pudesse entrar em ação.	3,46
17. Os objetos da cena me deram a sensação de que eu realmente poderia tocá-los.	3,48
18. Me pareceu que eu poderia fazer o que quisesse na cena.	3,15
19. Me pareceu que eu poderia ter algum efeito sobre as coisas da cena, como eu faço na vida real.	3,19
20. Eu senti que poderia me mover livremente pela cena.	3,21

Tabela 1: Questionário Escala Likert.

O Vale

Indicações que a curva de envolvimento não seria linear invariavelmente apareceram nas entrevistas.

“Estava tonta no início. Depois melhorou.”

“Peguei o jeito... aí perdi a falta de equilíbrio.”

“A experiência foi bem desestabilizadora.”

“Logo no começo fiquei bem tonta... Passou quando a pedalada acelerou.”

“Melhorou depois que estabilizou a pedalada.”

“Demorou um pouquinho neste iníciozinho, mas quando vc entra velocidade estável você entra...”

“Você tem uma hora que acostuma com isso que vc esta vivendo...”

“No início fiquei meio tonta... depois você vai acostumando, vai entrando na cena.”

“Você se acostuma com a outra realidade depois de um tempo. No início fiquei muito tonta... tinha hora que a pedalada não batia.”

Reflexões

Uma observação baseada exclusivamente nas médias objetivas colhidas das tabelas de respostas pareceu limitante dentro das possibilidades de interpretação. Neste caso, especialmente podemos considerar a pouca variação nas pontuações das respostas, talvez por similaridade no entendimento dos conceitos expostos nas perguntas. Contudo, os dados ajudam a corroborar de alguma forma os entendimentos que seguem as reflexões deste capítulo.

Na *“Immersive Bike”*, por mais eficiente quanto a seu potencial de promover imersão, os modais, isoladamente, não determinam a imersão plena.

Contudo, a combinação dos modais, devidamente “calibrada” com a história exponenciou os resultados da experiência imersiva. Especialmente a combinação do haptico passivo com a música (repertório) e o corpo (pescoço) como interface da imagem.

A história do passeio de bicicleta em Ipanema implica em um contrato consistente com uma atmosfera, um argumento específico, um conteúdo

consistente com o repertório pessoal imaginado e incorporado de representações e símbolos.

A suspeição é que o processo de envolvimento e de imersão acontece em camadas. Que vai de algo simplesmente reativo com estímulo a percepções pouco simbólicas, como as muito comuns aplicações de montanha russa, e vai até as aplicações mais envolventes com histórias que acessam a memória afetiva.

A IB provocava o acesso a esta memória afetiva em Milão, o que ficou menos acentuado no Rio de Janeiro. Ipanema é logo ali em relação à localização da Universidade.

A música foi um agente importantíssimo especialmente por ter sido escolhida pelo próprio usuário. Envolve a partir do acesso a memória afetiva por uma camada mais simbólica.

Na IB, o Vídeo Imersivo “se tornava vídeo” na medida da pedalada. A aceleração e o controle háptico, justamente por ser passivo dependente do esforço incomum dos usuários. Ainda que fossem usuários familiarizados com a tecnologia, não é comum encontrar instalações que dependem de outra proposta de interação, que conte com um deslocamento da propriocepção.

Nos questionários pré-entrevista, algumas percepções sobre a experiência não apareceram de forma tão acentuada quanto nas entrevistas. Talvez uma dificuldade em identificar de forma equalizada o que significava as percepções sobre o que se comentava, nomear o que se sentiu, e posteriormente graduar isto de alguma forma.

Estranheza foi uma expressão, um sentimento, que não era incomum. O estímulo para o não real, a intervenção gráfica com efeitos relativamente exagerados, promoveram propositadamente um incômodo. Contudo, houve casos em que esta estranheza foi rapidamente “contratada” e se passava de um universo a outro, a despeito da surpresa. Os casos em que houve incômodo maior tinham uma reversão de expectativa entre o que se vê e, talvez, um desejo de similaridade com o que é conhecido. Pessoas que não tinham expectativa do simulacro do real se envolveram mais com os efeitos abstratos.

De qualquer forma, invariavelmente o vale de estranheza com relação ao lugar estava lá. O “*Uncanny Valley of Places*” da experiência surgiu claro diante

do exagero das imagens estranhas apresentadas de surpresa. O ponto de aceleração depois da fluidez da pedalada ficou claro também. Confirmando que, por volta dos 35 segundos, a magia acontecia. Já havia passado o tempo de fluir a imagem e, portanto, a experiência.

Os objetos da cena, sem papel ativo, sejam pelo acesso, ou pela vontade de desviar, foram agentes fundamentais para as pessoas que declararam ter tido seu nível de imersão favorecido e relativamente alto. Recursos clássicos da indústria do cinema como a técnica do “*chroma key*” (filmagem com fundo de cor única, em geral verde, que permite a inserção de elementos em pós produção através de computação gráfica) poderia dar liberdade para objetos produzidos em vídeo combinados a objetos produzidos em 3DVR, fazendo uso do melhor de cada técnica. Contudo, como já falamos aqui, esta possibilidade também deve ser combinada a outros modais, especialmente o áudio e outros modais como hapticos. Estes dois também poderiam trabalhar com canais diferentes, combinando música com sonoplastia no caso da música, e estímulos hapticos passivos combinados com ativos.

Adaptações

As sessões com a IB trouxeram informações importantes e detalhes sobre o processo de envolvimento naquela instalação. Cabia ainda uma adaptação significativa para as sessões seguintes no Museu do Amanhã para finalizar a observação do Vídeo 360° e do vídeo produzido em 3DVR.

Poderíamos reduzir o impacto da IB como instalação. Reduzir recursos modais e comparar aplicações que usam o Vídeo Imersivo e aplicações que usam 3DVR diretamente. Contando com ambiente imersivo menos estimulado e com menos recursos, assim teríamos uma importância maior dos dois tipos de mídia na experiência.

Assim, o planejamento para as próximas duas sessões considerou a redução como estratégia de abordagem e isolamento do objeto.

