



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE ARTES

DANIEL PAZ DE ARAÚJO

EXPRESSÃO E AUTONOMIA ATRAVÉS DE INTERFACES ASSISTIVAS E  
JOGOS DIGITAIS: UMA PERSPECTIVA CARTOGRÁFICA

*EXPRESSION AND AUTONOMY THROUGH ASSISTIVE INTERFACES AND  
DIGITAL GAMES: A CARTOGRAPHIC PERSPECTIVE*

CAMPINAS

2018

DANIEL PAZ DE ARAÚJO

EXPRESSÃO E AUTONOMIA ATRAVÉS DE INTERFACES ASSISTIVAS E  
JOGOS DIGITAIS: UMA PERSPECTIVA CARTOGRÁFICA

*EXPRESSION AND AUTONOMY THROUGH ASSISTIVE INTERFACES AND  
DIGITAL GAMES: A CARTOGRAPHIC PERSPECTIVE*

Tese apresentada ao Instituto de Artes da  
Universidade Estadual de Campinas como parte  
dos requisitos exigidos para a obtenção do título  
de Doutor em Artes Visuais.

Thesis presented to the Arts Institute of the  
University of Campinas in partial fulfillment of the  
requirements for the degree of Doctor of Visual  
Arts.

ORIENTADOR: PROF. DR. HERMES RENATO HILDEBRAND.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO  
FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO  
DANIEL PAZ DE ARAUJO, E ORIENTADO PELO  
PROF. DR. HERMES RENATO HILDEBRAND.

CAMPINAS

2018

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

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0815-4314>

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Artes  
Sílvia Regina Shiroma - CRB 8/8180

Ar15e Araújo, Daniel Paz de, 1977-  
Expressão e autonomia através de interfaces assistivas e jogos digitais :  
uma perspectiva cartográfica / Daniel Paz de Araújo. – Campinas, SP : [s.n.],  
2018.

Orientador: Hermes Renato Hildebrand.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Artes.

1. Arte e tecnologia. 2. Inclusão digital. 3. Jogos eletrônicos. 4. Interfaces  
(Computadores). 5. Interfaces de usuário (Sistemas de computação). I.  
Hildebrand, Hermes Renato, 1954-. II. Universidade Estadual de Campinas.  
Instituto de Artes. III. Título.

#### Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Expression and autonomy through assistive interfaces and digital  
games : a cartographic perspective

**Palavras-chave em inglês:**

Art and technology

Digital divide

Electronic games

Computer interfaces

User interfaces (Computer systems)

**Área de concentração:** Artes Visuais

**Titulação:** Doutor em Artes Visuais

**Banca examinadora:**

Hermes Renato Hildebrand [Orientador]

Edson do Prado Pfutzenreuter

Luisa Angelica Paraguai Donati

Paulo Cesar da Silva Teles

Rosângela da Silva Leote

**Data de defesa:** 26-01-2018

**Programa de Pós-Graduação:** Artes Visuais

## **BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DOUTORADO**

DANIEL PAZ DE ARAÚJO

ORIENTADOR: PROF. DR. HERMES RENATO HILDEBRAND

### **MEMBROS:**

1. PROF. DR. HERMES RENATO HILDEBRAND
2. PROF. DR. EDSON DO PRADO PFÜTZENREUTER
3. PROFA. DRA. LUISA ANGÉLICA PARAGUAI DONATI
4. PROF. DR. PAULO CESAR DA SILVA TELES
5. PROFA. DRA. ROSANGELA DA SILVA LEOTE

Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais do Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas.

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros da banca examinadora encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

DATA DA DEFESA: 26/01/2018

Para Arthur.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao Prof. Dr. Hermes Renato Hildebrand, grande responsável pela realização deste trabalho, pela confiança, conselhos, orientações, oportunidades, conversas, piadas, parcerias, viagens, sucos e cafés, pela amizade e paciência. Serei eternamente grato. Muito obrigado!

Agradeço à Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP e seu corpo docente, direção e administração, pela oportunidade de realizar este importante passo de minha vida acadêmica. Agradeço ao Prof. Dr. José Armando Valente, pelas enriquecedoras conversas e ensinamentos, pela oportunidade de auxiliar em suas aulas, pelo exemplo de profissional e pelas parcerias. Agradeço à Profa. Dra. Luisa Paraguai pela disponibilidade e paciência ao iluminar meu caminho durante o trabalho. Agradeço ao Prof. Dr. Edson Pfitzenreuter pelas aulas, conversas e parcerias durante esta trajetória. Agradeço ao Prof. Dr. Paulo Teles pelos conselhos, conversas e parcerias em aula.

Agradeço à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, pela possibilidade de parceria na realização de projetos de pesquisa. Agradeço à Profa. Dra. Rosângela Leote pelo convite em participar do projeto que originou esta pesquisa, pela confiança e disponibilidade. Agradeço a todos os pesquisadores do Grupo Internacional e Interinstitucional de Pesquisa em Convergências entre Arte, Ciência e Tecnologia – GIIP, pela colaboração e compartilhamento de pesquisas. Agradeço ao Prof. Dr. Efraim Foglia e Jordi Sala da Universitat de Vic pela confiança e parcerias. Agradeço profundamente à Profa. Dra. Ana Amália pela oportunidade em trabalhar com ela e com seus alunos, pela credibilidade e cooperação. Agradeço à Associação Nosso Sonho, todos os seus funcionários, professores e alunos.

Agradeço à toda minha família pelo carinho e apoio, em especial meu pai Pedro, meus irmãos Michelle e Pedro Jr., minha tia Piri e “mamãe” Lilita. Agradeço em especial minha amada mãe Neuli, que, além de tudo, ainda revisou o trabalho. Agradeço à Paula pelo companheirismo, paciência e apoio incondicional desde o início desta caminhada. Agradeço ao meu filho Arthur por ser meu grande incentivo.

Muito obrigado!

*“Um rizoma não começa nem conclui,  
ele se encontra sempre no meio, entre  
as coisas, inter-ser, intermezzo.”*

*(DELEUZE e GUATTARI)*

## RESUMO

Indivíduos que possuem graves limitações motoras ou cognitivas raramente têm oportunidade de vivenciar experiências plenas, em que possam se expressar autonomamente ao tomarem suas próprias decisões. Neste contexto, busquei identificar possibilidades de desenvolvimento de interfaces assistivas que oferecessem condições necessárias para este tipo de experiência a um grupo de jovens alunos em situações restritivas. O objetivo está voltado a oferecer uma interface interativa que possibilite a estes sujeitos experimentarem a autonomia na tomada de decisões e a reflexão sobre os efeitos causados, permitindo que tenham total controle sobre o ambiente, o que não ocorre no mundo real devido às suas condições de dependência de terceiros. Para tal, integrei um equipamento de leitura de pupila com um jogo *Pong*, ambos assistivos, elementos, propondo, implementando e testando melhorias na interatividade e balanceamento do jogo. Este projeto emergiu a partir de uma pesquisa sobre tecnologias assistivas comunicacionais, no momento que identifiquei a relevância da autonomia e necessidade de expressão para o grupo de foco. Assim, sem uma predefinição dos objetivos e atividades a serem realizadas, esta pesquisa não teve planejamento formal nem conclusão, sendo voltado para o processo de construção e avaliação da interface. Por este motivo, optei pelo Método Cartográfico como metodologia de pesquisa, pela condição dinâmica aderente ao processo de *design* que realizei, e defini um conjunto de dispositivos cartográficos a serem aplicados na pesquisa como mecanismo para apoiar a avaliação do processo. O conjunto tríade de dispositivos que proponho permite o acompanhamento do decurso do trabalho pelas perspectivas de seus Valores, Princípios e Práticas, e foram posteriormente desdobradas de maneira dicotômica para suportar sua aplicação. A interface assistiva articulada com o jogo posteriormente polido e balanceado se mostraram oportunas para criar o ambiente autônomo, independente das restrições motoras do grupo de foco. Da mesma forma, os dispositivos cartográficos que proponho apresentaram compatibilidade com o Método Cartográfico e promoveram a explicitação dos elementos envolvidos no complexo processo da pesquisa.

Palavras-chave: (1) Arte e tecnologia; (2) Inclusão digital; (3) Jogos eletrônicos; (4) Interfaces (Computadores); (5) Interfaces de usuário (Sistemas de computação).

## ABSTRACT

Individuals who have a severe motor or cognitive limitations rarely have the opportunity to experience full experiences in which they can express themselves autonomously when making their own decisions. In this context, I tried to identify possibilities for the development of assistive interfaces that offered the necessary conditions for this type of experience to a group of young students in restrictive situations. The objective is to provide an interactive interface that enables these subjects to experience autonomy in decision making, and reflection on the effects caused, allowing them to have total control over the environment, which does not occur in the real world due to their conditions of dependence. For that, I integrated a pupil reading equipment with a Pong game, both assistive, elements, proposing, implementing and testing improvements in interactivity and game balancing. This project emerged from the research on communicational assistive technologies, at which point I identified the relevance of the autonomy and need for expression for the focus group. Thus, without a preset of the objectives and activities to be carried out, this research did not have formal planning nor conclusion, being directed to the process of construction and evaluation of the interface. For this reason, I opted for the Cartographic Method as research methodology, for the dynamic condition adherent to the design process that I performed, and defined a set of cartographic devices to be applied in the research as a mechanism to support the evaluation of the process. The trial set of tools that I propose allows the follow-up of the course of work through the perspective of its Values, Principles, and Practices, and were later deployed in a dichotomous way to support its application. The assistive interface articulated with the game later polished and balanced were shown to be opportune to create the free environment, independent of the motor restrictions of the focus group. In the same way, the cartographic devices that I propose presented compatibility with the Cartographic Method and promoted the explicitation of the elements involved in the complex process of the research.

Keywords: (1) Art and technology; (2) Digital divide; (3) Electronic games; (4) Computer interfaces; (5) User interfaces (Computer systems).

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – <i>Eye Track Pupil</i> .....	57
<b>Figura 2</b> – Partes do <i>Eye Track Pupil</i> . Peça verde superior: câmera voltada para o campo de visão. Peça verde inferior: câmera voltada para a pupila. ....	57
<b>Figura 3</b> - Exemplo de códigos interpretados pelo <i>Eye Track Pupil</i> . ....	58
<b>Figura 4</b> – Arquitetura do <i>software Kit Facilita</i> .....	59
<b>Figura 5</b> – Testes do Kit Facilita com Dra. Ana Amália Tavares Bastos Barbosa	60
<b>Figura 6</b> – Testes do Kit Facilita com Pedro Almeida .....	61
<b>Figura 7</b> – Testes do Kit Facilita com Samara Andressa .....	61
<b>Figura 8</b> – Profa. Dra. Ana Amália durante ajustes finos para jogar <i>Pong</i> .....	66
<b>Figura 9</b> – Da esquerda para direita: M. enquanto joga, Profa. Fabiana, e aluno J. observando o jogo .....	67
<b>Figura 10</b> – Aluno M. jogando <i>Pong</i> enquanto Profa. Fabiana (ao fundo) anota o placar.....	67
<b>Figura 11</b> – Da esquerda para direita: alunos J. e A., Profas. Y. e Fabiana, e aluno M. jogando.....	68
<b>Figura 12</b> – Placar de jogo realizado no final de novembro de 2015 e anotado pela Profa. Fabiana (aluno e pontuação): A.: 21; D.: 25; J.: 19; M.: 26; H.: 15; T.: 9. ....	70
<b>Figura 13</b> – Testes após refatorar parte do jogo <i>Pong</i> .....	72
<b>Figura 14</b> – Placar de jogo realizado em fevereiro de 2016 e anotado pela Profa. Fabiana (aluno e pontuação): A.: 34; H.: 31; J.: 37; M.: 32. ....	73
<b>Figura 15</b> – Comparativo de placares entre novembro de 2015 e fevereiro de 2016 .....	74
<b>Figura 16</b> – Armações de óculos para crianças e adultos e webcam para uso com <i>EyeWriter</i> .....	76

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	13
1. REVISÃO DA LITERATURA .....	19
1.1. Arte, Ciência, <i>Design</i> e Complexidade.....	19
1.2. <i>Design</i> de Interação e Acessibilidade .....	25
1.3. <i>Design</i> de Jogos Digitais.....	30
2. MÉTODO CARTOGRÁFICO.....	36
2.1. Cartografia como método de pesquisa .....	37
2.2. O papel do cartógrafo e sua atenção .....	39
2.3. Dispositivos e prática cartográfica.....	42
2.3.1. Valores.....	44
2.3.2. Princípios .....	47
2.3.3. Práticas.....	51
2.4. Metodologia aplicada .....	53
3. A EXPRESSÃO ATRAVÉS DE INTERFACES ASSISTIVAS E JOGOS DIGITAIS .....	55
4. AVALIAÇÃO DE RESULTADOS PELA PERSPECTIVA CARTOGRÁFICA ..	78
4.1. Valores.....	79
4.1.1. Significar .....	79
4.1.2. Abstrair .....	81
4.1. Princípios .....	82
4.1.1. Decompor .....	82
4.1.2. Relacionar.....	84

4.1. Práticas .....	85
4.1.1. Especular .....	85
4.1.2. Organizar .....	87
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	89
REFERÊNCIAS.....	93
APÊNDICE A: Trechos do código final proposto para a classe <i>pongScene.cpp</i> do <i>EyeWriter</i> .....	97
APÊNDICE B: <i>Software</i> de comandos com <i>Arduino</i> e sensor muscular <i>MyoWare</i> .....	98
APÊNDICE C: <i>Hardware</i> de comandos com <i>Arduino</i> e <i>MyoWare</i> .....	99
APÊNDICE D: <i>Software</i> para controle do ACAT com tecla F12.....	100
APÊNDICE E: <i>Hardware</i> para controle do ACAT com <i>Arduino</i> .....	101
ANEXO A Senso 2010 – IBGE: pessoas com deficiência (Tabela 13.9).....	102
ANEXO B: Códigos interpretados pelo <i>Pupil</i> .....	103

## INTRODUÇÃO

Para atender à crescente demanda por equipamentos e soluções computacionais, os fabricantes criam seus produtos voltados ao maior número possível de usuários. Em contrapartida, indivíduos que possuem restrições fisiológicas que limitam sua capacidade, física ou intelectual, permanecem alheios às possibilidades oferecidas por este tipo de tecnologia.

Emerge então um contraste: por um lado tais tecnologias possuem grande capacidade de oferecer oportunidades de melhorias na qualidade de vida de pessoas com necessidades especiais; por outro, devido principalmente às suas condições restritivas e características específicas, estas mesmas pessoas não têm acesso a tais oportunidades. Há ainda um agravante, pois se este cenário ocorre para aqueles que possuem apenas alguma dificuldade visual, auditiva e motora, os demais com maior grau de restrição são menos considerados como potenciais usuários digitais.

De acordo com o censo demográfico 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), a população brasileira conta com mais de 190 milhões de habitantes, dos quais aproximadamente 45 milhões têm algum tipo de deficiência, sendo que 6 milhões com grande dificuldade visual e 1,7 milhão com grande dificuldade auditiva. Além disso, 3,7 milhões possuem grande dificuldade motora e mais de 700 mil não têm domínio motor. Estes números demonstram a parcela expressiva da população que pode estar alheia ao acesso direto à tecnologia digital e que poderia, de alguma forma, oferecer novas perspectivas de expressão, criando outras possibilidades de autonomia.

Como existe uma vasta variedade de deficiências, a criação de aparelhos e aplicativos com acessibilidade padronizada torna-se inviável, pois exigiria alto nível de customização para atender a tantas possibilidades. Entretanto, existem diversos sistemas que foram construídos ou adaptados e que podem ser

personalizados para atender às diferentes necessidades e finalidades em busca de ampliar o espectro de autonomia destas pessoas.

Considerando que o alto nível de restrição motora leva os indivíduos a terem grande dependência de terceiros para realizarem todos os tipos de tarefas, meu objetivo com esta pesquisa é oferecer possibilidades de interfaces assistivas interativas em que o usuário tenha a oportunidade de atuar de maneira independente. As conexões que realizei com outros pesquisadores durante o trabalho me levaram a rever por diversas vezes o objeto e objetivo de pesquisa. Até que percebi que ambicionar tais elementos a longo prazo neste contexto é inviável, pois a cada passo novas possibilidades surgem. Este tipo de situação ocorre no processo de *design* por envolver elementos intrinsecamente complexos.