6.3. Museu do Amanhã

6.3.1. Ciclos 5 e 6 – “Quatro aplicações VR comparadas”

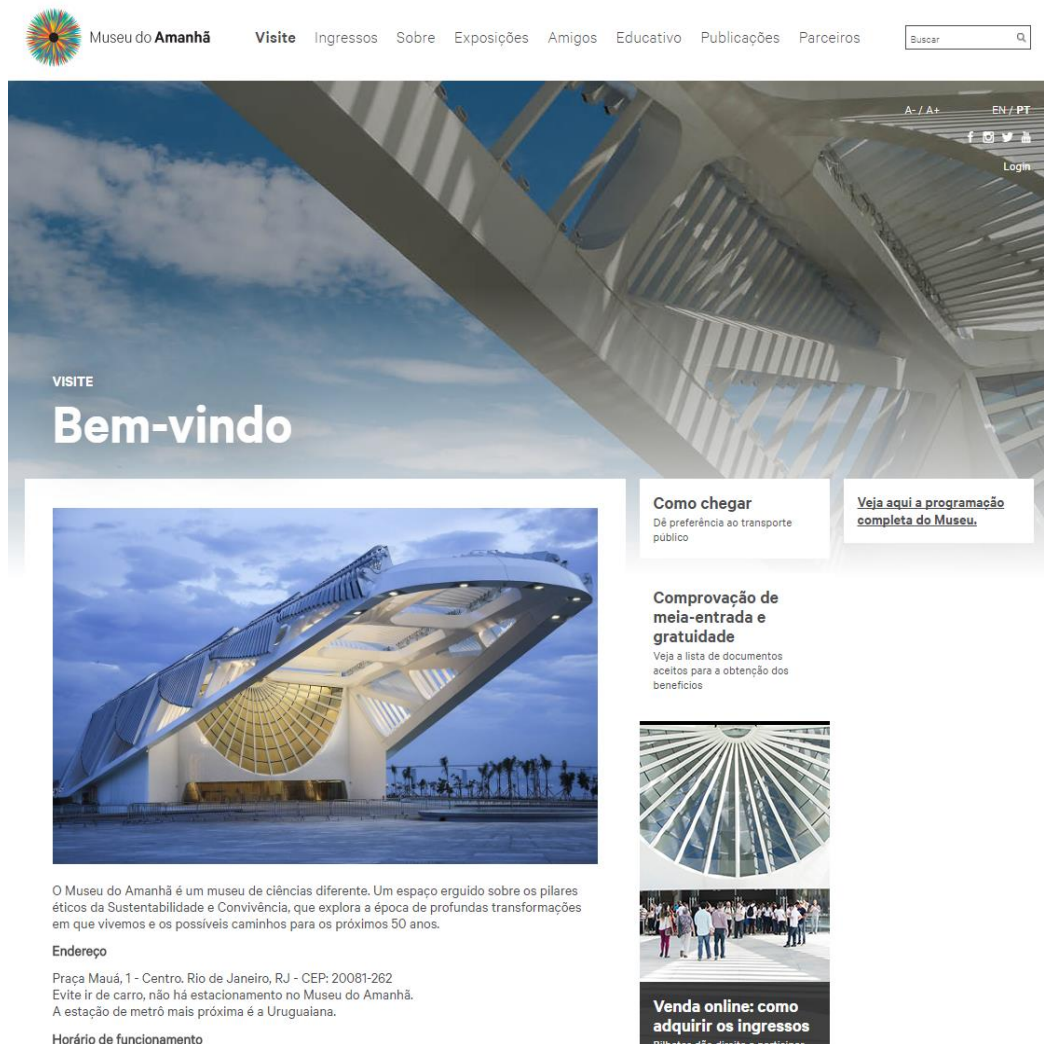


Figura 70: Website do Museu do Amanhã

O Museu do Amanhã é um dos equipamentos culturais mais importantes da Cidade do Rio de Janeiro. O público que frequenta o espaço tem uma diversidade larga de perfil, desde visitantes de fora do país até moradores da cidade, com formação, níveis econômicos e educação também bem diversificados. Contudo, a despeito de suas diferenças, pessoas que visitam o Museu do Amanhã têm em comum uma predisposição e um espírito aberto durante aquele momento, estão dispostos em uma atmosfera que favorece a produção e a cadeia produtiva do conhecimento. Assim, o Museu do Amanhã acolheu a pesquisa em sua

estrutura, permitindo o contato com o público para as duas sessões previstas de uso dos aplicativos VR.

As sessões desta pesquisa aconteceram em um laboratório do Museu, um espaço aberto para que a pesquisa pudesse receber os visitantes convidados a experiência.



Figura 71: Ambiente de pesquisa do Museu do Amanhã

Para selecionar as aplicações, objeto das sessões, foram feitos testes em mais 15 aplicações VR para Samsung Gear em pré-produção. Foram selecionadas quatro aplicações, em dois conjuntos, 3DVR e Vídeo Imersivo como apresentado no capítulo 5.3.

Definir claramente um protocolo do convite para participar também fez parte das atividades pré-sessão. Assim, as aplicações tinham um uso limitado em 1 minuto. Após este tempo, o visitante passava para outra aplicação. Sempre na mesma ordem, qual seja:

- 1º) Jurassic Park (3DVR)
- 2º) Fear of heights: landscapes video 3 (ski) (VIDEO IMERSIVO)
- 3º) Ocean rift (great white shark) (3DVR)
- 4º) Fear of Heights: cityscapes (video 3) (VIDEO IMERSIVO)

Depois de terem a experiência com os quatro apps VR, os participantes tinham a entrevista guiada pelo questionário feita pelo pesquisador. Este questionário (anexo 01) permitiu a avaliação comparada das aplicações VR.



Figura 72: Entrevistas após a experiência com os apps VR.

Abaixo seguimos com as observações, reflexões e possibilidades a partir das pesquisas. Apresentamos também os resultados objetivos da aplicação dos questionários

Observações

Histórias e Imersão

“Questão muito emocional... se vc não entrar na historia vc não vai entrar na realidade virtual.”.

O depoimento espontâneo do participante referia-se especialmente aos casos dos apps “*Ocean Rift*” (chamado de: “do Tubarão”) e do “*Jurassic World*” (chamado de: “do dinossauro.”) Justamente as aplicações 3DVR que “permitem” o impossível ser plausível naquele contexto.

Reações de dissonância Real x não Real apareceram e demonstravam a necessidade do desenvolvimento de uma história CRÍVEL a priori das decisões técnicas:

“Eu falei (pra mim mesmo): não é real, não é real, não é real...”

“Eu sei que é mentira, mas eu to entrando...”

“Na minha cabeça eu sabia que não era real... Vc perde a noção de realidade.”

“Mesmo a gente sabendo que não está lá, queria botar a minha mente...”

“... ele veio se aproximando eu disse: você não existe, você não existe...”

A aplicação “Jurassic World” se destacou na avaliação objetiva do questionário, sendo a que teve maior concordância com as frases em todos os quesitos:

Foi a aplicação que as pessoas concordaram mais que se sentiram “realmente lá”. A que as pessoas mais concordaram que estavam convencidas de que aquilo realmente estava acontecendo ao seu redor. Quem participou da pesquisa concordou ainda que esta aplicação foi a que mais passou a sensação de que se poderia deslocar na cena, que os objetos poderiam ser tocados e que também poderiam atuar na cena como faria na vida real. Entre as quatro aplicações foi a que pareceu mais real para a maioria das pessoas.

Talvez, não por acaso, “Jurassic World” é uma aplicação VR associada ao lançamento de um filme, cuja história é amplamente conhecida por pessoas de diversas gerações. Lembrando ainda que a aplicação é totalmente produzida em 3DVR e que apresenta o acordar de um dinossauro, sem grandes cenas de ação.



Figura 73: Reações ao “Jurassic World”.

O Vale

“Até chegar o tubarão estava real, quando chegou o tubarão eu senti menos real”.

“Quando você vê os peixes você vê que não é real”.

Ambiente é protagonista. E não é capaz de reverter a curva do “*Uncanny Valley*”, ao menos nos casos em questão. O momento em que personagens se apresentam em uma história é determinante, inclusive nas histórias VR em que a inserção do espectador na cena é parte desta mesma história.

Na aplicação “*Ocean Rift*,” o ambiente é personagem e é o centro da história. A aparição dos peixes e do tubarão que poderia ser um marco positivo para a experiência, mas perde para a “concorrência” com o ambiente submerso. O próprio nome da aplicação já dá uma pista sobre o que esperar sobre protagonismo.