Os elementos conceituais, bem como objetivos e metodologia deste trabalho, emergiram dos testes que realizei em um projeto sobre tecnologias assistivas. Após o convite para testar o projeto de acessibilidade comunicacional em outro grupo, percebi o potencial de pesquisa voltado para a expressão através da autonomia na tomada de decisões. Depois dos testes comunicacionais iniciais em agosto e setembro de 2015, direcionei a atenção para o outro grupo de foco. Os experimentos e observações específicos desta pesquisa com o novo grupo foram feitos de outubro de 2015 a fevereiro de 2016, e a partir de então me dediquei às possíveis melhorias na interface e à produção deste relatório.

Minha intenção foi verificar como sistemas interativos podem ser adaptados para pessoas com alta restrição motora, e ressignificar seu conceito de expressão através da autonomia digital e desta forma propiciar meios para ensino de artes a indivíduos com graves limitações. Assim, seria factível possibilitar a tomada de decisões soberanas e conseqüentemente levar à reflexão sobre os efeitos gerados. Apesar da intenção em oferecer uma interface que possa ser amplamente utilizável, existem necessidades particularizadas que devem ser

consideradas para que a solução possa ser adaptada aos problemas específicos individuais.

Para verificar a questão montei uma interface assistiva para um jogo simples estilo *Pong*, em que o jogador é progressivamente desafiado a rebater bolas através de um controle que interpreta o movimento de seus olhos. Desta maneira, mesmo que o jogador possua alta restrição motora, mas que tenha condição de controlar a musculatura ocular pode tomar suas próprias decisões e ter controle sobre as ações necessárias para superar os desafios propostos, ressignificando seu conceito de expressão e autonomia. As atividades mais relevantes foram feitas ciclicamente no processo:

- Adaptação e avaliação de equipamentos de leitura ocular.
- Testes de usabilidade com indivíduos que possuam diferentes tipos de restrições motoras.
- Identificação das necessidades de customização, tanto do aparelho quanto do aplicativo.
- Identificação de possibilidades de balanceamento e polimento do jogo para aprimoramento da experiência.
- Implementação das adaptações e melhorias identificadas.
- Testes para verificar o resultado da intervenção nos equipamentos.
- Testes ao longo do tempo para verificar a progressão dos usuários no uso da interface.

Neste sentido, minha pesquisa se volta para a identificação avaliação, articulação e adaptação de tecnologias de fácil aquisição, com o propósito de oferecer mecanismos interativos de significação que poderão ser aplicados em contextos artísticos, educacionais e comunicacionais para pessoas com alto nível de restrições motoras, oferecendo uma forma de expressão através da autonomia em ambientes digitais.

A pesquisa é de fundo exploratório, pois busco a problematização da customização da interface e sondo possibilidades de adaptação e criação de significados que sobreponha as questões de restrição motoras. A abordagem que faço é essencialmente qualitativa, apesar de uso de dados documentais para embasar a progressão do uso da interface, já que a interpretação subjetiva desses dados é minha como pesquisador/interventor. Utilizo o método hipotético-dedutivo devido à natureza do processo de *design* que envolve constante prototipação e análise em busca das melhores opções para solucionar problemas que emergem durante o andamento da pesquisa.

A emergência deste projeto e seus objetivos de pesquisa me levaram ainda a buscar uma metodologia científica adequada para a execução do complexo processo de *design* envolvido. Foi desta forma que me deparei com o Método Cartográfico, onde proponho um conjunto de dispositivos para a sua execução e avaliação. Os principais procedimentos que adoto neste trabalho são referências bibliográficas e documentais, além da pesquisa-intervenção baseada no Método Cartográfico, não distinguindo teoria e prática, produção de conhecimento e produção de realidade. A pesquisa-intervenção me permite acompanhar o processo com atenção flutuante ao plano de forças envolvidas, extrapolando as fronteiras preestabelecidas por divisões de disciplinas com direção participativa e inclusiva.

A execução da pesquisa envolve o processo de *design* de interação aplicado em jogos digitais, bem como na integração de parte de um *software* com o equipamento de outro fabricante, exigindo intervenções constantes no objeto de pesquisa. Assim, por se tratar de um trabalho originado em outro projeto de pesquisa e que não haviam objetivos pré-definidos, fiz uso do Método Cartográfico proposto por Deleuze e Guattari (1995, p. 15), que possui as características rizomáticas adequadas para conduzir um processo de *design*.

Entretanto, como o Método Cartográfico não determina dispositivos gerais para o entendimento do trabalho de pesquisa, busquei definir um conjunto

tríade de conceitos que se desdobram em ações dicotômicas como proposta de avaliação. O conjunto de dispositivos foi baseado em concepções relacionadas com arte, tecnologia e *design*, e podem ser aplicadas a outros projetos similares.

Assim, minha pesquisa está voltada para que o conhecimento construído durante o processo tenha emprego real, tanto oferecendo oportunidade de expressão através da autonomia e reflexão sobre a tomada de decisões, quanto na aplicação dos dispositivos cartográficos para acompanhamento de processos de *design*. Confirmada a aplicação do conjunto de dispositivos cartográficos alinhados com a metodologia desta pesquisa no processo de *design*, torna-se factível sua prescrição em outros contextos, tais como artísticos, educacionais e comunicacionais.

Para a organização do trabalho, elaborei a seguinte estrutura:

**Introdução:** apresento uma visão geral sobre o contexto do trabalho, a respeito de sua justificativa, hipóteses, objetivos, metodologia de pesquisa e organização do trabalho.

**Capítulo 1 – Revisão da Literatura:** evidencio o embasamento dos principais conceitos utilizados no trabalho, tais como Arte, Tecnologia, Complexidade, *Design*, Interação, Jogos Digitais e Acessibilidade, fundamentada em pesquisas documentais e em literatura bibliográfica clássica e contemporânea.

**Capítulo 2 – Método Cartográfico:** descrevo os princípios do Método Cartográfico e defino seus conceitos fundamentais com base em seus criadores Deleuze e Guattari (1995, p. 15) seguindo pistas levantadas por outros pesquisadores. Justifico tal abordagem de pesquisa, demonstrando sua adequação para os processos de *design* envolvidos no trabalho. Além disso, proponho uma série de dispositivos para o Método Cartográfico, com base no Círculo de Ouro de Simon Sinek (2017, p. 20), posteriormente desdobrados em conceitos dicotômicos para aplicação e avaliação.

### **Capítulo 3 – Expressão através de interfaces assistivas e jogos**

**digitais:** descrevo o histórico do processo de *design* realizado na pesquisa, desde as intenções iniciais, passando por pontos chave no andamento do projeto até testes e intervenções no polimento da interface e balanceamento na mecânica do jogo.

### **Capítulo 4 – Avaliação dos resultados pela perspectiva cartográfica:**

demonstro a avaliação dos resultados obtidos pelo processo de *design*, considerando o caminho trilhado a partir dos experimentos realizados com os jogadores, até intervenções no balanceamento e polimento do jogo *Pong*. Trata-se de avaliar os resultados que obtive desde a identificação de possíveis objetivos de oferecer uma interface que oferece ao grupo de foco a expressão pela autonomia na tomada de decisões, até as melhorias que realizei no protótipo.

### **Considerações Finais:**

apresento a revisão dos principais pontos do trabalho, com enfoque na interface assistiva criada, bem como na avaliação dos dispositivos como parte do Método Cartográfico voltado para o processo de *design*. Descrevo, ainda, outras possibilidades de desdobramento do trabalho, tanto a respeito da interface assistiva utilizada, quanto da aplicação dos dispositivos cartográficos em outros contextos de *design*.

## 1. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresento o embasamento sobre os principais conceitos abordados na pesquisa, tais como arte, tecnologia, complexidade, *design*, interação, jogos digitais e acessibilidade. As pesquisas bibliográficas apresentadas aqui foram baseadas em literatura clássica e contemporânea das áreas, com a intenção de esclarecer os conceitos mais relevantes para o trabalho.

### 1.1. Arte, Ciência, *Design* e Complexidade

Historicamente é possível verificar momentos de divergência e convergência entre dois aspectos fundamentais para a evolução da sociedade, que constantemente são considerados complementares: a arte e a ciência. Em um exemplo de divergência, como ilustra Morin (2015, p. 228), Descartes ao afirmar que “penso, logo existo”, separou de um lado o sujeito reservado à filosofia, e do outro, sua própria existência.

A separação da interinfluência destas áreas essenciais da humanidade pode gerar uma problemática limitadora. Enquanto isso, cientistas demonstram comportamento que sugere nada terem a oferecer às artes. Concomitantemente, grande parte da comunidade científica vê a arte como um desenvolvimento puramente subjetivo, que deixa lacunas para a verdade objetiva, mais valorizada por esta categoria (CASTI; KARLQVIST, 2003, p. 1).

O termo “técnica” de origem grega significa “arte” e se relaciona com *tekton* que significa carpinteiro. De acordo com Flusser (2007, p. 182), “a ideia fundamental é a de que a madeira [...] é um material morfo [...], em que o artista provoca o aparecimento da forma”. Flusser apresenta ainda a objeção de Platão a respeito de arte e técnica, pois estas desfiguram as formas quando aplicadas na matéria. Assim, por manipular a matéria em seu estado natural e transformá-la em algo ressignificado, o *designer* pode ser considerado um “conspirador malicioso

que se dedica a engendrar armadilhas” (FLUSSER, 2007, p. 182), ou nas palavras de Platão (apud FLUSSER, 2007, p. 182), “artistas e técnicos são impostores e traidores das ideias, pois seduzem maliciosamente os homens a contemplar ideias deformadas”. Neste sentido, o *designer* é o responsável pela significação da forma criada, modificando algo para outra finalidade.

A arte, pode também ser vista no sentido da experimentação, como fator de estimulação de criatividade. Por outro lado, a formalidade e razoabilidade, tornam-se a base para a organização deste contexto complexo que envolve os aspectos experimentais e formais. Para Laurentiz (1991, p. 106), “o artista, ao invés de pensar em copiar o real, pensa em simular um real ainda não vivenciado; a velocidade adicionada na execução do trabalho faz este chegar primeiro onde o homem muitas vezes sequer poderá chegar”. Em contrapartida, como esclarece Morin (2015, p. 54), “a imaginação, a iluminação, a criação, sem as quais o progresso das ciências não teria sido possível, só entravam na ciência secretamente: elas não eram logicamente identificáveis e epistemologicamente eram sempre condenáveis”.

É inquestionável que tanto a arte quanto a ciência têm influenciado diversos aspectos da humanidade, como educação, política, mercado e a sociedade como um todo. Para Giannetti (2006, p. 21), “ao mesmo tempo que se produz aproximação entre arte tecnologia, tenta se reconstruir a ponte de união entre ciência e arte. [...] A especulação mais generalista limita-se a constatação de paralelismos nos desenvolvimentos de ambas.” A autora complementa afirmando que:

Ambas entendem os fenômenos ou a vida de forma não limitada ao espaço definido, mas tem uma relação com toda a natureza e com o universo. Essa tendência de ampliar as fronteiras tem outra vertente, que de suprimir os limites, sistemas convencionais. [...] A forma se debilita em relação ao conteúdo. Isto significa uma mudança na própria concepção da arte, assim como significou uma mudança na ciência (GIANNETTI, 2006, p. 21).

Outro ponto a ser considerado diz respeito ao grau de influência em que a arte e a ciência exercem sobre si. Para Weibel (apud GIANNETTI, 2006, p. 22), a questão deve ser abordada através da metodologia, o que significa comparar ciência e arte como métodos. Conseqüentemente, arte e ciência poderiam ser consideradas convergentes no aspecto metodológico, e desta forma a arte seria influenciada pelo formalismo especializado da ciência, enquanto a ciência seria flexibilizada pela pluralidade especulativa da arte. “Uma nova relação entre ciência e arte implica reconhecer que ambas possuem caráter gerativo, na medida em que se caracterizam pela criação de mundos ou visões de mundos (GIANNETTI, 2006, p. 23).

O termo “*design*” é amplamente utilizado em diferentes contextos para as mais diversas finalidades. Flusser (2007, p. 181), reflete a respeito da questão através de sua proposta de Filosofia do Design, referindo à palavra como substantivo, significando entre outras coisas, “propósito”, “plano”, “meta”, “forma”. Segundo o mesmo, pode ainda atuar como verbo (*to design*), significando, por exemplo, “projetar”, “esquematizar” e “configurar”. De origem latina e contendo em si a expressão *signun*, a etimologia da palavra *design* significa algo como “designar” (Ibidem, p. 181). Complementando, o filósofo do design apresenta as palavras “mecânica” e “máquina”, que também possuem aspectos significativos e de relevância nesse contexto. Tais palavras têm como origens o grego *mechos*, que representa algo que tem por objetivo enganar, os mecanismos de enganação possuem uma estratégia de interferir artificialmente na natureza ressignificando-a, assim como definido anteriormente por Platão (Ibidem, p. 182).

De acordo com Flusser (2007, p. 183), a cultura burguesa moderna criou uma separação em dois mundos estranhos entre si: o estético qualificável e o científico quantificável. Porém tal separação se tornou insustentável, e o *design* surge como conexão, uma espécie de ponte entre esses mundos distintos:

[...], *design* significa aproximadamente aquele lugar em que arte e técnica (e, conseqüentemente, pensamentos, valorativo e científico) caminham juntas, com pesos equivalentes, tornando possível uma nova forma de cultura (FLUSSER, 2007, p. 183).

A arte mencionada por Flusser neste contexto está relacionada com a atividade do artesão.

Considerando uma perspectiva mais direta, Lobach (2001, p. 16) define *design* como ideia, projeto ou plano para a solução de um problema determinado. Neste sentido, o “*design* consistiria então na corporificação desta ideia para, com a ajuda dos meios correspondentes, [...] tornar visualmente perceptível a solução de um problema. [...] O *designer* estaria então realizando o processo configurativo” (Ibidem). Para o autor, as necessidades, desejos, anseios e ambições do homem têm origem em carências e definem o comportamento humano em busca da eliminação destes estados indesejados. De acordo com Norman (2008, p. 71), “o desafio de *design* é manter as virtudes enquanto remove as barreiras.” Assim, estados podem constituir problemas que são objeto de trabalho pelo *design* (LOBACH, 2001, p. 26). O autor estrutura os objetos da seguinte maneira:

- Naturais: existem sem a influência do homem;
- Modificados: uso direto de objetos naturais ou sua transformação em objetos de uso;
- Objetos de arte: capazes de transmitir informações percebidas instantaneamente;
- Objetos de uso: ideias materializadas com a finalidade de eliminar tensões provocadas pelas necessidades (LOBACH, 2001, p. 26).

Como as necessidades humanas abrangem um vasto campo de possibilidades, existem diversas perspectivas que podem ser utilizadas e que se encontram na hermenêutica das questões, indo da arte puramente especulativa à aplicação de métodos formais de engenharia já consolidados. De acordo com o Cientista da Computação Brookshear (2013, p. 164), as técnicas de resolução de problemas constituem tópicos pertinentes a quase todas as áreas.

Entretanto, a identificação de problemas e soluções não se limita a uma área específica, devido à necessidade de entendimento das perspectivas envolvidas e das diversas possibilidades em abordar a mesma questão. Assim, “[...] a habilidade de solucionar problemas, permanece sendo mais uma capacidade artística a ser desenvolvida que uma ciência precisa a ser aprendida” (BROOKSHEAR, 2013, p. 164). Porém, raramente este processo até a solução se dá considerando uma única perspectiva, artística ou científica, mas através de sua combinação. De acordo com Laurentiz:

A tecnologia promove um intercâmbio informacional entre a cultura do homem e os valores universais, [...] não impondo as suas regras produtivas ao mundo, transformando-o simplesmente. Aprende e apreende as qualidades do mundo para melhor executar o trabalho (LAURENTIZ, 1991, p. 109).

Os diferentes termos associados ao conceito de *design* expõem a quantidade e diversidade de elementos envolvidos no assunto, tais como ferramentas, técnicas, produtos de trabalho, pessoas e suas relações. Suas diferentes significações e dos componentes relacionados como arte, ciência, matéria e *designer*, justificam a perspectiva análise voltada para a complexidade, considerando que “é complexo o que não pode se resumir numa palavra-chave” (MORIN, 2015, p. 4), e que não diz respeito apenas à quantidade de unidades e interações, mas também às incertezas na instabilidade dos elementos e suas relações. Para Morin (Ibidem, p. 35), num certo sentido a complexidade “sempre tem relação com o acaso”, não se reduzindo à incerteza, mas tendo-a como centro dos sistemas ricamente organizados. Portanto, “é preciso reconhecer fenômenos, como liberdade ou criatividade, inexplicáveis fora do quadro complexo que é o único a permitir sua presença” (Ibidem, p. 36).

Tal característica é fundamental para o entendimento das relações do *design*, considerando que, este possui sempre em seu centro o homem, em busca de perguntas e respostas. Esta definição vai de encontro a Zimmerman (2004, p.