Propriocepção e Interface Somática

A 4ª aplicação pela ordem da experiência, chamada pelos participantes da pesquisa de: “do prédio”, “*Fear of Heights: Cityscapes*” causou reações automáticas frequentes, manifestadas pelo corpo:

“A torre, se caísse, eu caia junto”.

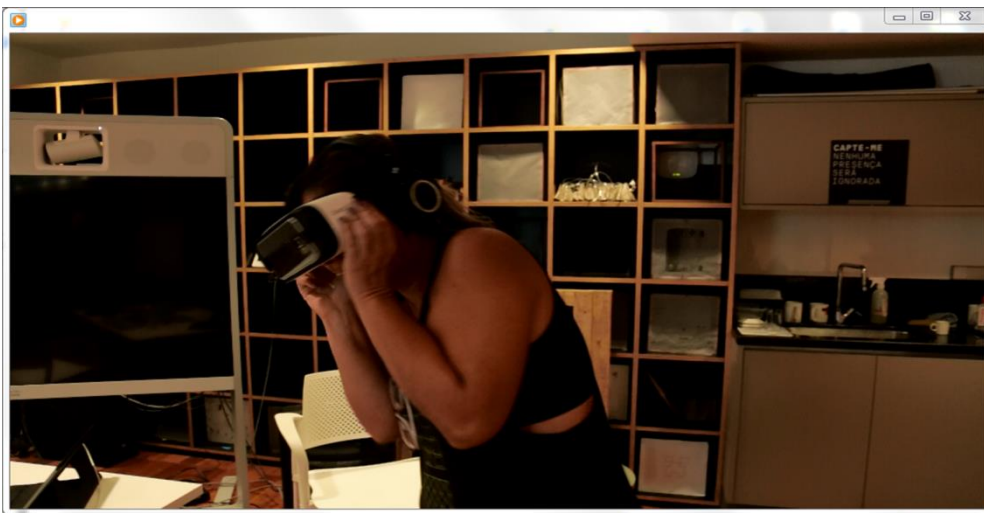


Figura 74: Usuário procurando se proteger na cena



Figura 75: O corpo procura seu lugar na cena

“O do prédio é o mais real”... “Prédio é surreal...” “A perna tremeu!”.

“O prédio, eu senti o vento ali”.

“Fear of Heights: Cityscapes” é uma aplicação produzida com Vídeo Imersivo. A câmera captura a imagem do alto de um prédio, sugerindo que o usuário está ali experimentando andar no limite do perigo de altura. Esta aplicação faz parte de um conjunto de aplicações que se propõem a ser um tipo “tratamento” de apoio, algo que pode ajudar a melhorar de medos. Especialmente esta usada na pesquisa, trata do medo de altura em ambientes urbanos.

Na pesquisa, foi a aplicação com maior nível de concordância, junto com *“Jurassic World”*, no quesito: *“Eu tive a impressão de que eu poderia ser ativo no ambiente da cena.”*. E teve a segunda colocação no quanto as pessoas entenderam com “Real”. Esta aplicação sugere um deslocamento no próprio eixo, um andar junto com um instrutor. É um deslocamento similar ao da *“Immersive Bike”*, só que com as próprias pernas. Pessoas regularmente caminhavam durante a experiência, como um passeio induzido. A sugestão de movimento indica ao corpo o que fazer e o que não fazer. A visão periférica é determinante para a experiência de deslocamento em VR (a aplicação usa uma lente aberta em que se pode ver o horizonte e também o espaço diretamente abaixo do usuário.)

“Carência” de modais.

Para as sessões do Museu do Amanhã, fizemos a opção de realizar a pesquisa com o menor conjunto de estímulos possível, deixando apenas o som e o estímulo visual imersivo.

O toque, háptico, passivo ou ativo, é um modal potencial que aparece regularmente como uma “carência”, uma vontade latente sugerida pelas aplicações:

“Dá vontade de tocar”.

“Vontade de por a mão.”

“Tive vontade de tocar na gaiola”.

“Ai que fofo... um dinossauro.”



Figura 76: “Da vontade de tocar...”.

Espaço e ambiente

“Agora o dinossauro ta vindo, ai... Ai gente este dinossauro aqui! Tira isso de mim!”

Comparando diretamente os apps VR desta pesquisa, podemos considerar que os ambientes das aplicações, sejam com Vídeo Imersivo ou 3DVR, que tiveram bons resultados nas avaliações, foram os que de alguma forma envolveram um propósito e/ou uma história. O que poderia indicar que não faria

diferença a opção pela produção VR usando uma ou outra opção. Contudo, ficou claro na pesquisa que, dada a devida atenção ao “*Uncanny Valley*”, a produção de objetos assessorios na cena, com “independência” de movimento é mais facilitada nas produções 3D.



Figura 77: 21 pessoas participaram destas sessões

Como comentamos no caso do ciclo anterior, na PUC Rio, e dos seus dados dos questionários, a observação baseada exclusivamente nas médias objetivas, colhidas das tabelas de respostas, pareceu neste caso também bastante limitante dentro das possibilidades de interpretação. Aqui, da mesma forma, os resultados apoiam as conclusões de forma mais objetiva, sustentando as observações diretas.

Resultados Objetivos dos Questionários Aplicados

A	A Eu senti como se eu estivesse realmente lá.
B	Eu estava convencido de que aquilo estava realmente acontecendo ao meu redor.
C	Senti como se os objetos do vídeo estivessem em volta de mim.
D	Os objetos da cena me deram a sensação de que eu poderia interagir com eles.
E	Eu tive a impressão de que eu poderia ser ativo no ambiente da cena.
F	Eu senti como se eu pudesse me movimentar em torno dos objetos da cena.
G	Os objetos da cena me deram a sensação de que eu realmente poderia tocá-los.
H	Pareceu-me que eu poderia ter algum efeito sobre as coisas da cena, como eu faço na vida real.
I	Mais real para o menos real

Tabela 2: De perguntas

Médias				
	1a App	2a App	3a App	4a App
A	4,19	4,05	3,81	4,10
B	4,19	4,10	3,90	3,95
C	4,33	3,71	3,90	3,81
D	4,24	3,67	3,90	3,90
E	4,19	3,81	4,05	4,19
F	3,90	3,67	3,86	3,95
G	4,05	3,76	3,90	4,00
H	4,10	4,05	3,90	4,05
I	3,86	3,33	3,38	3,52

Tabela 3: De média das respostas por pergunta

	Maior			Menor
A	1a App	4a App	2a App	3a App
B	1a App	2a App	4a App	3a App
C	1a App	3a App	4a App	2a App
D	1a App	3a e 4a App		2a App
E	1a e 4a App		3a App	2a App
F	4a App	1a App	3a App	2a App
G	1a App	4a App	3a App	2a App
H	1a App	2a e 4a App		3a App
I	1a App	4a App	3a App	2a App

Tabela 4: De pontuação média por pergunta

Discussão

20 recomendações desta Dissertação para o Design de Imersão

Ambientes são protagonistas em VR; ambientes mais realistas e sua capacidade de imitar a imagem como ela é a partir da vida real não promovem necessariamente uma melhor experiência de imersão.

Técnicas de luz e sombra em ambientes imersivos produzidos em ambiente tridimensional favorecem a imersão em VR.

Ambientes produzidos com Vídeo Imersivo, que captura o real ao seu limite “capturável”, contudo, não são garantia de mais qualidade de imersão.

Produzir com Vídeo Imersivo implica em pré-produção, favorece o envolvimento na medida da captura da imagem a partir do mundo real, contudo, todos os objetos da cena estarão em movimento único. A não ser que sejam produzidos com técnicas de cinema como “Chroma Key”;

Tanto em Vídeo Imersivo como nos arquivos imersivos produzidos com técnicas tridimensionais, a escolha da lente (filmagem no caso do vídeo e do setup da câmera no software editor 3D) impacta diretamente na conexão entre o conteúdo e algo relacionado a uma referencia real: quanto mais perto de 50 mm mais próximo da referencia real, quando mais aberta a imagem (< 50 mm) mais será associada a algo não real. O que não implica em mais ou menos sensação de imersão.

O UCVP acontece significativamente menos em imagens imersivas produzidas com técnicas tridimensionais quando comparadas a vídeos imersivos se objetos forem ativos no ambiente independentemente da ação do usuário.

O “*Uncanny Valley of Places*” tem mais chance de acontecer quando houver inconsistência no tempo de execução do vídeo com o tempo de referência do usuário, enquanto a retomada da curva do vale acontece quando o tempo é retomado a uma velocidade crível de no mínimo 18fps, até 60fps.

Em produção de vídeo imersivo a equipe de filmagem e os equipamentos tendem a aparecer. Se o objetivo for que não apareçam em cena, necessitam de excelência em pós-produção;

A independência de objetos, ambientes e personagens em projetos VR favorece a imersão e pode evitar o UCVP.

Aplicações imersivas produzidas com 3D vídeo garante liberdade de programação de objetos na cena, necessitam de muita atenção na criação de personagens e na adoção de uma estratégia de criação realista para as imagens;

Realismo não implica em realidade em VR e Realismo não implica em imersão em VR;

O pensamento espacial sobre o ambiente em VR acontece baseado em cones e globos e não em retângulos;

Multimodalidade com consistência implica em mais chance de uma excelente sensação de imersão. Uso de mais modais implica em mais imersão somente se houver consistência modal. Reações positivas espontâneas, interjeições, acontecem quando a consistência modal acontece perfeitamente, ainda que irreal ou improvável. Menos consistência modal tende a implicar em reações adversas, desistência do uso por tontura, vertigem, enjoo, dor de cabeça.

Histórias favorecem muito a imersão; histórias bem contadas favorecem mais a imersão, enquanto estímulos a sensores físicos básicos geram imersão de curta duração. Uncanny Valley of Places acontece quando ambientes objetos e personagens são dependentes, como no Video VR.

O “*Uncanny Valley*” of Places decorre de inconsistência: em modalidade, do tempo de cada mídia e da estranheza dos princípios básicos (regras da física, do mundo conhecido).

Acelerações, translações e deslocamentos devem ter em mente o ambiente real em que a instalação ou uso estão inseridos;

Áudio bem produzido e reproduzido é fundamental;

Isolamento de Audio é indutor de imersão. Música é um grande indutor de imersão;

O usuário pode ter durante todo o tempo ou em parte do tempo da experiência imersiva, uma atitude de audiência ativa, em que interfere na história; audiência voyeur, em que observa a história ou uma audiência flaneur que apenas passeia pela história;

Video Imersivo: Quanto ao movimento, permite translações limitadas aos eixos. Quanto ao conteúdo, tem a característica de favorecer uma experiência documentária, pode ser conectar um VI em outro e permite conhecer o “mundo como é”. Além de trabalhar o tempo linear. A imagem em VI tende a ser próxima ao repertório visual humano conhecido.

3D VR: Permite o movimento em 3 eixos combinados livres. Permite a criação de universos fantásticos além de reproduções ilustradas baseadas no mundo real. São mais sujeitos ao UCV e ao UCVP. É essencialmente digital. Portanto, permite mais liberdade de objetos na cena.

7. Conclusões

A dissertação e as limitações da pesquisa

Este trabalho teve, como ponto de partida, questões fundamentais ligadas ao realismo e suas propriedades em Realidade Virtual. Especialmente observou aspectos estéticos, simbólicos e técnicos de aplicações que fizeram uso de RA produzida em computação gráfica e aplicações que fizeram uso de produções de imagens em vídeos imersivos.

Perguntamos: *“Vídeo imersivo melhora a sensação de imersão na medida em que trabalha com a Realidade como é? Sendo sim ou não, em que condições?”*

“Imersão produzida em 3D computacional: qual o limite do real?”

“Como é o mecanismo de envolvimento e do “se deixar levar” em VR?”.

“Vídeo Imersivo, e aplicações 3DVR têm impactos diferentes na sensação de imersão do usuário? Assim como para personagens, existe um “Uncanny Valley” para os ambientes imersivos?”.

Esperamos que o Designer de projetos imersivos e toda a comunidade VR possam ter benefícios com este trabalho ao compartilhar a história, conceitos, e particularidades técnicas desta pesquisa.

Para estruturar o pensamento e começar a entender mais sobre estas questões, este trabalho acentua a relevância da importância dos estudos no campo da Realidade Virtual e a grande expectativa que se tem sobre o seu crescimento dados os movimentos da indústria VR nos últimos anos.

No capítulo 1 são apresentadas as primeiras distinções sobre o Vídeo Imersivo (VI) e a Realidade Virtual 3D (3DVR) e trata de destacar os fundamentos de um então possível protagonismo do ambiente nas aplicações em Realidade Virtual (VR). A jornada da pesquisa também é descrita neste capítulo introdutório, demonstrando as etapas e processos envolvidos em todo o processo.

No segundo capítulo este trabalho faz uma arqueologia da experiência humana, histórica, em busca do que hoje é tratado como novidade. A motivação da humanidade para o idealizado, não real, virtual, expressa por técnicas e

motivações artísticas percorre séculos e conecta Designers virtualmente pelo tempo através de suas rotinas, ocupações e preocupações.

Qual é a natureza da experiência imersiva? Esta questão norteou uma etapa deste trabalho e percorre características importantes das vivências mediadas por sistemas VR. Este mesmo segundo capítulo acentua o tema do propósito que move os projetos VR. Fala sobre motivações originais, ilustrando com um exemplo de caso relevante.

Ainda tratando das questões sobre “estar lá”, essência em VR, o capítulo trata de apresentar o conceito do “*Uncanny Valley*”. Destaca o protagonismo dos ambientes nos projetos de Realidade Virtual e apresenta a idéia de um possível “*Uncanny Valley*” para estes lugares ou ambientes virtuais.

Este trabalho percorre referências teóricas sobre o real e o virtual no terceiro capítulo. Busca contribuir com o pensamento sobre VR através de proposições acerca de fundamentos teóricos. Especialmente, o capítulo trata de demonstrar também a importância dos modais nos projetos VR.

Os experimentos, suas características técnicas, contexto e motivações originais são apresentados no capítulo quatro, que também descreve a metodologia do projeto. No capítulo quinto, as sessões de pesquisa são detalhadas, apresentamos como aconteceram e seus experimentos.

Completando, o capítulo sexto descreve os ciclos em seus detalhes, observações e reflexões decorrentes de cada uma das sessões.