62), que define o *design* como o processo pelo qual é criado um contexto a ser encontrado por um participante, a partir do qual emerge o significado.

Para que o *design* consiga atingir seus objetivos, esteja este voltado ao problema ou solução, é necessária a execução de um processo que considere seus componentes e as várias perspectivas envolvidas, tanto do problema quanto da solução. O desenvolvimento das atividades ocorre, normalmente, de acordo com critérios funcionais racionais, enquanto a organização estética se dá escolhendo a configuração dentre inúmeras alternativas geradas através de um processo criativo (LOBACH, 2001, p. 56). O autor descreve três funções: estética, prática e simbólica.

- Estética: relações entre o produto e seus usuários no nível sensorial. Possibilita a identificação do homem com o ambiente artificial. É a aparência material, percebida pelos sentidos. Promove a sensação de bem-estar, identificando o usuário com o produto durante o uso;
- Prática: relações entre um produto e seus usuários no nível fisiológico. São as funções adequadas para que satisfaçam necessidades físicas;
- Simbólica: é determinada pelos aspectos psíquicos e sociais de uso. Estabelece ligações das experiências do usuário com sensações anteriores (LOBACH, 2001, p. 56).

As funções, relacionadas ou não, estão voltadas para o objetivo de problematizar ou solucionar determinada questão. Ao definir um objetivo de *design*, devem ser consideradas todas as possíveis restrições que podem ser aplicadas e poderão afetar de alguma forma esta meta (GOLDRATT; COX, 2003, p. 23). A intenção de cada aspecto do produto de *design* favorecerá ou não o alcance do outro aspecto rumo ao objetivo definido. No final do processo de desenvolvimento de *design*, o produto ou serviço é experimentado para então confirmar ou rejeitar de forma total ou parcial a proposta, podendo ser aceito, adaptado ou descartado (BURDEK, 2006, p. 225). O objeto de trabalho do *designer* digital relaciona-se então, sobretudo com a problematização que pode ser atacada através de estéticas tecnológicas que possuam tais aspectos, assim como em outras formas de *design*.

## 1.2. *Design* de Interação e Acessibilidade

Sempre que há uma relação de um indivíduo com outro elemento, seja um produto ou serviço, é criada uma experiência de uso, estudada no contexto da usabilidade. Podem ser definidas metas para usabilidade baseando em Preece (2013, p. 18) para apoiar atividades do usuário:

- eficácia: o *design* deve cumprir seu objetivo;
- eficiente: o *design* deve cumprir seu objetivo da forma mais rápida e econômica possível, ou seja, de forma produtiva;
- segurança: não ameaçar o usuário durante o uso, evitando colocá-lo em situações indesejáveis ou induzi-lo a cometer erros graves;
- utilidade: as funções do *design* devem ser apropriadas a seus objetivos, sem exceder as necessidades;
- facilidade de ser aprendido: deve ser fácil e rápido para o usuário entender e aprender como funciona o produto;
- facilidade de se lembrar como se usa o produto: facilitar os mecanismos que fazem com que os usuários lembrem rapidamente como usar o produto (PREECE, 2013, p. 18).

O contexto de *design* de interação é amplo, abordando teoria, pesquisa e prática no *design* de experiência do usuário para todos os tipos de tecnologia. Dentro dessa área, há o campo de estudo de Interação Humano Computador – IHC, que tradicionalmente aborda a conexão do homem com a sistemas de computação por meio de uma interface. As interfaces dizem respeito aos elementos mediadores, entre duas superfícies, conectando ou ligando as partes (ROCHA, 2008, p. 1653).

A disciplina sobre IHC está “interessada no projeto, implementação e avaliação de sistemas computacionais interativos para uso humano” (BARBOSA, 2010, p.12). Para tal, a IHC, é voltada ao estudo de diversas áreas de conhecimento além da computação, tais como psicologia, sociologia e antropologia. Tal aplicação contribui para a compreensão sobre a cultura e influencia o discurso dos usuários (Ibidem, p.14).

Os benefícios dos estudos de IHC são múltiplos, como: aumento na produtividade e eficiência dos usuários ao realizar tarefas, reduções da quantidade e gravidade de erros, dos custos de treinamento para utilização de soluções de *software*, dos custos com suporte técnico e aumento das vendas e fidelização dos clientes (BARBOSA, 2010, p. 13). O primeiro passo para compreender a interação humano-computador é entender como se dá a interação, inicialmente entendida como operação de máquinas, envio de estímulos e coleta de respostas. Contudo, com os avanços das pesquisas cognitivas, o foco foi transferido para a comunicação com equipamentos, levando em conta o processamento dos dados (Ibidem, p.20).

O estudo específico da interação justifica-se pela importância do seu papel na interface entre humanos e computadores. De acordo com Preece (2013, p. 35), “um dos objetivos do *design* de interação é reduzir os aspectos negativos da experiência do usuário.” Segundo Rocha e Baranauskas (2003, p. 8) a relação sempre ocorre através de uma interface, definida como o local onde ocorre a interação entre duas entidades. Portanto, o que é mais apropriado para os tipos de interface e planejamento das entradas e saídas das informações dependem diretamente do tipo de atividades que receberão suporte (Ibidem, p. 40). A inclusão dos aspectos cognitivos e emocionais do usuário foram considerados à medida que novas interfaces surgiram propiciadas pela evolução tecnológica. Norman (2006, p.8) defende a importância destes estudos voltados para a interação, agrupados e reconhecidos como *design* centrado no usuário:

[...] uma abordagem que coloque as necessidades, capacidades e comportamento humano em primeiro lugar, e então acomode as necessidades capacidades e comportamentos do *designer* (NORMAN, 2006, p. 18).

*Design* centrado no usuário vai além da estética, permitindo que possamos examinar o quanto uma interface é eficiente para atingir o seu propósito (LOWDERMILK, 2013, p. 28). Embora a estética tenha grande importância, não representa todo o cenário da interação, porém é através dela que a interação ocorre.

Portanto, “o estudo do processo de *design* se preocupa sobretudo com a experiência que está sendo construída pela solução em todas as suas perspectivas” (SCHEL, 2010, p. 11).

Neste sentido, não é relevante que o usuário compreenda o funcionamento de um sistema para que seja capaz de operá-lo. Flusser (2013, p. 14) afirma que “antes [da revolução industrial] os instrumentos funcionavam em função do homem; depois grande parte da humanidade passou a funcionar em função das máquinas.” A atividade de produzir, manipular e armazenar símbolos passa cada vez mais a ser exercida pelas máquinas. O valor destes instrumentos não está mais em suas características físicas, mas em suas virtualidades, nas potencialidades pré-programadas (Ibidem, p.16).

Os aparelhos fechados de alta complexidade e operados através de interfaces que abstraem seus elementos, são denominados por Flusser (2013, p. 15) como “caixa preta”. Assim, pelo domínio do *Input* e do *Output* da máquina, o usuário é capaz de dominá-la, mas pela ignorância dos processos interiores da caixa (Ibidem). Com este aspecto, o poder vai do proprietário do objeto para o *designer* de sistemas, responsável por atentar-se aos aspectos interfaceados daquilo que constrói.

Durante o processo de *design*, quando os sistemas são questionados por falhas de usabilidade, emergem oportunidades de melhorias. De maneira geral, Csikszentmihalyi (apud PORTUGAL, 2013, p.22), aborda a satisfação do usuário pela perspectiva psicológica defendendo que “[...]atenção da pessoa deve estar focada em coisas que lhe trazem bem – coisas que fazem sentir o *flow*, ou seja, a pessoa sente imersa, focada na atividade momentânea ignorando os estímulos externos”. Entretanto, para identificar oportunidades na melhoria da usabilidade, Norman (2006, p. 198) propõe que os *designers* devem focar sua atenção nos momentos que as coisas dão errado para os usuários.

Neste sentido, um elemento fundamental para a interação é o *feedback* oferecido, em outras palavras, a reação ao estímulo ou efeito retroativo. Lowdermilk (2013, p. 101) também aborda a questão, defende que o sistema deve apresentar algum tipo de indicação de que recebeu informações do usuário. Sempre que uma ação é realizada, seja em ambiente físico ou digital, espera-se um efeito, pelo qual os significados são atribuídos. Quando o *feedback* da ação não é oferecido ou percebido, o usuário conclui que sua ação não foi executada. Com a finalidade de prevenir e tratar erros de interação, Norman propõe uma série de diretrizes:

- Entender a causa e atuar na raiz do problema;
- Realizar testes de sensibilidade para avaliar o senso comum;
- Tornar ações reversíveis;
- Facilitar que o usuário descubra o erro para corrigi-lo;
- Não tratar ações como erros, mas apoiar na solução de problemas (NORMAN, 2006, p. 198).

Para a verificação e validação das interfaces, testes de usabilidade podem e devem ser aplicados. Tal estudo consiste na observação mensurada do comportamento dos usuários, à medida que se envolvem no uso do *software* (LOWDERMILK, 2013, p. 142). Os dados resultantes dos testes de usabilidade podem ajudar a justificar decisões de *design* (Ibidem, p. 151).

Durante o processo interativo, o usuário faz uso de diversas habilidades e capacidades. A acessibilidade está relacionada então com a capacidade de o usuário acessar o sistema interativo sem que a interface imponha obstáculos (BARBOSA, 2010, p. 32). Segundo a Lei Federal no. 10.098 de 19/12/2000 define, uma pessoa com deficiência é:

[...] aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas (BRASIL, 2000).

Por esta ótica, a intenção da acessibilidade digital está voltada para a capacidade que um produto tem em ser flexível suficiente a fim de atender às necessidades e preferências do maior número de pessoas, além de ser compatível com tecnologias assistivas utilizadas por portadores de necessidades especiais (DIAS, 2003). A relevância da acessibilidade está diretamente relacionada com a quantidade de indivíduos que podem se beneficiar dessas aplicações. No censo demográfico realizado pelo IBGE (2017), foram identificadas 45,6 milhões de pessoas que declararam algum tipo de deficiência, seja visual, auditiva, motora ou intelectual, representado quase 24% da população brasileira. O IBGE (2017) classifica os tipos de deficiência como:

- Deficiência visual: dificuldade permanente de enxergar;
- Deficiência auditiva: dificuldade permanente de ouvir;
- Deficiência motora: dificuldade permanente de caminhar ou subir escadas:
  - Não consegue de modo algum: permanentemente incapaz sem ajuda de outra pessoa;
  - Grande dificuldade: grande dificuldade sem a ajuda de outra pessoa, mesmo com prótese, bengala ou aparelho auxiliar;
  - Alguma dificuldade: alguma dificuldade sem a ajuda de outra pessoa, mesmo com prótese, bengala ou aparelho auxiliar;
  - Nenhuma dificuldade: sem dificuldade, ainda que precise de prótese, bengala ou aparelho auxiliar.
- Deficiência mental ou intelectual: alguma deficiência permanente que limite as atividades habituais, como trabalhar, ir à escola, brincar, etc. (IBGE, 2010).

Considerando as diversas formas de restrições, cada tipo de limitação requer cuidados específicos na criação de interfaces acessíveis. Portanto, pensar a acessibilidade significa permitir que mais pessoas possam perceber, compreender e utilizar um sistema (BARBOSA, 2010, p. 32). Um usuário que possui limitações motoras tem mais chances de encontrar barreiras que o dificultam ou impedem de interagir, cabendo então ao *designer* identificar e propiciar novas vias de interação para eliminar o maior número de restrições. Como defende Barbosa (Ibidem), “[...] limitações físicas, mentais e de aprendizado dos usuários não podem ser desprezadas, sejam elas limitações permanentes, temporárias ou circunstanciais.”

O grupo de foco ao qual apliquei a pesquisa, em sua maioria, se enquadra na categoria de deficiência motora com incapacidade permanente sem ajuda de outra pessoa. Haviam ainda casos em que, concomitantemente, poderiam ser enquadrados em diferentes níveis das demais categorias de deficiência visual, auditiva e mental ou intelectual.

### **1.3. *Design* de Jogos Digitais**

Os jogos têm sido experienciados pelo homem desde a antiguidade, podendo ser compreendidos por praticamente qualquer indivíduo. De acordo com professor e historiador Huizinga (2014, p. 6), "[...] todo ser pensante é capaz de entender à primeira vista que o jogo possui uma realidade autônoma[...]". A popularidade dos jogos tem sido impulsionada pelas plataformas digitais, particularmente as baseadas em equipamentos móveis, pois permitem jogos colaborativos e competitivos sejam experimentados de fato qualquer lugar. Além disso, tais tecnologias facilitam a descoberta de novos jogos pelos interessados e ampliam as possibilidades de criação pelos *designers* de jogos.

O mundo paralelo do jogo permite ao jogador interagir fora de sua realidade e oferece possibilidades e restrições que não se aplicam no mundo real. McGonigal (2012, p. 13) defende que “o mundo real simplesmente não oferece com tanta facilidade os prazeres cuidadosamente elaborados, os emocionantes desafios e o poderoso vínculo social conquistado em ambientes virtuais.” Este conceito é o que Huizinga (2014, p. 13) define como círculo mágico: “dentro do círculo do jogo, as leis e costumes da vida cotidiana perdem validade. Somos diferentes e fazemos coisas diferentes.” McGonigal (2012, p. 16) argumenta ainda que “é possível perceber como [os jogos] podem representar uma fuga intencional, ativa, poderosa e, mais importante, extremamente útil.”

Existem várias teorias que buscam elucidar e descrever a natureza e significado do jogo. Segundo Huizinga (2014, p. 6), as teorias vão desde a abordagem do jogo como descarga de energia ou uma necessidade de distensão, até a preparação de jovens para responsabilidades futuras, exercitar colaboração ou competição. Entretanto, existe uma semelhança entre estas perspectivas, pois "[...] partem do pressuposto de que o jogo se acha ligado a uma coisa que não seja o próprio jogo" (HUIZINGA, 2014, p. 6). Existem outras definições do que se qualifica como jogo e a ação de jogar, como por exemplo SUITS (apud ROGERS, 2010, p. 25) que define que "jogar um jogo é um esforço voluntário para superar obstáculos". Rogers (2010, p. 26) complementa o conceito de jogo sendo uma atividade que requer no mínimo um jogador, tem regras e tem uma condição de vitória.

A vitória ou derrota está relacionada com a meta do jogo, que "foca a atenção e orienta continuamente a participação do jogador ao longo do jogo (McGONIGAL, 2012, p. 31). Para Schell (2011, p. 250), o jogo é definido como uma atividade de resolução de problemas encarada de forma lúdica. A participação voluntária exige que o jogador aceite, consciente e voluntariamente, a meta, as regras e o *feedback* do jogo (McGONIGAL, 2012, p. 31).

Os jogos têm sido aplicados nos mais diferentes contextos, desde simples diversão até jogos sérios que buscam treinar seus jogadores para realizar atividades críticas no mundo real. A abrangência e multiplicidade de suas aplicações leva diversos pesquisadores a buscarem entender como os elementos dos jogos estão relacionados e de que forma criam seus significados para produzir as experiências adequadas durante sua utilização. Shell (2011, p. 26) explica que "o jogo possibilita a experiência, mas não é a experiência". A experiência do jogador é definida como:

[...] conjunto de sensações que o jogo lhe proporciona durante a sua utilização, que envolve a realização de atividades, e as memórias que ficam após a utilização (MARTINHO, 2014, p. 109).

Nesse sentido, a preocupação do *designer* é voltada para a experiência que deseja criar com o jogo. Para a recriação de uma experiência em um jogo digital, Shell (2011, p. 26), o *designer* de jogos deve descobrir os elementos essenciais que definem a experiência real e como o jogo pode captar esta essência. Como define Zimmerman (2004, p. 49), o objetivo do *design* de jogos é a criação de uma interação lúdica significativa. Em outras palavras, Martinho (2014, p.109) explica que a experiência é uma interpretação, feita pelo jogador, da atividade de jogar o jogo.

A mecânica é a característica natural do jogo, onde é encontrada em sua forma mais funcional. Mecânicas são as regras do jogo e fazem com que as interações e relacionamentos entre a estética, tecnologia e narrativa do jogo existam (SCHELL, 2011, p. 129). Para Rogers (2010, p. 341) define as mecânicas em jogos como aquilo que cria a dinâmica do jogo quando há interação do jogador. A interação com a mecânica se dá através da experiência lúdica na significação estética que o jogo oferece.