As limitações desta pesquisa passam a acompanhar a própria dinâmica de evolução da tecnologia e suas aplicações. As investigações sobre a experiência imersiva aplicada como conhecemos hoje deve ser um processo constante. Na medida em que as experiências dos usuários aumentam, seu repertório VR evolui na mesma medida, exigindo a revisão de conceitos regularmente a partir destes novos repertórios.

As tecnologias convergentes entre vídeo e produções em 3D computacional permitirá a diminuição de barreiras técnicas entre características 3DVR e Vídeo Imersivo, o que merece atenção especial.

Esta pesquisa observa um universo significativo de possibilidades, contudo, demandaria maior frequência e maior amplitude quanto às aplicações observadas.

Trabalhos futuros

A comunidade VR cresce: Designers, programadores, artistas, projetistas, “*film makers*”, arquitetos, médicos, engenheiros, educadores e profissões que ainda não foram nomeadas, fazem parte deste vertiginoso movimento.

O Design de Imersão é uma atividade determinante na integração dos sistemas imersivos. Na mesma medida, portanto, a pesquisa com o olhar do Design se torna uma oportunidade grande para o desenvolvimento do campo.

A Realidade Virtual é uma possibilidade transversal. É transdisciplinar por natureza e pode encontrar espaço em qualquer atividade. A oportunidade de desenvolvimento de aplicações que não fiquem restritas aos laboratórios, e que cheguem à vida do dia a dia das pessoas de forma ampla é um grande desafio e devem motivar os movimentos de Pesquisa e Desenvolvimento.

A convergência de talentos técnicos e de conteúdo em torno da cadeia produtiva VR traz uma grande oportunidade de pesquisa. Importar e adaptar práticas da indústria do Cinema como a filmagem em “*Chroma key*” e pós-produção computacional abrem um campo de oportunidades significativo.

O “Facebook”, maior serviço de rede social do mundo, anuncia que as experiências VR poderão ser compartilhadas ao vivo na “*timeline*” das pessoas. Este fato move dois grandes eixos de oportunidades de desenvolvimento e estudos: o compartilhamento social e a sincronidade na transmissão ao vivo da experiência.

Em VR, observar espaços em volume, e viver experiências de montanha-russa, são parte de um repertório datado, uma representação de um tempo que já aconteceu. À frente, o desafio da relevância, da credibilidade e de formar o hábito do uso pelo usuário, estruturando o conhecimento sobre suas convenções e sua linguagem.

A relevância do conteúdo nas propostas VR passa a imprimir a necessidade absoluta de aprendizado sobre o usuário. Assim, há um espaço

significativo para ampliar os estudos em VR sobre tecnologias como: “*Machine Learning*”, “*Semântica em Sistemas*”, “*Análise de Contexto*” e, de forma mais abrangente, a “*Inteligência Artificial*”.

<u>QUESTIONÁRIO PESQUISA MUSEU DO AMANHÃ</u>					
<u>ANTES DA EXPERIÊNCIA</u>					
IDADE					
SEXO	M		F		OUTRO
JÁ HAVIA EXPERIMENTADO ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL ANTERIORMENTE?	SIM		NÃO		
<u>DEPOIS DA EXPERIÊNCIA</u>					
Neste experimento, o que você sentiu? Marque de 1 a 5, onde 1 é "discordo totalmente" e 5 "concordo totalmente"	1	2	3	4	5
A Eu senti como se eu estivesse realmente lá.					
Eu estava convencido de que aquilo estava realmente acontecendo ao meu redor.					
senti como se os objetos do vídeo estivessem em volta de mim.					
Os objetos da cena me deram a sensação de que eu poderia interagir com eles.					
Eu tive a impressão de que eu poderia ser ativo no ambiente da cena.					
Eu senti como se eu pudesse me movimentar em torno dos objetos da cena.					
Os objetos da cena me deram a sensação de que eu realmente poderia tocá-los.					
Me pareceu que eu poderia ter algum efeito sobre as coisas da cena, como eu faço na vida real.					
COMPLETANDO COM PALAVRAS					
1. Sensações orgânicas					
2. Som					
3. Real					

8. Glossário

Anatomia de Sistemas e Suportes Lógicos

Este capítulo traz um panorama objetivo sobre os agentes de um projeto VR para orientação do Designer de Imersão. São definições, separado por camadas para o entendimento da “anatomia” dos projetos VR.. Este mapeamento é uma compilação entre publicações e a experiência empírica do pesquisador:

a) **Inputs / Sensores**

- a. **Óticos:** captura de imagens por câmeras, tracking de objetos, pessoas; animais e movimentos em um ambiente; câmeras 360° e rigs várias câmeras. (Google Jump 3D printed rig para uso com as GoPros, action cams)
- b. **Controles:** joystick, mouse, controles de games, cockpit simuladores vôo, corrida de automóvel; devices adaptados; captação de ondas cerebrais; wearable com sensor de interação para jogos e treinamento virtual;
- c. **Acelerômetro:** sensor de aceleração que comumente presente em telefones celulares, veículos em movimento equipados com acelerômetros podem enviar inputs para movimento consistente entre VR e Real;
- d. **Localização:** indica presença no espaço virtual a partir da localização real (GPS);
- e. **Audio:** microfones para funcionamento em tele presença ou sistemas de tradução simultânea em celulares integrados a aplicação VR;
- f. **Scanners de volume:** captura de referenciamento tridimensional de formas de objetos, pessoas e ambientes;
- g. **Body Sensors:** sensores de dados vitais;

b) **Processamento**

- a. **Hardware:** conjunto de equipamentos empenhados nos projetos VR;

i. **Local:** quando o hardware empenhado está fisicamente no mesmo local que a interação VR acontece e não depende de serviços disponíveis via Internet;

1. **HPP (*High Performance Player*):** aplicações que exigem alto grau de processamento de imagem e dados, equipamentos preparados para grandes displays, por exemplo. Em geral são máquinas dedicadas exclusivamente às aplicações para garantir fluidez e alta performance do software, além do adequado alinhamento técnico para a correta exibição de vídeo e controle multimodal simultâneo;

2. **Mobile Player:** dedicado à mobilidade, determina algumas limitações à aplicação VR de performance e localização. Além de aparelhos celulares, nesta categoria temos o processamento que acontece nos tablets;

ii. **Online:** quando todo ou parte das funcionalidades do sistema VR dependem de acesso à Internet via serviço de telecom, LAN (Local Area Network) ou WLAN. (Wireless Local Area Network).

1. **Client Server Play:** servidor da aplicação na camada online, pela Internet; ex: tele presença, aplicações jogos multiplayer e sociais em VR; VRs que são executadas em browsers, aplicativos mobile ou integrados a interface de outras aplicações via APIs;

b. Software

i. Atividades principais:

Definir roteiro da imersão, editar de mídias (áudio, vídeo, imagem still, 3D); modelagem e finalização de objetos e ambientes 3D, tratamento da interface entre hardwares; tratamento da interface com outros softwares; estabelecimento de regras e condições de causa e efeito do sistema, como no caso de jogos, por exemplo; considerações sobre arquitetura do sistema para ótima performance.

Observar qualidade do rendering, local e ambiente de tratamento de condições de execução; acesso a serviços online (se for o caso); considerações sobre o “deploy” da aplicação – se acontece como

aplicativo; se é compilado como uma aplicação stand alone; se acontece em um browser ou sistema proprietário off e online.

Processamento de informações dinâmicas: modelagem e tratamento de banco de dados; desenvolvimento ou integração de tarefas “machine learning”; considerações sobre integração de processamento de linguagem natural.

c. Conteúdo

i. Atividades principais:

Definir objetivos da aplicação sob o ponto de vista de comunicação; definir estratégia de abordagem para o Design da instalação (cuidar da situação de uso); como para o Design da aplicação.

Definir roteiro imersivo; estratégias de abordagem e regras; atenção e avisos no script; definir estratégias de produção de imagens (vídeo, 3D ou ambos, por exemplo).

Na publicação “VR UX”, Casey Fictum usa um gráfico simples (Figura 49) para demonstrar as possibilidades desta produção que chama de “Pick your Design Tech”:

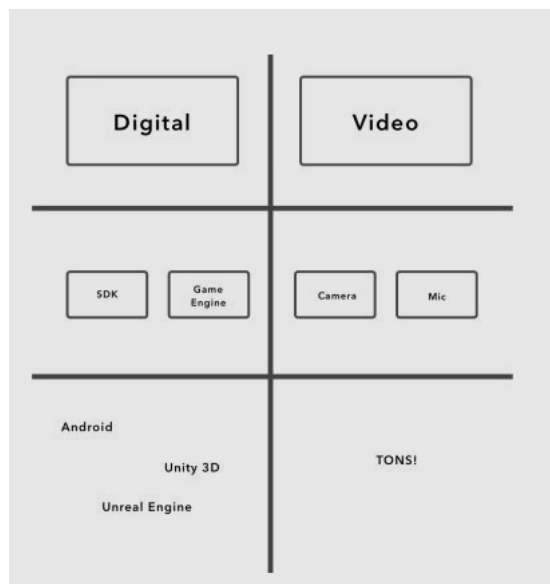


Figura 78: Imagem do livro “VR UX” que indica uma relação entre tipos de imagem VR e seus ambientes de desenvolvimento.

Como contribuição a esta visão didática, vale lembrar que as opções podem ser:

- 1) Exclusivamente Digital, em que especialmente as imagens de ambientes e personagens são produzidas completamente com técnicas de computação tridimensional;
- 2) Exclusivamente Vídeo, em que toda a produção é feita a partir da captura direta de imagem do mundo real e pós-produzida para VR, sendo executada por um sistema computacional, ou;
- 3) Plataforma híbrida: uma opção que tem sido muito usada, opção em que ambos, tanto Vídeo como produção Digital, estão integrados. Neste caso, com técnicas de pré-produção, produção e pós-produção “importadas e adaptadas” da indústria do cinema, com uso de Chroma-Key e edição não linear.

c) Outputs

a. Displays

i. World Fixed Displays

1. Fish-Tank VR: são fixos, sem alteração em relação ao corpo do usuário, pode ser um monitor flat em que o conteúdo VR é exibido limitado pelo formato do próprio hardware e do sistema operacional sobre o qual a aplicação VR é executada;
2. Curve: displays projetados ou em tela (geralmente LED) que podem estar dispostos pela circunferência completa em relação ao usuário, ou um arco parcial.
3. Cave: exibição do conteúdo VR em “cinco paredes” em formato cúbico.
4. Tracked: possibilidade de, para quaisquer das opções acima, adicionar o controle de observação do usuário através de mediações de hardware como o uso de câmeras para detectar o posicionamento do observador e assim ajustar dinamicamente a imagem e a perspectiva VR exibida.

ii. Displays de Mão ou Handheld Displays

1. São devices portáteis, disponíveis exclusivamente para mão, como tablets e celulares. Amplamente utilizados em aplicações de realidade aumentada. O conteúdo VR pode ser alterado de acordo com a posição das mãos.

iii. Head Mounted Displays (HMD)

Um sistema HMD está necessariamente associado à cabeça do usuário, como o nome indica. O sistema HMD torna todas as referenciais do observador consistentes com o movimento da cabeça: ponto de fuga; orientação e posição. Em geral, pela proximidade com os olhos, questões como: resolução do display interno; convergência do sistema de lentes; latência da imagem e, claro, o mecanismo de “tracking”, devem ser muito bem coordenados. Alterações nestes parâmetros podem causar incômodo ou até, vertigem e náuseas.

Em “*The VR Book – Human-Centered Design for Virtual Reality*”, Jason Jerald destaca dois subsegmentos interessantes da categoria HMD:

1. Non See Through: bloqueia todas as referências externas do mundo real;
2. Video See Through: são equipamentos usados em sistemas de observação da mídia VR e AR que integram referências exibidas em uma plataforma no mundo real com mídia exibida no HMD;
3. Optical See Through: permite a exibição de um “layer” de informação gerada por computador no campo visual do usuário.

Em “*VR UX*”, Casey Fictum, seguindo sua linha de exposições simples, apresenta uma visualização dos HMD por categorias de “popularidade” (Figura 79):



Figura 79: Gráfico das categorias de hardwares por similaridade de arquitetura e funcionalidades

b. Audio

i. Spatialized Audio

Percepção sonora análoga e consistente com o posicionamento do observador. Audição em 3D, indicando “de onde vem o som”. Vários canais de áudio: música, narração, “ícones” sonoros; sonoplastia e pistas que realizam a idéia de localização.

ii. Stereo

Mais comum, sistema presente na maioria dos headphones.

c. Olfato, Paladar e outros estímulos

i. A tecnologia neste campo evolui timidamente comparada a displays e hapticos. Contudo, há algumas iniciativas no sentido do paladar e do olfato, especialmente. Em *“The VR Book – Human-Centered Design for Virtual Reality”*, Jason Jerald comenta que cheiro, sabor, temperatura e textura, combinadas, podem prover um amplo espectro de possibilidades para aplicações VR.

d. Haptics

O universo dos sistemas hapticos talvez seja o campo de maior potencial de crescimento técnico e impacto positivo nas experiências imersivas. Os sistemas que lidam com a experiência do toque têm um conjunto de

recursos extenso e são cada vez mais utilizados em sistemas VR, com grande resultado na percepção de imersão. Abaixo, consolidamos em gráficos uma representação dos tipos e características dos sistemas hapticos (Gráfico 12):