Como jogar é uma atividade voluntária, existem motivos que levam os jogadores a realizarem esta ação. Para Norman (2006, p. 125), “a tecnologia deveria trazer mais a nossas vidas do que o desempenho aperfeiçoado de tarefas: deveria acrescentar riqueza e diversão.” Isso pode ser feito através de prazeres. LeBlanc (apud SCHELL, 2011, p. 109-110) organizou diversos prazeres do jogo como:

- Sensação: uso dos sentidos;
- Fantasia: prazer do mundo imaginário;
- Narrativa: desdobramento dramático de eventos;
- Desafio: problema a ser resolvido;
- Companheirismo: amizade, cooperação e comunidade;
- Descoberta: encontrar algo novo;
- Expressão: criar coisas;
- Submissão: entrar no círculo mágico do jogo (SCHELL, 2011, p. 109-110).

Para os fins de acessibilidade motora a qual direciono a pesquisa, os prazeres mais relevantes são os relacionados à sensação, desafio, companheirismo e submissão.

Existem diversos outros elementos significativos nos jogos digitais que devem ser destacados, pois suas características são importantes para a aplicação desta pesquisa. O espaço do jogo diz respeito às dimensões e limites espaciais; os objetos são qualquer coisa que possa ser vista ou manipulada; as ações são o que o jogador pode fazer; as regras definem o espaço, objetos, ações e suas consequências, bem como as restrições sobre as ações; as habilidades transferem o foco do jogo ao jogador; e a probabilidade são as incertezas ou surpresas do jogo (SCHELL, 2011, p. 130-153). Dentre os elementos contidos no processo de *design* do jogo, as habilidades podem ser destacadas na pesquisa, já que esta envolve questões físicas, mentais e sociais, obtidas através das experiências no ato de jogar. Segundo McGonigal (2012, p. 130), “[...] as recompensas emocionais e sociais que realmente buscamos exigem participação ativa, entusiasmada e automotivada.”

Outro elemento significativo é a interface do jogo. De acordo com Schell (2011, p. 223), o objetivo da interface do jogo é fazer os jogadores sentirem que têm controle nas suas experiências. O jogador possui normalmente dois tipos de interfaces em jogos digitais: uma física e outra virtual. A interface física é aquilo que o jogador vê, ouve e toca no mundo do jogo, enquanto a virtual fornece informações evitando atrapalhar as interações do jogador (Ibidem, p. 230). Outras características importantes da interface relacionam com a forma com que o jogador realiza seus desejos (se é adequada para que seja utilizada sem dificuldades), e como ocorre o *feedback* ao jogador para deixá-lo ciente sobre o jogo e afetá-los para criar sensações a partir de suas experiências (Ibidem, p. 234). McGonigal (2012, p. 31) explica que o sistema de *feedback* diz aos jogadores o quão perto estão de atingir a meta. O *feedback* permite à interface devolver significado resultante ao jogador afetando-o de certa forma. Como esclarece Norman (2008, p. 45), “o resultado é

tudo o que fazemos tem, ao mesmo tempo, um componente cognitivo e um componente afetivo – cognitivo para atribuir significado, afetivo para atribuir valor.”

Devido à subjetividade da experiência de jogar, principalmente causada pela significação de seus elementos, atividades específicas de testes precisam ser realizadas para assegurar um processo de *design* adequado. A subjetividade ocorre devido à diferença nos perfis dos jogadores e às diversas maneiras com que jogam e percebem o jogo (SCHELL, 2011, p. 390). Dos diferentes tipos de testes que podem ser realizados em jogos, o mais relevante para esta pesquisa é o teste de jogabilidade ou *playtest*, que “servem para testar a experiência de jogo e não para encontrar problemas na programação” (MARTINHO et al, 2014, p. 252).

Uma vez identificadas possibilidades de ajustes na experiência do jogo, o *designer* inicia o seu balanceamento. Para Schell (Ibidem, p. 172), o balanceamento “busca compreender as nuances nos relacionamentos entre os elementos do jogo e saber quais alterar, em que proporção alterá-los [...]”. Para Beza, (2011, p. 3), os jogos orientam nossa interação com produtos e serviços no sentido de criar experiências mais envolventes. Além disso, “[...] as recompensas emocionais e sociais que realmente buscamos exigem participação ativa, entusiasmada e automotivada” (McGONIGAL, 2012, p. 130). Deste modo, pessoas com alto nível de restrição motora, mas que têm condições de interagir, mesmo que de forma limitada, no universo de jogos digitais, passam a ter a oportunidade de realizar uma participação ativa e autônoma neste mundo lúdico.

O jogo que utilizei na pesquisa foi estilo *Pong*, um estilo de jogo pioneiro na indústria de *games* e que possui diversas características, que o qualificam para minha pesquisa:

- É simples de jogar: a interface simples torna acessível e fácil de entender. Não há recursos ocultos nem movimentos especiais;
- Cada partida é única: como a bola pode ir para qualquer área da tela, é um jogo com muitas possibilidades. É fácil de aprender, mas difícil dominar;
- É uma representação elegante: é a representação de outro jogo: tênis de mesa. Sua natureza abstrata o reduz a uma única barra para rebater uma bola, criando uma relação de satisfação física e sensorial com o jogo;
- É social: podem ser feitos campeonatos baseados em tempo e pontuação, além do tênis de mesa ser um de ser um esporte de espectadores;
- É divertido: oferece prazer da competição e na gratificante manipulação da bola (Zimmerman, 2004, p. 14).

As características dinâmicas envolvidas na criação de jogos exigem o uso de metodologias que assegurem o desenvolvimento criativo e flexível do *design*, enquanto oferece meios para acompanhar o processo. Neste sentido, a cartografia como proposta por Deleuze e Guattari (1995, p. 15) se destaca ao propiciar uma metodologia que considera a intervenção do pesquisador (o *designer* de jogos) no objeto de pesquisa (o jogo em si) e ainda a relação transversal de todos os elementos envolvidos. O *designer* de jogos normalmente possui muitas habilidades, tais como conhecimentos em animação, antropologia, arquitetura, história, matemática, música, psicologia e artes visuais (SCHELL, 2011, p. 2). A criação e balanceamento do jogo exige que o próprio criador o experimente constantemente, tornando uma relação direta entre ambos, como acontece com outras áreas que aplicam o *design*.

## 2. MÉTODO CARTOGRÁFICO

Neste capítulo apresento o Método Cartográfico proposto por Deleuze e Guattari (1995, p. 15), para definir seus conceitos fundamentais, e assim justificar a abordagem de pesquisa para este trabalho. Demonstro sua adequação para os processos de *design* envolvidos nesta pesquisa e proponho um conjunto de dispositivos para sua prática, com base nos elementos do Círculo de Ouro de Sinek (2017, p. 20), posteriormente desdobrados em conceitos dicotômicos para aplicação e avaliação.

A natureza deste projeto de pesquisa, voltado basicamente para o *design* de interfaces em sistemas computacionais, me levou a trabalhar com abordagem exploratória. Este tipo de atividade de pesquisa me proporcionou maior proximidade com o problema, promovendo o aprimoramento de ideias e descobertas de possibilidades. De acordo com Gil (2010, p. 41), o planejamento da pesquisa exploratória deve ser “[...] bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.”

Normalmente as pesquisas exploratórias envolvem levantamento bibliográfico ou estudo de caso (GIL, 2010, p. 41). Entretanto tais abordagens podem ser insuficientes para representar a multiplicidade dos elementos e relações envolvidas no meu trabalho. Esta complexidade emerge principalmente pela minha relação interventora no papel de pesquisador com o objeto de pesquisa. Tal dinâmica permeou todo o processo, pois devido à distância física em relação ao público alvo, muitas vezes precisei fazer papel de usuário para avaliar o desenvolvimento do trabalho. Desta forma a relação entre observador e objeto se converge, dificultando sua dissociação.

Foi caminhando nesse sentido que me deparei com o Método Cartográfico proposto por Deleuze e Guattari (1995), baseados no pensar a multiplicidade através do conceito de rizoma proveniente da botânica:

Um rizoma como haste subterrânea distingue-se absolutamente das raízes e radículas. Os bulbos, os tubérculos, são rizomas. Plantas com raiz ou radícula podem ser rizomórficas num outro sentido inteiramente diferente: é uma questão de saber se a botânica, em sua especificidade, não seria inteiramente rizomórfica (DELEUZE; GUATTARI, 1995, p. 15).

Como é possível notar, Deleuze e Guattari (1995, p. 17) ampliam a definição da botânica, pois esta não comporta a multiplicidade, mas propõem que “não existem pontos ou posições num rizoma como se encontra numa estrutura, numa árvore, numa raiz”. E complementam: “Existem apenas linhas” (Ibidem, p. 17). Considerando que um platô é “algo que está sempre no meio, nem início nem fim, “um rizoma é feito de platôs” (Ibidem, p. 32 e 33). Em outras palavras, o platô é a multiplicidade conectável com outras hastes de maneira a formar e entender um rizoma (Ibidem, p. 44). Aplicar o conceito de rizoma na processualidade do *design*, pode fazer com que este se aperfeiçoe de modo natural. Isto ocorre desde que cada *design* anterior seja examinado com atenção e cuidado e o artesão esteja disposto a ser flexível (NORMAN, 2008, p. 175).

A perspectiva de pesquisa cartográfica se mostrou ressonante com a abordagem exploratória do meu projeto devido à necessidade de um método que permitisse a reorganização constante das atividades e produtos durante o processo, como normalmente ocorre no *design* de interfaces e jogos digitais.

### **2.1. Cartografia como método de pesquisa**

O conceito de cartografia, também conhecido como esquizoanálise, foi transposto da geografia por Deleuze e Guattari (1995) para outras áreas como filosofia, política e subjetividade. Segundo Costa (2014, p. 70), a intenção é “pensar a realidade através de outros dispositivos, [...] valorizando aquilo que se passa nos

intervalos e interstícios, entendendo-os como potencialmente formados e criadores de realidade.”

A cartografia como proposta por Deleuze e Guattari (1995) tem se consolidado como processo teórico-metodológico para diversas áreas de conhecimento. Inicialmente foi aplicada na Psicanálise e Educação, mas recentemente é possível encontrá-la em outros campos, tais como Comunicação e *Design*. O grande diferencial desta metodologia está na abordagem voltada para o processo de produção de pesquisa e não para os produtos gerados. Assim, não se objetiva alcançar metas pré-fixadas, mas nas atividades processuais durante o percurso (PASSOS et al, 2009, p. 17). Para tal, o pesquisador no papel de cartógrafo questiona a respeito da sua relação com as coisas, ao invés de se preocupar pela essência das coisas. Em outras palavras, ao invés de se perguntar “*o que eu vejo?*” a questão é “*como estou compondo com o que eu vejo?*” (COSTA, 2014, p. 70). A reversão de perspectiva para a pesquisa me possibilitou seguir pistas para identificar possibilidades rizomáticas, explorá-las e avaliar sua utilidade no contexto do trabalho ao invés de me limitar na busca de um objetivo.

Portanto, o trabalho não se faz de modo prescritivo nem com objetivos previamente definidos, porém não significa que ações são realizadas sem direcionamento. Não há diferenciação entre sujeito e objeto, teoria e prática. Os elementos de pesquisa tradicionalmente dicotômicos são considerados efeitos emergentes do processo. De acordo com Passos (2009, p. 19), “o trabalho vai modulando o campo de intervenção onde todos estão incluídos [...] desestabiliza a própria noção de campo, já que modula seus limites e configurações”. Surge então o conceito de transversalidade de Guattari (1995), segundo o qual a análise concomitantemente descreve, intervém e cria efeitos-subjetividade. A transversalidade se apresenta em uma topologia de redes comunicacionais conectando termos e dando consistência ao espaço intermediário. Assim, o método cartográfico é justamente voltado para a cartografia do intermediário. A reorganização das realidades através da intervenção do pesquisador aprendiz-

cartógrafo cria movimentos de caosmose, ou seja, pelos “desarranjos e novos arranjos de produção da realidade” (PASSOS, 2009, p. 30). A desassociação entre pesquisador e pesquisado durante o processo de pesquisa na produção de realidade faz da cartografia uma forma de gerar conhecimento:

Nesse sentido, conhecer a realidade é acompanhar seu processo de constituição, o que não pode se realizar sem uma imersão no plano da experiência. Conhecer o caminho de constituição de dado objeto equivale a caminhar com esse objeto, constituir esse próprio caminho, constituir-se no caminho. Este é o caminho da pesquisa-intervenção (PASSOS, 2009, p. 30).

O objetivo da cartografia está voltado em como apresentar a rede de forças a qual o objeto ou fenômeno em questão está relacionado, considerando sua condição rizomática, seus limites, configurações e movimento. Assim procuro considerar a multiplicidade de elementos e relações envolvidas no processo de *design* da interface, evitando a limitação de chegar a um objetivo definitivo como meta da pesquisa, mas especulando sobre outras possibilidades de interação para oferecer a independência pretendida.

## **2.2.O papel do cartógrafo e sua atenção**

A abordagem cartográfica ao considerar a relação do pesquisador com seu objeto de pesquisa cria uma perspectiva de territorialização e desterritorialização constante pelo processo produtivo de estudo da subjetividade. É possível então estabelecer pistas que possam descrever, discutir e coletivizar a experiência do cartógrafo (PASSOS et al, 2009, p. 32). Para que o próprio caminho seja construído durante o processo de pesquisa, o cartógrafo deve habitar o território. O encontro com o desconhecido é inevitável, já que o “pesquisador-cartógrafo não sabe, de antemão, o que irá lhe atravessar, quais serão os encontros que irá ter e no que estes mesmos encontros poderão acarretar” (COSTA, 2014, p. 70).

A relação do cartógrafo com o território-pesquisa a ser trabalhado, não leva a simples coleta de dados, mas sim a sua real produção. Neste contexto, o foco de atenção do pesquisador passa a ser aplicado de maneira abrangente e dinâmica, já que a “detecção e apreensão de material, em princípio desconexo e fragmentado, de cenas e discursos, requerem uma concentração sem focalização” (PASSOS et al, 2009, p. 33). Assim, sua entrada no campo de pesquisa o leva a questionar para qual elemento deve voltar sua atenção, e após selecionado este elemento, como prosseguir com a atenção. Tais questões relacionam-se com a “dimensão temporal da atenção do cartógrafo, a produção dos dados de pesquisa e o alcance de uma pesquisa construtivista” (Ibidem, p. 35). Além da atenção seletiva, é fundamental para a cartografia utilizar uma atenção flutuante que permita com que trabalhe com fragmentos desconexos. A redireção da atenção frequentemente ocorre durante o processo cartográfico e deve ser utilizado para evitar dispersão. De acordo com Passos:

A atenção a si é, nesse sentido, concentração sem focalização, abertura, configurando uma atitude que prepara para o acolhimento do inesperado. A atenção se desdobra na qualidade de encontro, de acolhimento. As experiências vão então ocorrendo, muitas vezes fragmentadas e sem sentido imediato. Pontas de presente, movimentos emergentes, signos que indicam que algo acontece, que há uma processualidade em curso (PASSOS et al, 2009, p. 35).

Assim que entra no território o cartógrafo depara-se com diversas possibilidades. Durante a varredura no campo a atenção do cartógrafo rastreia uma meta ou alvo móvel e por isso deve localizar pistas ou signos do processo. Não significa buscar informações, mas sim uma atitude de foco pelo problema. Rastrear significa acompanhar as mudanças de posição, velocidade, alteração e ritmo (PASSOS et al, 2009, p. 40). Para executar esta ação o cartógrafo pode utilizar o toque, ou em outras palavras, sua percepção ótica e háptica. Deleuze afirma que os conceitos vão além dos sentidos tradicionais, pois considera que a percepção ótica percebe o campo à distância e identifica suas profundidades. Por outro lado,

a percepção háptica é mais próxima e não percebe a profundidade, localizando os elementos em um mesmo plano (Ibidem, p. 41).

A atenção e o toque são as ações que a cartografia utiliza para assegurar rigor do método científico mesmo com a imprevisibilidade do processo de produção de conhecimento (PASSOS et al, 2009, p. 45). No momento em que a percepção, através da atenção e toque são focados, um novo território se forma. Assim, “a tônica do conceito é a dinâmica da atenção, visto que há mobilidade no seio de cada janela e também passagem de uma janela para outras [...]” Esta dinâmica atencional na política construtivista da cartografia é o que produz o conhecimento que não é a representação de uma realidade preexistente, nem relativista pelo ponto de vista subjetivo do pesquisador:

O cartógrafo é, nesse sentido, guiado pelas direções indicadas por qualidades inesperadas e pela virtualidade dos materiais. A construção do conhecimento se distingue de um progressivo domínio do campo de investigação e dos materiais que nele circulam (PASSOS et al, 2009, p. 49).

Desta forma a cartografia constrói o conhecimento pelo trabalho de invenção, realizada através do cartógrafo e suas intervenções no objeto de pesquisa. Assim se deram as descobertas durante o processo. No papel de cartógrafo busquei gerenciar a atenção alternando entre foco e dispersão para relacionar os elementos que, à primeira vista podem ser completamente divergentes, com outras possibilidades de aplicação.