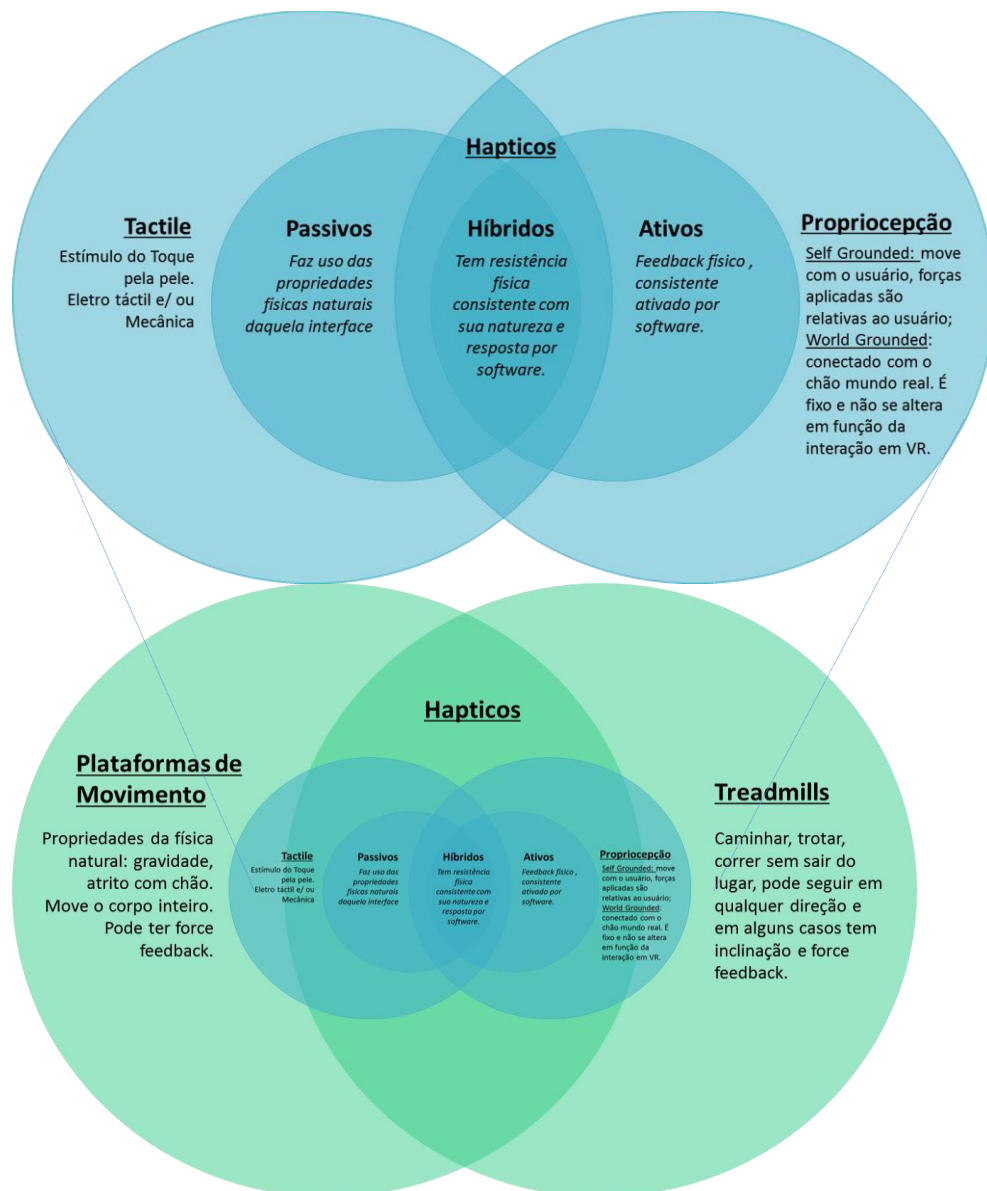


Gráfico 12: Diagrama anatomia dos hapticos

9. Referências bibliográficas

ANTHES, Christoph et al. State of the art of virtual reality technology. In: **Aerospace Conference, 2016 IEEE**. IEEE, 2016. p. 1-19.

ARGAN, Giulio Carlo; ROBB, Nesca A. The architecture of brunelleschi and the origins of perspective theory in the fifteenth century. **Journal of the Warburg and Courtauld Institutes**, p. 96-121, 1946.

ARRUDA, Joseane Pinto. **Histórias e práticas de um ensino na escola primária: marcas e movimentos da matemática moderna**. 2011. Tese de Doutorado.

BOURGUET, Marie-Luce. Designing and Prototyping Multimodal Commands. In: **INTERACT**. 2003. p. 717-720.

BOUVIER, Patrice. The five pillars of presence: guidelines to reach presence. **SPAGNOLLI, A. et GAMBERINI, L., éditeurs: Proceedings of Presence**, p. 246-249, 2008.

BOWMAN, Doug A.; MCMAHAN, Ryan P. Virtual reality: how much immersion is enough?. **Computer**, v. 40, n. 7, 2007.

BRACKEN, Cheryl Campanella; SKALSKI, Paul (Ed.). **Immersed in media: Telepresence in everyday life**. Routledge, 2010.

BRADY, Jennifer et al. Being there again—Presence in real and virtual environments and its relation to usability and user experience using a mobile navigation task. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 101, p. 76-87, 2017.

BROOKS, Kevin R. Depth Perception and the History of Three-Dimensional Art: Who Produced the First Stereoscopic Images? **i-Perception**, v. 8, n. 1, p. 2041669516680114, 2017.

BRUNN-PEDERSEN, Jon Ram. Going Out While Staying In. 2016.

BUSCH, Marc et al. Being there for real: presence in real and virtual environments and its relation to usability. In: **Proceedings of the 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational**. ACM, 2014. p. 117-126.

CLEMENTE, Miriam et al. Assessment of the influence of navigation control and screen size on the sense of presence in virtual reality using EEG. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 4, p. 1584-1592, 2014.

COUTRIX, Céline; NIGAY, Laurence. Mixed reality: a model of mixed interaction. In: **Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces**. ACM, 2006. p. 43-50.

DE ARRUDA, Joseane Pinto; THADEU, Mércles. Cidadania e Matemática: um olhar sobre os livros didáticos para as séries iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Contrapontos**, v. 2, n. 3, p. 423-438, 2008.

DOS SANTOS, Jorge Roberto Lopes et al. Combination of Non Invasive Medical Imaging Technologies and Virtual Reality Systems to Generate Immersive Fetal 3D Visualizations. In: **International Conference on Digital Human Modeling and Applications in Health, Safety, Ergonomics and Risk Management**. Springer International Publishing, 2016. p. 92-99.

FEATHERSTONE, Mike; BURROWS, Roger (Ed.). **Cyberspace/cyberbodies/cyberpunk: Cultures of technological embodiment**. Sage, 1996.

FINDELI, Alain. Rethinking design education for the 21st century: Theoretical, methodological, and ethical discussion. **Design issues**, v. 17, n. 1, p. 5-17, 2001.

GEVER, Eyal. The Interrelationship and Convergence of Technology and Art. **IEEE Potentials**, v. 34, n. 6, p. 8-12, 2015.

GRAU, Oliver. **Virtual Art: from illusion to immersion**. MIT press, 2003.

GUGELMIN, Felipe. **Entenda a importância da inteligência artificial e como ela molda o futuro**. Disponível em: < <http://m.tecmundo.com.br/inteligencia-artificial/103793-inteligencia-artificial-importante-ela-molda-nosso-futuro.htm>>. Acesso em nov/2016.

HANNAFORD, Blake; OKAMURA, Allison M. Haptics. In: **Springer Handbook of Robotics**. Springer International Publishing, 2016. p. 1063-1084.

HARTMANN, Tilo et al. The spatial presence experience scale (SPES). **Journal of Media Psychology**, 2015.

HUGHES, Dean. On Being an Artist, by Michael Craig-Martin. 2015.

HUHTAMO, Erkki. **Illusions in motion: media archaeology of the moving panorama and related spectacles**. Mit Press, 2013.

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

KIPPER, Greg; RAMPOLLA, Joseph. **Augmented Reality: an emerging technologies guide to AR**. Elsevier, 2012.