Durante as observações e experimentos realizados na pesquisa entre outubro de 2015 e fevereiro de 2017, diversas soluções funcionaram bem, mas se apresentaram inadequadas para o público alvo. Enquanto isso, outras opções se mostraram relevantes depois que se tornaram úteis pela minha intervenção, como por exemplo os ajustes que realizei no *design* de interação do jogo para melhorar sua experiência. Outras ainda foram desconsideradas por falta de tempo ou desconhecimento de minha parte a respeito de suas possibilidades, porém não

foram descartadas, apenas perderam sua prioridade em detrimento às opções mais viáveis que identifiquei. O detalhamento do processo e suas multiplicidades estão explicitadas nos capítulos posteriores.

### **2.3. Dispositivos e prática cartográfica**

A cartografia é uma prática e não uma aplicação, já que não é baseada em regras gerais para casos particulares, como as metodologias científicas mais tradicionais. Como sua principal característica é a processualidade, deve ser construída a todo momento. Como explica Passos et al (2009, p. 77), “as configurações subjetivas não apenas resultam de um processo histórico [...], mas portam em si mesmas processualidade, guardando a potência do movimento.” Diferentemente de métodos cartesianos em que as formas são previamente categorizadas, a cartografia é um método transversal pois atua na desestabilização dos eixos. Segundo Laurentiz (1991, p. 109), “[...] homem e equipamento não estão distantes entre si; pertencem a uma holarquia, cada qual com funções e conhecimentos próprios e participantes de uma hierarquia que decide conjuntamente, emitindo ordens de produção”.

Já que o método cartográfico trata a transversalidade da multiplicidade, é inviável que regule em detalhes o funcionamento dos elementos envolvidos em todos os tipos de processos. Ao invés disso, “a prática cartográfica requer um dispositivo de funcionamento mais ou menos regular, que se articulam a repetição e variação [...]” Portanto o dispositivo é uma série de práticas e funcionamentos que geram efeitos (PASSOS et al, 2009, p. 91). O dispositivo é feito por conexões e simultaneamente cria outras conexões, que não obedecem a planos, mas emergem onde partes se conectam. Cabe ao cartógrafo acompanhar as linhas/caminhos que surgem, identificar momentos de ruptura, inter-relação, sobreposição e tensão, além de avaliar as conexões, inclusive que relacionam a si mesmo.

Por este motivo, seguindo as pistas do Método Cartográfico, defini dispositivos que apliquei durante o processo de pesquisa, como ferramenta de apoio na identificação, desenvolvimento e avaliação de funcionamento das possíveis soluções envolvidas no *design*. Os dispositivos que proponho podem ser utilizados para estudar a situação atual dos elementos e suas conexões, bem como auxiliar no toque ótico e háptico durante a reorganização do sistema até chegar na situação desejada.

Para tal, um conjunto de conceitos que emergiram durante o processo foram delimitados, para que seja possível identificar a coerência entre a conceitualização, organização e execução de tarefas. Estas delimitações apresentam os conceitos elementares que podem ser reorganizados, aprofundados ou expandidos de acordo com cada situação. Existe ainda uma inter-relação entre os conjuntos, o que possibilita uma meta-aplicação entre os conceitos.

Esta estrutura que identifiquei e conceitualizei foi baseada no Círculo de Ouro de Sinek (2017, p. 20), considerando os aspectos relacionados com arte, tecnologia, e *design*, sendo posteriormente desdobrados em ações dicotômicas.

Para efeitos de execução prática do projeto de pesquisa, relaciono os dispositivos com sobre os conceitos-chave “porquê”, “como”, e “o que”, ou Círculo de Ouro (SINEK, 2017, p. 20):

- Porquê: qual é a finalidade, a justificativa, a causa ou crença?
- Como: de que forma é/pode ser feito diferente ou melhor?
- O quê: de que forma ocorre a interação, por um produto ou serviço? (SINEK, 2017, p. 20-25)

Os conjuntos são definidos neste trabalho em alto nível para que possam ser adaptados e aprofundados por outros *designers*, quando e como necessários. Organizei os conceitos tríades e dicotômicos na seguinte ótica:

- Valores: Estética ou Porquê
  - Significar
  - Abstrair
- Princípios: Ética ou Como
  - Decompor
  - Relacionar
- Práticas: Semiótica ou O Quê
  - Especular
  - Organizar

Para a definição do conjunto foram identificadas e relativizadas as características predominantes que emergem das relações dos elementos. Ao considerar os aspectos predominantes, é possível ter uma perspectiva mais clara das suas características, avaliar a evolução, identificar oportunidades e assim evoluir com o processo como um todo.

### **2.3.1. Valores**

Os valores dizem respeito à essência, ou seja, aquilo que se é ou está. São convicções fundamentais sobre a natureza das questões que envolvem a proposta e justificativa do *design*. Por se tratar da base, estes valores devem ser claramente compreendidos e assimilados para aplicar proposta. O questionamento a respeito dos valores é importante para se entender a necessidade e justificar cada elemento e suas relações dentro do *design*.

Estes fundamentos são responsáveis por representar questões de identidade e sensação. Assim, os valores definem a base do *design* como um todo e sua própria existência, determinando a motivação e justificativa adequadas para que os princípios e métodos sejam construídos. Neste sentido, os valores são os

encarregados pela ética do *designer* ao idealizar, conceitualizar e justificar os demais elementos envolvidos.

### **2.3.1.1. Significar**

Significar é relacionar a multiplicidade através de semelhanças e diferenças. Possibilita criar significados em determinada questão ao conectar suas características com outras próprias ou de outrem. A significação gera valor ao representar propriedades do *design* através de comparações. Em outras palavras, significar é operar o processo de *design*. Significa agir sobre as características para criar e/ou efetivar significados. Para Laurentiz (1991, p. 112), o pensamento artístico em relação ao modo de produção muda quando se objetiva encontrar funções similares entre organizações sintáticas dos equipamentos, no potencial de linguagem de tecnologia. Com isso, as correspondências levantadas passam a gerar significados não pensados anteriormente, sem privilegiar ou submeter um dos discursos, o natural ou o cultural (LAURENTIZ, 1991, p. 112). Através da significação é possível criar de acordo com as intenções do aspecto em relação ao seu objetivo de *design*.

Ao significar busca-se correlacionar as particularidades mais representativas de determinado (s) objeto (s) para certa finalidade. Os objetos de significação podem ser o próprio processo, o cartógrafo, algo, alguém, suas ações, relações ou efeitos causados. A significação pode ser empregada em diferentes níveis dos objetos, do atômico ao total, passando pelas relações das partes entre si, bem como do ambiente e agentes externos. Morin (2015, p. 72) argumenta que “nas coisas mais importantes, os conceitos não se definem jamais por suas fronteiras, mas a partir de seu núcleo”. Segundo Laurentiz (1991, p. 112), a arte interpreta valores universais, além de fronteiras culturais regionais, se preocupando com a redefinição dos valores plásticos e da própria percepção.

O alinhamento da significação com o objetivo de *design* é fundamental para a coerência das ações e futuras verificações. A qualidade da significação criada e assimilada orienta ações sobre o objetivo de *design*. Significados de alta qualidade permitem que o objetivo seja alcançado com maior eficiência.

A aplicação da significação é o que cria valor e permite as evoluções durante o processo de *design*, ajustando os platôs até o produto final. Sua condução e execução eficientes possibilitam a criação ágil e virtuosa de produtos de *design* de alto valor significativo, ou de grande Função Simbólica (LOBACH, 2001, p. 64).

### **2.3.1.2. Abstrair**

A abstração é a capacidade de controlar o foco de atenção do cartógrafo. Permite que seja oportunamente considerado apenas aquilo que é mais relevante para determinada situação. Em outras palavras, ajuda a manipular a atenção focada ou dispersa do cartógrafo ao tocar com visão ótica ou háptica. Através da abstração é possível, propositalmente, ignorar características e/ou comportamentos em detrimento de destacar outras. Para criar a abstração adequada é preciso verificar, de cada elemento envolvido, quais propriedades e comportamentos devem ter seu recorte ampliado ou reduzido. Tal atitude pode levar à redefinição, reorganização, reutilização ou descarte de qualquer componente do processo, inclusive do processo em si (BURDEK, 2006, p. 225). A prática de abstração se dá ao destacar ou desprezar as características do objeto em questão, ou seja, aquilo que se É/TEM ou FAZ. Pode ainda haver uma combinação de características ou comportamentos que devem ser propositalmente abstraídos (SILVEIRA et al., 2011, p. 11).

Este conceito é aplicado para que determinadas características do processo de pesquisa sejam ressaltadas, permitindo, assim, que a relação possa ser reequilibrada com maior flexibilidade. Como esclarece Morin:

Qualquer conhecimento opera por seleção de dados significativos e rejeição de dados não significativos: separa e une; hierarquiza e centraliza; essas operações, que se utilizam da lógica, são de fato comandadas por princípios 'supra-lógicos' de organizações do pensamento [...] (MORIN, 2015, p. 10).

A identificação adequada destes elementos permitirá que sejam tratadas prioritariamente as questões de maior relevância do *design*. A abstração pode inclusive oferecer um isolamento que oculte sua complexidade para os seus elementos relacionados. Tal encapsulamento estrutural permite que a complexa sequência de ações se torne transparente para aqueles que interagem com o elemento, possibilitando o foco no seu resultado, de acordo com a Filosofia da Caixa Preta (FLUSSER, 2007, p. 7).

Portanto, a abstração ao permitir que detalhes sejam vistos por uma ótica mais ampla ou restrita, promove um melhor alinhamento da intenção do *design*. Além disso, complexas questões ou elementos podem ter sua perspectiva reduzida, evitando esforços desperdiçados na busca por alternativas que até então pareciam importantes ou urgentes. Como nem todas as características ou comportamentos dos elementos envolvidos são relevantes para o *design* o tempo todo, a abstração torna-se um mecanismo para possibilitar o desapego de questões irrelevantes, permitindo priorizar aquilo que oferece valor mais significativo em cada contexto.

### **2.3.2. Princípios**

Os princípios dizem respeito a como o *design* se apresenta, ou seja, como é elaborado e organizado. São conceitos sobre a estruturação do processo, arranjando os elementos de *design* para buscar o determinado objetivo, caso exista. Como no método cartográfico pode não existir um objetivo, os princípios são voltados para a organização processual. Tais conceitos vão desde a conceitualização até a comunicação organizada do processo. Tendo como base os

valores previamente definidos, os princípios determinam a abordagem organizacional aplicada para a disposição do *design*.

Lidar com teoria do design precisa conter a discussão com as expectativas, em que se baseiam o procedimento metódico ou os conceitos de configuração (BURDEK, 2006, p. 226).

A partir da organização é possível identificar as tarefas mais adequadas para cada intenção. O ideal desta preparação é criar opções de soluções que atendam aos valores, considerando inclusive suas limitações (como por exemplo tecnologias existentes), mas que também possam ser constituídas de maneira apenas conceitual, independente e exploratória. Assim, os princípios servirão como organização estrutural para que as práticas adequadas para cada contexto sejam executadas.

#### **2.3.2.1. Decompor**

A decomposição é a capacidade de separar. Permite que um sistema complexo seja desmembrado para mudar a perspectiva de sua análise. De acordo com Pascal (apud MORIN, 2015, p. 7), “[...] todas as coisas são ‘causadas e causantes, ajudadas e ajudantes, mediatas e imediatas’, e que todas (se interligam) por um laço natural e insensível que liga as mais afastadas e as mais diferentes”. Por meio da decomposição é possível mudar a ótica de determinado objeto de estudo, considerando os elementos que o compõe. É através deste princípio que se constitui a anatomização do *design*, a fim de evidenciar as partes envolvidas, e as relações existentes entre si, necessárias para que se organizem e existam como um todo.

Ao dissecar a unidade em busca de seus componentes, é fundamental que seja identificada a granularidade ideal para análise, ou seja, encontrar o tamanho atômico adequado de cada parte, para que seja conceitualmente

indivisível a partir de determinado ponto. A constatação do átomo evita fragmentações desnecessárias e garante que detalhes, desnecessários naquele momento, não sejam considerados. Para Laurentiz (1991, p. 49), “o pensamento sem regras, sem vetores orientadores, produz a geração de livres associações, estabelece relações não esperadas, não óbvias e seguindo elos não observados anteriormente”.

Entretanto, ao avaliar as peças envolvidas, é imprescindível que a visão da totalidade não seja perdida, a fim de garantir que a análise em uma parte ainda faça sentido ao relacioná-lo com a perspectiva geral. Pascal (apud MORIN, 2015, p. 7), considerava “[...] impossível conhecer as partes sem conhecer o todo, tanto quanto conhecer o todo sem conhecer, particularmente, as partes [...]”. Devido à complexidade dos processos e produtos de trabalho no *design*, a decomposição se apresenta como uma possibilidade de organizar o conhecimento a respeito de determinadas individualidades, gerando oportunidades de criação.

Baseada na abstração e significação e em oposto à relação, a decomposição incentiva a ótica focada em determinadas questões de relevância para o *design*, propiciando a organização para elaboração de estratégias que poderão ser aplicadas. O propósito fundamental deste princípio é propiciar a segmentação coerente ao objetivo no momento, compreendendo a constituição responsável por formar o conjunto completo final. Nesta perspectiva, os componentes se relacionam em diferentes escalas e podem exigir que novas questões sejam elaboradas a partir das singularidades.

### **2.3.2.2. Relacionar**

A relação é a comunicação realizada em diferentes níveis. Permite o entendimento do relacionamento entre partes, para que possam ser avaliadas em diferentes circunstâncias e perspectivas. Para Morin (2015, p. 13), a complexidade é um tecido de elementos heterogêneos inseparavelmente associadas,

paradoxalmente do uno e do múltiplo, e a dificuldade está em enfrentar o emaranhado das inter-relações.

Neste sentido, a relação articulada entre os componentes de um sistema complexo é essencial para se determinar a coerência dos elementos, inclusive em níveis diferentes, desde a decomposição atômica até todo conjunto, incluindo suas conexões e relações com seu meio. Segundo Laurentiz (1991, p. 50), “[...] não podemos escolher como vamos dispor nossas ideias com referência ao tempo e ao espaço, mas somos compelidos a pensar certas coisas como estando mais próximas de si do que de outras”, assim, “[...] as realidades compelem-nos a colocar algumas coisas num relacionamento estreito”.

Os vínculos entre os componentes envolvidos ocorrem de forma transversal em todos os níveis, ou seja, no nível intra-atômico ou extra-atômico, independentemente do tamanho definido do átomo. A aplicação deste princípio se dá por meio da análise a partir de uma reação a um estímulo, seja este uni ou multidirecional. Assim, devem ser contempladas as correlações entre o cartógrafo, território, processos, objetos, lugares, eventos e pessoas a fim de discernir sobre questões que estão resolvidas ou que precisam ser consideradas. Este princípio é aplicado em contrapartida à decomposição, considerando o risco de destruir conjuntos e totalidades e evitando isolar todos os seus objetos do seu meio ambiente (MORIN, 2015, p. 6).

Fundamentada sobre a redução feita pela abstração e separação pela decomposição, a ação de relacionar possibilita avaliar de maneira estruturada a necessidade e finalidade dos elementos e suas correspondências. A perspectiva relacional cria articulações que permitem ajudar a verificar a efetividade dos princípios aplicados até então. Nesta perspectiva, a visão holística das partes e suas relações permite identificar atividades criativas de conexão ou desconexão para aprimorar o *design*. Além disso, seu principal objetivo é prover a organização de recursos para avaliação dos resultados de todas as relações significativas que

ocorrem durante o processo de *design*, criando assim o vínculo para realização e avaliação das atividades criativas.

### **2.3.3. Práticas**

As práticas são as atividades realizadas durante a execução direta do processo de *design*. São baseadas nos valores e utilizadas para efetivar os princípios, e conseqüentemente buscar o objetivo do processo. As práticas abrangem as técnicas e tarefas desempenhadas pelo *designer*, com ou sem uso de ferramentas, durante todo o progresso do *design*. Permitem assim, que os princípios criados sejam efetivados, consumando a consagração dos valores. Para Morin (2015, p. 81), “a ação supõe a complexidade, isto é, acaso, imprevisto, iniciativa, decisão, consciência das derivas e transformações”.

O propósito das Práticas é estabelecer mecanismos que propiciem a realização apropriada do processo de *design* em busca do objetivo emergente no momento. As tarefas executadas de acordo com as intenções da pesquisa possibilitam a evolução do processo de *design*. Portanto, as práticas são as ações efetivas que materializam a concepção criativa dos aspectos de *design* na realidade.

#### **2.3.3.1. Especular**

Especular é considerar alternativas para variar entre oportunidades. É a partida da inovação pois envolve buscar possibilidades e transformá-las em probabilidades. Ao especular deve-se alterar a quantidade de opções necessárias para criar caminhos a serem trilhados (DUNNE; RABY, 2013, p. 13). Considerando a quantidade de alternativas para se realizar determinadas atividades, a especulação busca permitir a inovação.

As possibilidades surgem à medida que elementos de características aparentemente distintas passam a ter seus significados relacionados de alguma maneira. Neste sentido, a arte especula constantemente por novas possibilidades, e pode ser disparada através de um *insight*, (LAURENTIZ, 1991, p. 21). Para Laurentiz (Ibidem), “[...] um *insight* pode se dar a partir de um fenômeno natural ou após a aprendizagem de técnicas de produção ou ainda após a reinterpretação de ideias ou conceitos”.

Considerar opções, mesmo que incoerentes, pode apontar para novas possibilidades, e assim ampliar ou reduzir a ação de *design*, podendo até inventar. A especulação pode ser aplicada para uma finalidade específica, como por exemplo solucionar determinada questão, ou ainda ser disparada a partir de uma intuição, ou incentivo externo (DUNNE; RABY, 2013, p. 14). Quanto maior a abrangência da especulação mais ampla e variada serão as oportunidades criadas. Neste sentido, ao especular o cartógrafo estimula a característica rizomática do processo de *design*, esquadrinhando constantes opções de pesquisa.

### **2.3.3.2. Organizar**

Organizar é definir uma sequência de passos. A sequenciação é voltada para atingir determinado objetivo. Envolve identificar padrões que podem existir em elementos e/ou suas relações, e ordenar uma série finita de instruções envolvendo tais elementos necessários para realizar a tarefa. A organização pode ocorrer em todos os níveis do *design*, desde a elaboração até o planejamento, execução e registro das atividades realizadas.

A finalidade da estruturação é apoiar na identificação e seleção das situações necessárias para se chegar a um propósito, que pode tratar um ou vários problemas de forma parcial ou completa. Os procedimentos criados podem contar com entradas de parâmetros, informados por outros elementos, e também podem gerar diversas saídas.

A partir da decomposição do sistema complexo, o *designer* deve ser capaz de identificar padrões e organizar todas as ações e decisões necessárias no contexto, sem desconsiderar a complexidade envolvida (MORIN, 2015, p. 7). Peirce (apud LAURENTIZ, 1991, p. 40), considera “[...] o comportamento criativo, seja na arte, na ciência ou no cotidiano, como uma das possíveis formas de manifestação do pensamento, apresentando características estruturais próprias que o diferenciam dos outros esquemas racionais”.

Normalmente a estruturação pode ser realizada de diferentes maneiras, gerando produtos distintos. A experiência e visão do *designer* permitirão que a organização tenha certo nível de flexibilidade, buscando os meios mais adequados, em cada situação, para responder ao problema em questão e até reutilizando a mesma estrutura para problemas similares.

A flexibilidade na organização da sequência de ações permite que testes e intervenções sejam constantemente realizados, até a otimização da estrutura. Da mesma forma, podem existir estruturas previamente identificadas em outros sistemas e por similaridade estas soluções podem ser aplicadas em outros contextos.

#### **2.4. Metodologia aplicada**

A pesquisa com o grupo de foco foi realizada entre outubro de 2015 e fevereiro de 2016, na Associação Nosso Sonho em São Paulo/SP. As pesquisas bibliográficas e prototipações foram feitas na Unicamp em Campinas e na Unesp São Paulo. O grupo de foco envolveu 6 crianças/adolescentes de ambos os sexos, com idades entre 12 e 15 anos, todos com graves restrições motoras e intelectuais. Eu exerci o papel de pesquisador cartógrafo, auxiliando a vestimenta do equipamento pelo grupo de foco, fazendo a calibragem do sensor ocular e balanceando o jogo entre as partidas. Durante a realização das partidas pelo grupo, eu fiz anotações com base nas observações e feedback das crianças/adolescentes. Os principais sistemas utilizados foram o jogo *Pong* do *EyeWriter* (2017) e o *Eye*

*Track Pupil* (2017). Após as partidas os protótipos foram revisados e ajustados de acordo com os resultados obtidos em relação à expectativa da pesquisa.

Neste sentido o Método Cartográfico mostra-se ressonante como processo de pesquisa aplicado no contexto de expressão e autonomia, permitindo a explicitação articulada das atividades de design de interação e balanceamento de jogos digitais aplicados neste trabalho.

### 3. A EXPRESSÃO ATRAVÉS DE INTERFACES ASSISTIVAS E JOGOS DIGITAIS

Neste capítulo descrevo o histórico do processo de *design* realizado na pesquisa, desde as intenções iniciais, passando por pontos chave no andamento do projeto até intervenções no polimento da interface e balanceamento da mecânica do jogo.

O projeto de pesquisa geral “*Interfaces Físicas e Digitais para as Artes: da Difusão à Inclusão*”, é coordenado pela Profa. Dra. Rosangela Leote, do Instituto de Artes da Unesp de São Paulo. Este é um projeto colaborativo iniciado em 2014 entre a Unesp, Unicamp e Universidade de Barcelona, realizado pelo Grupo Internacional e Interinstitucional de Pesquisa em Convergências entre Arte, Ciência e Tecnologia – GIIP (2017).

Um dos subprojetos, intitulado “*Criar sem Limitações: Arte e tecnologia*”, conta com a coordenação e pesquisadora principal a Profa. Dra. Ana Amália Tavares Bastos Barbosa. Esta pesquisa busca entender e expandir o espaço perceptivo para o desenvolvimento e desfrute artístico, de forma analógica e/ou digital. Os usos das interfaces são voltados a pesquisar o entendimento de como sujeitos com alterações neurológicas e limitações mecânicas ou linguísticas se comunicam e interagem. Para tal, o projeto “*Criar sem Limitações: Arte e tecnologia*” especula sobre a relação entre *softwares* e *hardwares* abertos e de baixo custo, propondo possibilidades para que a comunidade possa criar seus próprios equipamentos. Assim, busca-se oferecer tecnologias assistivas, de código aberto, com possibilidades escalonáveis voltadas para articulações entre arte e ciência e que possa ser amplificável às diferentes naturezas de deficiências. As investigações do projeto em questão estão voltadas para a articulação multissensorial com uso de interfaces não convencionais e customizadas para cada tipo de limitação.

Devido às limitações específicas de cada caso, os aparelhos propostos devem ter a abrangência e flexibilidade necessária para oferecer interatividade por

caminhos distintos. Ou ainda aplicá-los em diferentes contextos, ressignificando sua função básica. Procura-se, assim, a inclusão digital pela criação de certo nível de autonomia computacional daqueles que possam estar alheios ao uso da tecnologia devido à dificuldade motora ou intelectual.

Fui convidado pela Profa. Dra. Rosangela Leote para participar do projeto “*Interfaces Físicas e Digitais para as Artes: da Difusão à Inclusão*” em novembro de 2014, no papel de pesquisador de engenheiro de sistemas. A formalização na entrada do projeto se deu em dezembro do mesmo ano, e a inclusão no grupo de pesquisa GIIP ocorreu em maio de 2015. As primeiras atividades de pesquisa que realizei foram voltadas para suporte técnico aos testes do “*Kit Facilita – Projeto de Pesquisa e Inovação em Interfaces assistivas de baixo Custo*” (*Kit Facilita - Proyecto de Investigación e Inovación em Interfaz para Minusvalia*) sob a coordenação do Dr. Efraín Foglia – Universitat de Vic – Universitat Central de Catalunya, e contando com Dr. Josep Cerdá i Ferré – Universitat de Barcelona, como colaborador e pesquisador principal (FOGLIA, 2017).

O *software* desenvolvido pelo projeto “*Kit Facilita– Projeto de Pesquisa e Inovação em Interfaces assistivas de baixo Custo*” foi voltado especificamente para facilitar a comunicação de pessoas com limitações puramente físicas, sendo praticamente impossíveis a estes indivíduos manipularem qualquer equipamento, devido à precisão operacional exigida para tal. Assim, foi criado pelos pesquisadores estrangeiros, o protótipo (PUPIL LABS 2017) utilizando o *hardware* e *software Pupil*, conforme representado na Figura 1 – *Eye Track Pupil*, de código aberto. A solução *Pupil* oferece a possibilidade de interação digital com o mundo real através de realidade aumentada ao identificar códigos visuais capturados por uma câmera infravermelha de leitura de pupila, e outra câmera frontal que identifica no campo de visão qual é o foco da pupila, conforme Figura 2 – Partes do *Eye Track Pupil*. Peça verde superior: câmera voltada para o campo de visão. Peça verde inferior: câmera voltada para a *pupila*.

**Figura 1** – *Eye Track Pupil*



Fonte: *Pupil* (2017).

**Figura 2** – Partes do *Eye Track Pupil*. Peça verde superior: câmera voltada para o campo de visão. Peça verde inferior: câmera voltada para a pupila.

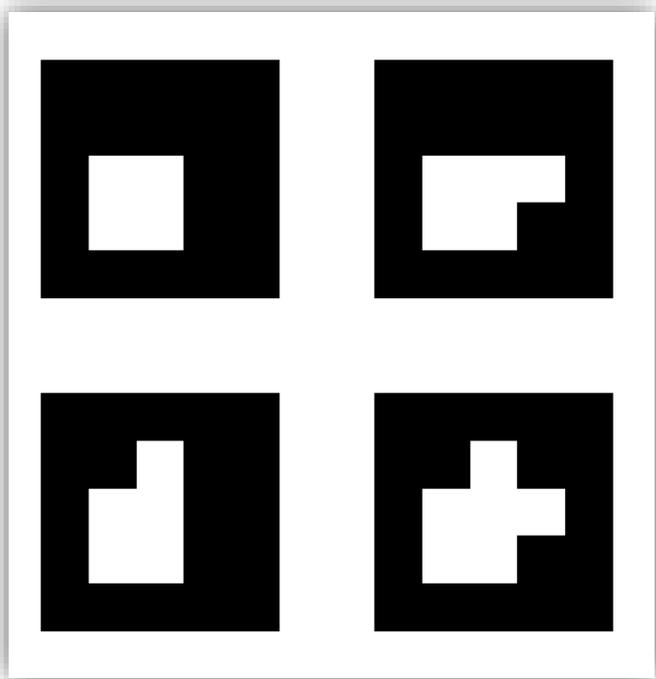


Fonte: *Pupil* (2017).

A visão computacional oferecida pelo *Kit Facilita* permite que seu funcionamento seja ligado ou desligado mantendo os olhos fechados por curto período. A interação estética se dá assim que a câmera frontal identificava códigos específicos espalhados pelo ambiente, como por exemplo a Figura 3 - Exemplo de códigos interpretados pelo *Eye Track Pupil*. A relação completa dos códigos está disponível no ANEXO B: Códigos interpretados pelo *Pupil*.

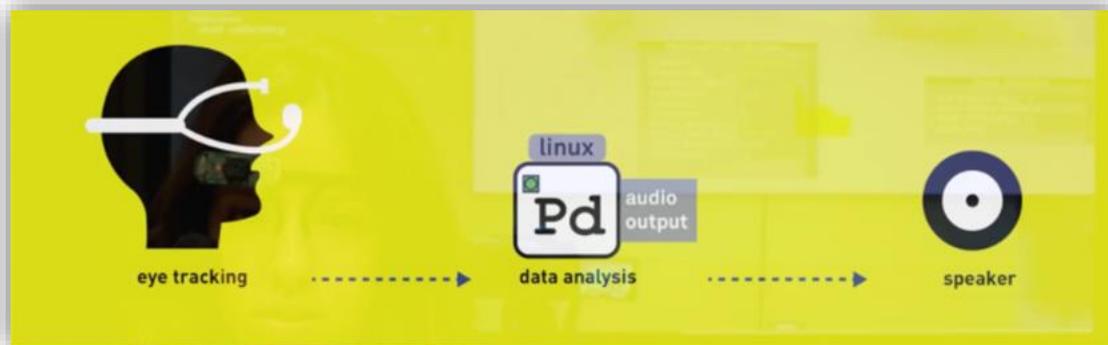
Neste instante, através da integração com o *software PureData* (2017), um áudio referente ao código é disparado, como representado na Figura 4 – Arquitetura do *software Kit Facilita*. Desta forma, temos uma integração audiovisual relacionada ao campo de visão do usuário com um áudio reproduzido.

**Figura 3** - Exemplo de códigos interpretados pelo *Eye Track Pupil*.



Fonte: *Pupil* (2017).

**Figura 4** – Arquitetura do software *Kit Facilita*



Fonte: Foglia (2014).

Seguindo orientações do Dr. Foglia, configurei um *notebook* para execução do *Kit Facilita* e assim que tive acesso ao *Eye Track Pupil* pudemos agendar os primeiros testes da solução com o público-alvo. Assim, em julho de 2015 fizemos o teste do *Kit Facilita* na sala 517 das dependências do Instituto de Artes da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP em São Paulo, com a artista e arte-educadora Dra. Ana Amália Tavares Bastos Barbosa, conforme demonstrado na Figura 5 – Testes do Kit Facilita com Dra. Ana Amália Tavares Bastos Barbosa. A Dra. Ana Amália sofre de uma doença neurológica que paralisa os músculos do corpo, com exceção daqueles que movimentam os olhos ou as pálpebras, e normalmente interrompe a fala. Na ocasião, a coordenadora do grupo, Profa. Dra. Rosângela Leote participou remotamente e o Prof. Dr. Hermes Renato Hildebrand, orientador deste trabalho, acompanhou pessoalmente. Durante os testes, foram realizados registros em fotos e vídeo disponibilizado (ARAUJO, 2017a). No mesmo mês foi feito um novo teste, desta vez em Lisboa, com o artista português Pedro Almeida que sofre de degeneração precoce. A Figura 6 – Testes do Kit Facilita com Pedro Almeida apresenta a utilização do equipamento. Apesar de não ter participado diretamente do teste em Portugal, configurei um outro *notebook* e apoiei o Prof. Dr. Hermes Renato Hildebrand e Profa. Dra. Rosângela Leote para que pudessem realizar os testes remotamente (ARAUJO, 2017b).

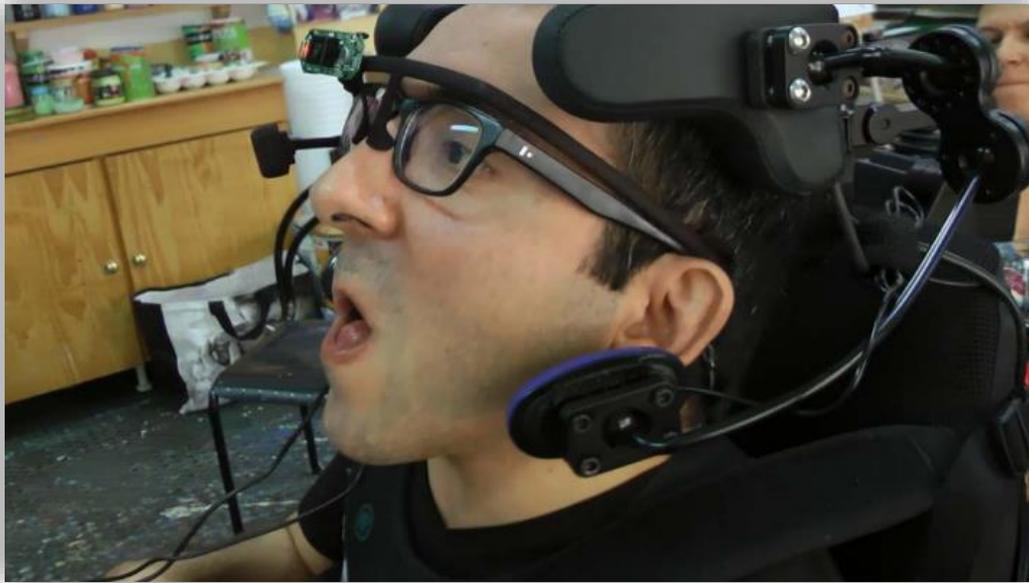
Em agosto de 2015 realizei outro teste em conjunto com o GIIP, novamente na sala 517 das instalações do Instituto de Artes da UNESP, desta vez com a jornalista Samara Andressa com paralisia cerebral, conforme Figura 7 – Testes do Kit Facilita com Samara Andressa, e também devidamente registrado (ARAUJO, 2017b). Na ocasião tanto a Profa. Dra. Rosangela Leote quanto o Prof. Dr. Hermes Renato Hildebrand acompanharam os testes pessoalmente. Os objetivos dos testes foram para analisar o desenvolvimento da interface para possibilitar o uso por pessoas tetraplégico que não possuem a possibilidade de falar.