LORENZ, Mario et al. I'm There! The influence of virtual reality and mixed reality environments combined with two different navigation methods on presence. In: **Virtual Reality (VR), 2015 IEEE**. IEEE, 2015. p. 223-224.

MACEDO, Danilo Matoso. **O Papel da Representação na poética De Filippo Brunelleschi**. Disponível em: < <https://danilo.arq.br/textos/o-papel-da-representacao-na-poetica-de-filippo-brunelleschi/>>. Acesso em: nov/2016.

MASSÓ, D. JOSÉ PASCUAL MOLINA; LÓPEZ, DR D. PASCUAL GONZÁLEZ. Un enfoque estructurado para el desarrollo de interfaces de usuario 3d. **Def. Doutorado-Universidade Castilla de la**, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Pascual_Molina_Masso/publication/277265473_Un_enfoque_estructurado_para_el_desarrollo_de_interfaces_de_usuario_3d/links/5579b9b308ae75363756f7e1.pdf. Acesso em: Out/2016.

MCMAHAN, Ryan Patrick. **Exploring the effects of higher-fidelity display and interaction for virtual reality games**. 2011. Tese de Doutorado. Virginia Tech.

MEKURIA, Rufael N. Network Streaming and Compression for Mixed Reality Tele-Immersion. 2017.

MILGRAM, Paul; KISHINO, Fumio. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, v. 77, n. 12, p. 1321-1329, 1994.

MINGUZZI, Silvia. Aesthetics of visual art: the allegory of the Cave in Plato and The Matrix. Disponível em:< <http://www.silviaminguzzi.com/mfa/aesthetics-the-allegory-of-the-cave-in-plato-and-the-matrix/>>. Acesso em: 8 jan. 2017.

MUNTEANU, Cosmin et al. Designing Speech and Multimodal Interactions for Mobile, Wearable, and Pervasive Applications. In: **Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems**. ACM, 2016. p. 3612-3619.

OKAMURA, Allison M. **Lecture 2: Kinesthetic haptic devices: Design, kinematics and dynamics**, 2015

RAPOSO, Alberto. **3D User Interfaces**. Disponível em: <http://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/~abraposo/inf2792/material/01_Introducao_evolucaoUI.pdf>. Acesso em: set/2016.

IRENNIE, Jason. **Plato, The Matrix and the Allegory of the Cave -- SPS405**. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=u5en9Xh9MG0>>. Acesso em:

RIEUF, Vincent; BOUCHARD, Carole. Emotional activity in early immersive design: Sketches and moodboards in virtual reality. **Design Studies**, v. 48, p. 43-75, 2017.

SANTANA, José Miguel et al. Multimodal Location Based Services—Semantic 3D City Data as Virtual and Augmented Reality. In: **Progress in Location-Based Services 2016**. Springer International Publishing, 2017. p. 329-353.

SCHUEMIE, Martijn J. et al. Research on presence in virtual reality: A survey. **CyberPsychology & Behavior**, v. 4, n. 2, p. 183-201, 2001.

SEYAMA, Jun'ichiro; NAGAYAMA, Ruth S. The uncanny valley: Effect of realism on the impression of artificial human faces. **Presence: Teleoperators and virtual environments**, v. 16, n. 4, p. 337-351, 2007.

SMITH, W. Stop Calling Google Cardboard's 360-degree Video 'VR'. **Retrieved from:**, 2015.

SOARES, Luciano P. et al. of tutorial: Designing immersive VR systems: From bits to bolts. In: **Virtual Reality Short Papers and Posters (VRW), 2012 IEEE**. IEEE, 2012. p. 1-6.

STEIN, Jan-Philipp; OHLER, Peter. Venturing into the uncanny valley of mind—The influence of mind attribution on the acceptance of human-like characters in a virtual reality setting. **Cognition**, v. 160, p. 43-50, 2017.

TRECCANI. **Diorama, vocabulário on line**. Disponível em: <http://www.treccani.it/vocabolario/diorama/>. Acesso em agosto de 2016.

TROTT, Abbie Victoria. “Being With:” Establishing Co-presence Between Multimedia Images and Performers in Multimedia Performance. 2016.

WEISS, Yair; SIMONCELLI, Eero P.; ADELSON, Edward H. Motion illusions as optimal percepts. **Nature neuroscience**, v. 5, n. 6, p. 598-604, 2002.

WU, Zhen et al. Development of a Visual Reality Headset and Its Applications in 3D Interactive Bike Race Games. In: **Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP), 2015 International Conference on**. IEEE, 2015. p. 445-448.

YUAN, Yu. Changing the World with Virtual\Augmented Reality Technologies. **IEEE Consumer Electronics Magazine**, v. 6, n. 1, p. 40-41, 2017.

10. Anexos

Questionários

Questionário PUC Rio

QUESTIONÁRIO PESQUISA					
ANTES DA EXPERIÊNCIA					
IDADE					
SEXO	M	F	OUTRO		
JÁ HAVIA EXPERIMENTADO OCULOS DE REALIDADE VIRTUAL ANTERIORMENTE?	SIM	NÃO			
JÁ PEDALOU PELA ORLA DE PANEMA PREVIAMENTE?	SIM	NÃO			
DURANTE A EXPERIÊNCIA					
1. Quando sentir que o que está vendo parece real avise. (pesquisador marca o momento). (Pode ser do momento zero, quando começa, ou em qualquer momento)					
MARQUE ABAIXO COM NOTAS DE 1 A 5 O QUANTO CADA ITEM TE FAZ OU AJUDA A TRAZER A SENSÇÃO DE IMERSÃO					
ITEM	1	2	3	4	5
FOTOGRAFIA 360 MENU ARROADOR					
TELA SPOTIFY EM PERSPECTIVA					
VIDEO 360					
MÚSICA					
VIDEO COM EFEITO FILTRO SOBRE A IMAGEM					
EFEITO 1					
EFEITO 2					
EFEITO 3					

Questionário Museu do Amanhã

<u>QUESTIONÁRIO PESQUISA</u>					
<u>ANTES DA EXPERIÊNCIA</u>					
IDADE					
SEXO	M		F		OUTRO
JÁ HAVIA EXPERIMENTADO ÓCULOS DE REALIDADE VIRTUAL ANTERIORMENTE?	SIM		NÃO		
<u>DEPOIS DA EXPERIÊNCIA</u>					
Neste experimento, o que você sentiu? Marque de 1 a 5, onde 1 é "discordo totalmente" e 5 "concordo" totalmente".	1	2	3	4	5
1. Eu senti como se eu estivesse realmente lá.					
2. Eu estava convencido de que aquilo estava realmente acontecendo ao meu redor.					
3. Eu senti como se os objetos do vídeo estivessem em volta de mim.					
4. Os objetos da cena me deram a sensação de que eu poderia interagir com eles.					
5. Eu tive a impressão de que eu poderia ser ativo no ambiente da cena.					
6. Eu senti como se eu pudesse me movimentar em torno dos objetos da cena.					
7. Os objetos da cena me deram a sensação de que eu realmente poderia tocá-los.					
8. Me pareceu que eu poderia ter algum efeito sobre as coisas da cena, como eu faço na vida real.					
COMPLETANDO COM PALAVRAS					
1. Sensações orgânicas					
2. Som					
3. Real					

Vídeos e Fotos / Anexo Pen Drive