**Figura 5** – Testes do Kit Facilita com Dra. Ana Amália Tavares Bastos Barbosa



Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 6** – Testes do Kit Facilita com Pedro Almeida



Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 7** – Testes do Kit Facilita com Samara Andressa



Fonte: Elaborada pelo autor

Nos dois testes aplicados no Brasil, realizei os seguintes procedimentos:

- Iniciei expondo aos presentes (pesquisadores e acompanhantes), questões conceituais e técnicas a respeito do *hardware* e *software* envolvidos.
- Vesti a armação do *Pupil* no usuário e questionei a respeito de um possível desconforto, que não foi identificado pelos mesmos.
- Informei o usuário sobre o procedimento de calibragem para a precisão da solução.
  - No caso da Profa. Dra. Ana Amália, a calibração foi simples, já que não há movimento voluntário ou involuntário de sua cabeça, movimentando apenas o olho para a calibragem.
  - No caso da Samara, devido aos movimentos involuntários da cabeça a calibração precisou ser feita algumas vezes.
- Após a calibração, realizamos diferentes testes para explorar as capacidades comunicacionais do sistema, espalhando códigos no entorno do ambiente, considerando diferentes tamanhos, posições e distâncias em relação aos usuários.
- Os usuários tiveram oportunidade de ligar e desligar a interpretação do código pelo abrir/fechar do olho
  - No caso da Profa. Dra. Ana Amália o mecanismo não estava totalmente adequado pois a mesma tem restrições físicas para manter o olho fechado voluntariamente por um período de tempo.
  - No caso da Samara, o mecanismo estava totalmente adequado.
- Após ligar a interpretação de códigos os usuários puderam acionar a execução de áudios de acordo com os códigos interpretados pelo sistema, previamente configurados para dizer: SIM, NÃO, POR QUE e ESTOU COM FOME.

Tanto os usuários quanto os pesquisadores se mostraram motivados pelos resultados dos testes. O *software Kit Facilita* se mostrou adequado para seu propósito, criando uma estética que exigia pouca interação do usuário e produzindo os resultados esperados ao reproduzir os áudios, conforme demonstrado nos registros disponíveis (ARAUJO, 2017b), e assim criar possibilidades de comunicação. Como esperado surgiram possibilidades de mudanças e melhorias, tais como:

- Aprimorar o mecanismo para ligar/desligar o sistema.
- Utilizar outro olho para manipular o sistema, já que a armação fixava a câmera voltada para o olho direito.
- Utilizar o sistema com linguagem Bliss (2017), bastante difundida em público com características similares às dos usuários.
- Combinação de palavras para produção de frases.

Após o contato com a Profa. Dra. Ana Amália, fui convidado pela mesma a aplicar alguns testes com seus alunos adolescentes, que também possuem limitações fisiológicas, como público-alvo. Entre outubro de 2015 e fevereiro de 2016, foram realizados testes com o grupo na Associação Nosso Sonho, uma entidade filantrópica que promove inclusão social de crianças e jovens com paralisia cerebral, onde a Profa. Dra. Ana Amália desenvolve ensino de arte. Foi neste momento que surgiu um novo caminho no processo de pesquisa considerando a perspectiva rizomática de Deleuze e Guattari discutida no Capítulo 2 - MÉTODO CARTOGRÁFICO.

Na primeira visita na entidade, fui recebido pela Profa. Dra. Ana Amália em sua sala de aula, onde estavam presentes vários alunos que, compreensivelmente, estranharam minha visita, pois não era evidente meu papel ali. Também acompanhou minha visita a Profa. Fabiana, com apoio fundamental na comunicação com os alunos e com a Profa. Dra. Ana Amália. Na ocasião levei, além

do *Pupil*, um outro equipamento: *Tobii* (2017) *eye track*, reconhecida fabricante de equipamentos de acessibilidade. Levei também uma série de *softwares* e jogos previamente preparados para utilizar com os dois aparelhos: *Pupil* e *Tobii*.

Primeiramente montei o *Kit Facilita* para uso de um dos alunos, porém logo ficou evidente que os testes não trariam outros resultados além dos que já haviam sido identificados nos testes anteriores. Descartei o uso do *Kit Facilita* no momento e passei para o *Tobii* para ser utilizado com *softwares* e jogos próprios, porém fui prontamente desestimulado pela Profa. Fabiana que acompanhava os testes, argumentando que os aplicativos eram muito elaborados e os jogos continham elementos inapropriado para os alunos, com cores e sons muito estimulantes.

Foi então que, em uma última tentativa, pois o horário de aula já estava se esgotando, montei o sistema para uso de um jogo estilo *Pong* disponibilizado pelo *EyeWriter* (NOT IMPOSSIBLE LABS, 2017), porém integrei com o *Pupil* como controle do jogo. O *EyeWriter* (2017), também de código aberto, foi desenvolvido por membros de diversos grupos de pesquisa com o objetivo de criar um sistema aberto de baixo custo que pudesse ser utilizado por pessoas com limitações físicas. Assim como o *Kit Facilita*, antes do uso efetivo da solução é necessária a calibração do aparelho para que o *software* identifique com mais precisão a posição do olho analisado.

O jogo *Pong* disponibilizado pelo *EyeWriter* é voltado para o treino dos olhos, para que posteriormente a mesma interface física e lógica seja utilizada para escrever e desenhar utilizando os olhos. Como este objetivo está próximo ao proposto pelo projeto geral temático, o *EyeWriter* havia sido anteriormente identificado como potencial de uso. Porém vale reforçar que o jogo *Pong* disponibilizado no *EyeWriter* é para a prática do uso do *eye track* e não seu objetivo final.

Ao demonstrar o jogo sendo utilizado com os olhos, a Profa. Ana Amália e Profa. Fabiana se interessam pela opção e concordaram que, de todas as que havia levado, o *Pong* seria mais adequado e envolvente para os alunos devido, principalmente, à sua simplicidade e facilidade de uso. O pequeno número de elementos na tela, e o controle exclusivamente horizontal foram as características mais atraentes. Como havia pouco tempo restante de aula, na ocasião apenas dois alunos tiveram oportunidade de testar o jogo, porém agendamos para a semana seguinte uma sessão exclusiva para que todos pudessem experimentar o *Pong*. Foi desta forma que, de maneira rizomática, um novo caminho surgiu através dos testes com o *Kit Facilita*, sugerindo pistas de suas possibilidades, e se tornou cada vez mais intenso.

Na semana seguinte, como agendado, voltei para a entidade, onde os alunos e a Profa. Dra. Ana Amália aguardavam para continuarmos os testes. Preparei o equipamento e organizamos o revezamento dos alunos para que todos pudessem experimentar o jogo. Nas primeiras duas semanas de testes não estipulei limitadores de tempo ou pontuação, apenas observei os alunos no uso da interface, avaliando as necessidades individuais e comuns, bem como suas diversas reações durante o jogo.

No primeiro dia de testes, alguns alunos conseguiram efetivamente jogar, rebatendo a bola, enquanto outros tiveram dificuldade de controlar pelo olho pois perdiam a atenção. Havia ainda outras situações em que, devido principalmente aos movimentos involuntários da cabeça, era necessária a reca libração constante do sistema. A Profa. Dra. Ana Amália também se mostrou interessada em jogar, como demonstra a Figura 8 – Profa. Dra. Ana Amália durante ajustes finos para jogar *Pong*, no momento em que estou fazendo ajustes finos na visão computacional para melhorar a captura de imagens pelo sistema.

**Figura 8** – Profa. Dra. Ana Amália durante ajustes finos para jogar *Pong*



Fonte: Elaborada pelo autor

Como os alunos e professores demonstraram interesse em continuar com os experimentos do jogo, agendamos visitas semanais durante o mês de novembro e início de dezembro de 2015, momento em que evoluímos as condições de testes, incluindo inicialmente restrições de tempo e marcações de pontuação cada vez que o aluno rebatia a bola.

Assim, os alunos e professores tiveram oportunidade de jogar *Pong* durante todo o mês, toda terça-feira, conforme apresentado em: Figura 9 – Da esquerda para direita: M. enquanto joga, Profa. Fabiana, e aluno J. observando o jogo; Figura 10 – Aluno M. jogando Pong enquanto Profa. Fabiana (ao fundo) anota o placar; Figura 11 – Da esquerda para direita: alunos J. e A., Profas. Y. e Fabiana, e aluno M. jogando.

**Figura 9** – Da esquerda para direita: M. enquanto joga, Profa. Fabiana, e aluno J. observando o jogo



Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 10** – Aluno M. jogando *Pong* enquanto Profa. Fabiana (ao fundo) anota o placar



Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 11** – Da esquerda para direita: alunos J. e A., Profas. Y. e Fabiana, e aluno M. jogando



Fonte: Elaborada pelo autor

A partir da terceira semana de testes, decidi intervir na dinâmica do jogo, sem alteração sistêmica, por notar o cansaço físico dos alunos durante a atividade. Convidei os professores a testarem também o jogo, como por exemplo na Figura 8 – Profa. Dra. Ana Amália durante ajustes finos para jogar *Pong*. Todos notaram que o jogo apesar de simples não era fácil, pois exigia muita concentração e controle ocular para atingir a meta, ou seja, rebater a bola. Isso exigiu que algumas ações de intervenção sistêmica fossem realizadas para melhorar a experiência.

Outro acontecimento que destaco ocorreu a partir da terceira semana e foi a base da percepção do novo caminho que estava sendo trilhado: a forma com que a turma passou a me recepcionar. Diferentemente do primeiro e segundo encontros em que os alunos me recebiam com pouco ou nenhum entusiasmo, a partir da terceira semana passei a ser recebido com notável felicidade pela turma. Assim que me viam os alunos simplesmente começavam a gritar: “Hoje tem *video game!*”.

Digo que a recepção foi fundamental para identificar o surgimento de novas perspectivas de pesquisa no projeto pois o entusiasmo da turma me fez refletir o real motivo dessa atitude, já que era um jogo tão simples. Assim percebi que, devido às limitações motoras e cognitivas dos alunos, estes nunca tinham jogado nenhum tipo de *video game* até então. Apesar de ser algo comum para crianças na mesma idade, estes alunos não haviam tido outra oportunidade, principalmente devido às suas restrições fisiológicas. Porém, com o passar dos testes notei que, mais importante do que a novidade de jogar *video game*, o que realmente diferenciava esta atividade de outras era o fato de que no momento do jogo eles eram independentes.

Em outras palavras, para um indivíduo que depende de outras pessoas para as coisas mais simples do dia-a-dia, ter a oportunidade de ser autônomo, mesmo que por pouco tempo e em um jogo tão simples, é algo que pode ter grande valor. É um momento raro em que podem expressar suas próprias decisões para superar obstáculos e estavam dispostos a suar por isso, literalmente, inclusive era notável a frustração quando não conseguiam atingir sua meta de rebater a bola. Outras vezes, nem se importavam em perder a bola para experimentar a possibilidade de escolher não rebatê-la.

Então, para melhorar a experiência do jogo, reduzir o esgotamento físico e criar uma dinâmica participativa do grupo, passei a abordar a competição entre os jogadores. Para isso, cada aluno passou a jogar por 5 minutos e sua pontuação, com base em quantas vezes rebatia a bola era anotada pela Profa. Fabiana.

No final da aula contabilizávamos para identificar o vencedor do dia, conforme ilustrado na Figura 12 – Placar de jogo realizado no final de novembro de 2015 e anotado pela Profa. Fabiana (aluno e pontuação): A.: 21; D.: 25; J.: 19; M.: 26; H.: 15; T.: 9. Tal dinâmica criou novas relações entre os alunos e o próprio jogo. Além das brincadeiras sobre quem era o melhor jogador, os alunos passaram se

estimular e a trocar sugestões sobre como jogar para que o colega melhorasse sua pontuação.

**Figura 12** – Placar de jogo realizado no final de novembro de 2015 e anotado pela Profa. Fabiana (aluno e pontuação): A.: 21; D.: 25; J.: 19; M.: 26; H.: 15; T.: 9.

A	21
D	25
J	19
M	26
H	15
T	09

Fonte: Elaborada pelo autor

Assim, as atividades de pesquisa com o jogo passaram a fazer parte da rotina semanal, e novos caminhos voltaram a emergir do processo. Como as competições, apesar de divertidas, passaram a ficar mais sérias, identifiquei com as observações que alguns elementos do próprio jogo dificultavam a dinâmica, como por exemplo a velocidade com que a bola surgia ou ainda a cor que era utilizada com pouco contraste em relação ao fundo, sendo praticamente impossível de ser enxergado algumas vezes.

Constatee ainda algumas semelhanças entre os alunos durante o jogo. Dentre as semelhanças, destaco:

- Demonstravam muito interessados em jogar.

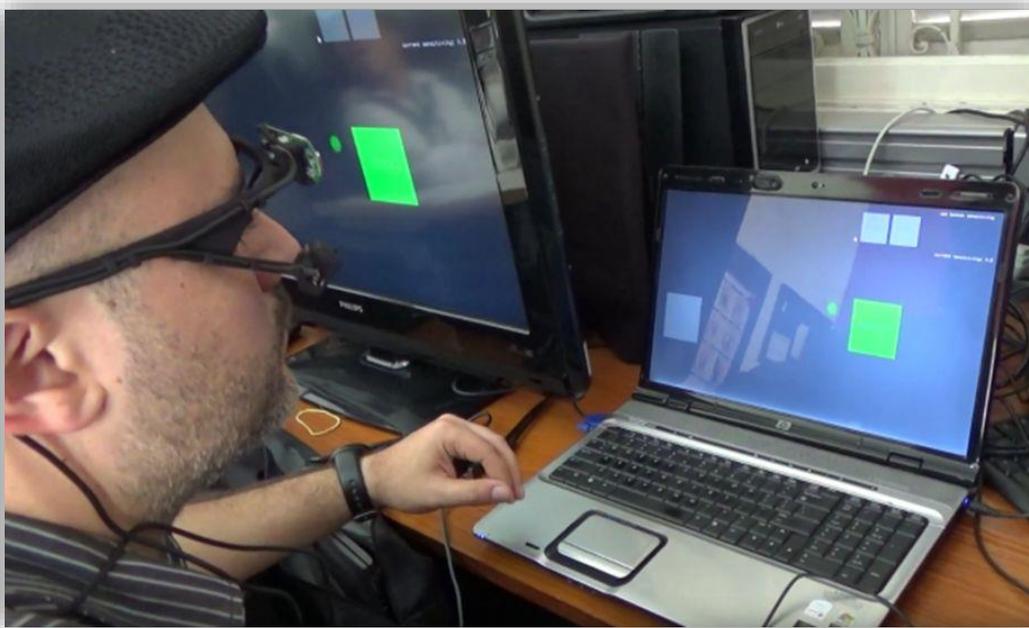
- Cansavam do jogo e apresentavam fadiga física ao jogarem por aproximadamente 10 minutos.
- Inicialmente tinham certa dificuldade em jogar pois o indicador de leitura da pupila chamava muita atenção.
- Vencida a dificuldade inicial, todos conseguiam controlar o jogo através do olho, com variação na precisão do controle.
- Os alunos tinham reação muscular ao atingir o objetivo do jogo (rebater a bola), assim como os jogadores sem restrições reagem.

Identifiquei também divergências dos alunos durante a ação de jogar:

- Havia divergência em qual seria o melhor olho para jogar, pois 3 alunos prefeririam jogar com o olho esquerdo. Entretanto todos jogaram com o olho direito pois o *Pupil* que utilizamos não possibilita alterar a posição da câmera que faz a leitura da pupila.
- Três alunos tinham mais facilidade em enxergar com a cabeça inclinada para baixo ou para o lado.
- Três outros alunos tinham movimentos involuntários da cabeça, o que dificultava o jogo.
- Dois alunos perceberam que poderiam melhorar sua performance ao controlar também com pequenos movimentos da cabeça.

Atuando diretamente neste caminho de pesquisa, que emergiu do subprojeto e com os objetivos de oferecer oportunidades de expressão pela autonomia e superação de obstáculos no jogo, apliquei técnicas de balanceamento e polimento no *Pong*. Para isso, reescrevi partes do código com ajustes nas cores das bolas, bem como a velocidade de sua movimentação. Durante os testes finais de 2015 fiz ainda alguns testes regressivos para avaliar o impacto da reescrita outras partes do *EyeWriter*, conforme ilustra a Figura 13 – Testes após refatorar parte do jogo *Pong*. O código final proposto está disponível no APÊNDICE A: Trechos do código final proposto para a classe *pongScene.cpp* do *EyeWriter*.

**Figura 13** – Testes após refatorar parte do jogo *Pong*



Fonte: Elaborada pelo autor

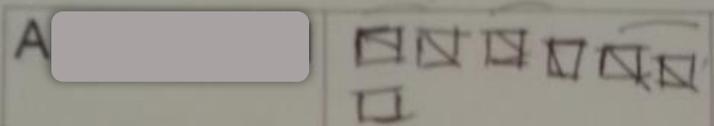
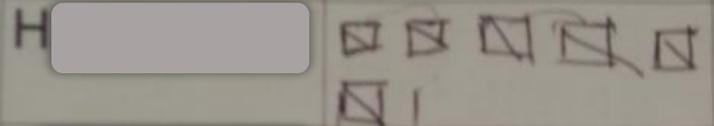
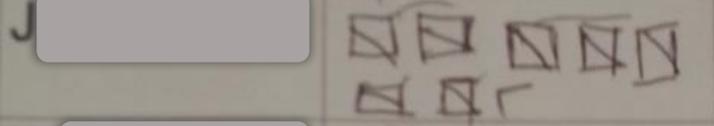
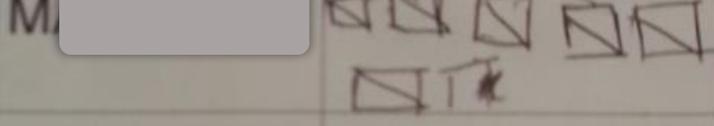
Apesar da simplicidade dos ajustes nas cores e velocidades do jogo, diversas vezes, entre a alternância de jogadores, novamente intervia no equipamento, tanto no *Eye Track Pupil* quanto no jogo *Pong* para ajustá-los de acordo com as características individuais de cada aluno. Fiz ainda outras modificações e testes próprios entre o fim das aulas em dezembro de 2015 e fevereiro de 2016.

Na volta das aulas em fevereiro de 2016 foram retomados os testes com o *Pong*. A Figura 14 – Placar de jogo realizado em fevereiro de 2016 e anotado pela Profa. Fabiana (aluno e pontuação): A.: 34; H.: 31; J.: 37; M.: 32, mostra as anotações feitas no primeiro teste de 2016. Os alunos D. e T. deixaram a instituição Nosso Sonho e por isso não participaram destes testes. O engajamento dos alunos pela atividade de superação de desafios através do jogo apresentou progressão

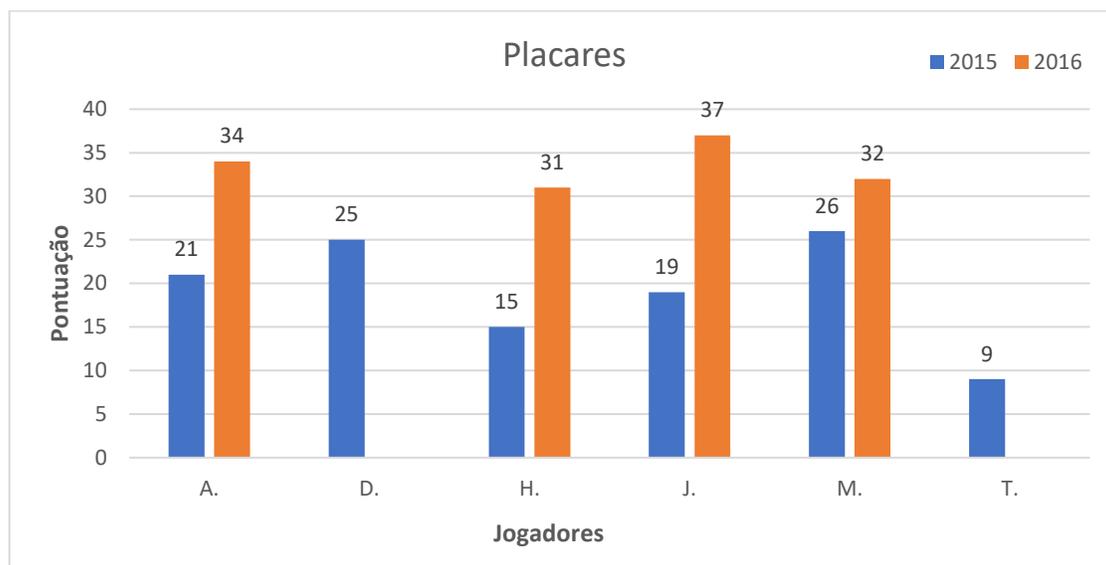
relevante, pois em 2016 havia disposição para voltar ao *Pong* e ter desafios maiores a serem ultrapassados.

Todos os alunos que participaram dos dois testes tiveram resultados melhores na segunda rodada de testes, demonstrando que haviam progressivamente aprimorado sua capacidade de controlar o jogo, conforme representado na Figura 15 – Comparativo de placares entre novembro de 2015 e fevereiro de 2016. O interesse por esta atividade lúdica foi tão grande que os equipamentos foram deixados com a Profa. Dra. Ana Amália para que pudesse continuar aplicando-a, independentemente do grupo de pesquisa.

**Figura 14** – Placar de jogo realizado em fevereiro de 2016 e anotado pela Profa. Fabiana (aluno e pontuação): A.: 34; H.: 31; J.: 37; M.: 32.

A		34 2º
H		31 4º
J		37 1º
M		32 3º

Fonte: Elaborada pelo autor

**Figura 15** – Comparativo de placares entre novembro de 2015 e fevereiro de 2016

Fonte: Elaborada pelo autor

A integração do aparelho *Eye Track Pupil* com jogo *Pong* do *EyeWriter* se mostrou eficiente, permitindo que indivíduos com restrições físicas e cognitivas tivessem independência e autonomia para jogar *Pong*, criando inclusive competições internas em busca da melhor pontuação. Estas atividades possibilitaram ao público-alvo ter determinado controle sobre o mecanismo, e experimentarem jogos digitais, até então inéditos para as mesmas, sem depender de movimentos físicos finos.

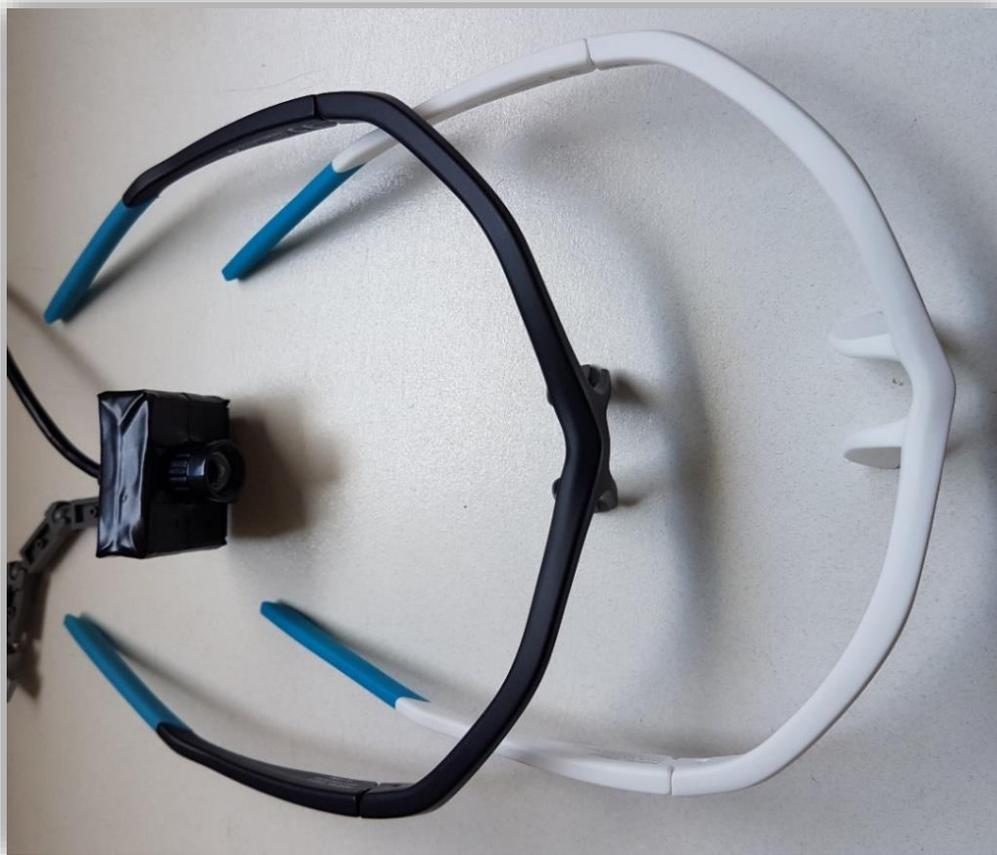
Entretanto, ainda havia um ponto a ser atacado. O *Eye Track Pupil* custa por volta de €800,00 (oitocentos euros, aproximadamente R\$3.000,00 – três mil reais na cotação de 3.86 Real por Euro em 11 de novembro de 2017), o que inviabiliza seu uso no contexto de tecnologias assistivas no Brasil. Por este motivo, busquei identificar opções de baixo custo para substituir o *Eye Track Pupil* e obtive êxito utilizando armações de óculos comuns para crianças e adultos com webcam de baixo custo (aproximadamente R\$80,00 – oitenta reais), além da flexibilidade de

utilizar o sistema com qualquer um dos olhos, conforme apresentado na Figura 16 – Armações de óculos para crianças e adultos e webcam para uso com *EyeWriter*.

Fiz ainda outros testes utilizando o *software Processing* (2017), criado para ensinar os fundamentos básicos de programação num contexto visual. A plataforma evoluiu para uma ferramenta de desenvolvimento profissional e atualmente existem muitos estudantes, artistas, *designers*, pesquisadores e amadores que utilizam o *Processing* para aprendizagem, realização de protótipos e produção. Por ser um software livre, pode ser utilizado sem custo e permite desenvolver sistemas interativos para 2D, 3D, realidade aumentada e mapeamento de imagens. Foi desenvolvido para ser executado em diferentes plataformas e possui várias bibliotecas para estender as funcionalidades principais do *software*. Devido à sua disponibilidade e potencial de aplicação, o *Processing* é uma ferramenta aderente às necessidades do projeto, porém não pode ser devidamente explorado no momento, já que a atenção foi voltada para o jogo *Pong* previamente desenvolvido.

No final dos experimentos e observações desta pesquisa, em fevereiro de 2016, a revista Unesp Ciência, em sua edição de número 71, publicou em matéria de capa um artigo a respeito dos projetos relacionados, (UNESP, 2017). A Unesp Ciência produziu também um programa sobre o assunto, disponibilizado pela TV Unesp (2017).

**Figura 16** – Armações de óculos para crianças e adultos e webcam para uso com *EyeWriter*



Fonte: Elaborada pelo autor

Tive ainda a oportunidade de construir outros protótipos na intenção de melhorar a interação da Profa. Dra. Ana Amália com seu computador pessoal. Neste sentido construí um equipamento utilizando sensor muscular *MyoWare* (2017) integrados com uma placa *Arduino* (2017), uma plataforma eletrônica aberta, para disparo de ação no *software* assistivo ACAT (INTEL LABS, 2017). O *software* do protótipo está disponível no APÊNDICE B: *Software* de comandos com *Arduino* e sensor muscular *MyoWare*, enquanto o equipamento físico encontra-se no APÊNDICE C: *Hardware* de comandos com *Arduino* e *MyoWare*.

Entretanto, durante os testes com a Profa. Dra. Ana Amália o protótipo mostrou-se ineficiente para identificar o movimento muscular e disparar a tecla

esperada pelo ACAT. Neste contexto, criei um protótipo de interface para que o *Arduino* dispare a tecla de ação assim que a Profa. Dra. Ana Amália acionar o botão que usa atualmente como gatilho em seu computador. O *software* do protótipo está disponível no APÊNDICE D: *Software* para controle do ACAT com tecla F12, e o equipamento para integração com o botão encontra-se no APÊNDICE E: *Hardware* para controle do ACAT com *Arduino*.

Analisei outros diversos aplicativos e aparelhos para perfis com variadas limitações, sendo possível avaliar e aprimorar os aspectos do *design* de interação em diferentes momentos. A prototipação permitiu que problemas fossem rapidamente identificados e puderam ser corrigidos, ou descartados quando a correção se mostrava inviável. Devido à complexidade do contexto de aplicação do projeto, e considerando a quantidade e diversidade dos elementos e suas relações, apliquei a abordagem de *design* rizomática para desenvolvimento de *software* embasado em técnicas de especulação, prototipação e testes, com intervenção contínua por parte do pesquisador/cartógrafo/*designer*, sem separação entre objeto e observador.

A avaliação dos processos e resultados da pesquisa envolvendo *design* de interação e balanceamento de jogos digitais que realizei foi baseada no Método Cartográfico discutido no Capítulo 2 - MÉTODO CARTOGRÁFICO, a partir dos dispositivos propostos como mecanismo de aplicação prática da metodologia.

#### 4. AVALIAÇÃO DE RESULTADOS PELA PERSPECTIVA CARTOGRÁFICA

Neste capítulo apresento a avaliação dos resultados obtidos pelo processo de *design*, considerando o caminho trilhado a partir dos experimentos realizados na entidade filantrópica, até intervenções de balanceamento e polimento do jogo *Pong*. Não serão considerados os objetivos do projeto anterior *Kit Facilita*, nem das possíveis ramificações que surgiram a partir dos experimentos relatados no Capítulo 3 - A EXPRESSÃO ATRAVÉS DE INTERFACES ASSISTIVAS E JOGOS DIGITAIS. Trata-se de avaliar os resultados que obtive desde a identificação de possíveis objetivos de oferecer uma interface que oferece ao grupo de foco a expressão pela autonomia na tomada de decisões, até as melhorias que realizei no protótipo.

O histórico do projeto evidencia a complexidade envolvida. Mesmo mantendo o foco na expressão e autonomia por meio do *design* de interação, os objetivos, assim como processos, interfaces e *softwares* utilizados no *design* emergiram e foram reorganizados dinamicamente na problematização e elaboração de propostas de solução. Neste sentido, o estudo desta pesquisa feito por meio do Método Cartográfico de Deleuze e Guattari se mostra oportunamente convergente com o processo de *design*, por terem a capacidade de seguir objetivos ocultos no início do projeto. Portanto, para a avaliação aplico os dispositivos que sugeri como dispositivos de apoio no Capítulo 2 - MÉTODO CARTOGRÁFICO:

- Valores:
- Significar
- Abstrair
- Princípios:
- Decompor
- Relacionar
- Práticas:
- Especular
- Estruturar

## **4.1. Valores**

Este dispositivo é voltado para a justificativa do objeto de estudo identificado. Através desta análise argumento o embasamento para atividades que serão realizadas a seguir e servirão para o desenvolvimento da pesquisa. Neste projeto a justificativa é fundamentada na propiciação de uma interface assistiva capaz de oferecer ao público-alvo oportunidade de se expressar de maneira autônoma na tomada de decisões e progressivamente superar desafios.

### **4.1.1. Significar**

Os significados criados pela pesquisa se destacam pela forma com que afetam seus usuários, e também pela influência em seu próprio ambiente. Para aqueles que possuem severas limitações físicas ou intelectuais, como é o caso, terem experiências que aparentemente estavam fora de seu alcance tem um impacto relevante.

As possibilidades de expressão pela tomada de decisões voluntárias e a relativa autonomia e progressão individual e coletiva dos usuários, neste contexto, são os pontos de maior significância. Possibilidades de novas relações com seu grupo e com equipamentos tecnológicos se abrem a partir das experiências propiciadas pela interface assistiva articulada com o jogo *Pong*. A independência no controle da situação contradiz a condição de restrições físicas e cognitivas as quais o grupo está limitado, criando assim uma brecha no espectro de atuação dessas pessoas, expandindo sua multisensorialidade e permitindo outra forma de expressão.

O interesse do público-alvo em praticar esta atividade lúdica, bem como a progressão da autonomia observada pela contagem de pontos são pistas de que este tipo de experiência pode trazer diferentes realizações e criar condições de

atuação para indivíduos que possuem restrições graves. As práticas as quais o grupo teve oportunidade de realizar abrem perspectivas a cada indivíduo e ao pesquisador por exercitarem a força de vontade e a reflexão a respeito de suas decisões. Os alunos foram ainda estimulados a progressivamente se apoiarem e desafiarem na busca da progressão de suas ações. Existem assim, possibilidades de criar novas perspectivas de interação ao perceberem que são capazes de se expressar, tomar decisões e arcar com os riscos e se beneficiar com os frutos de seu livre arbítrio.

O significado construído pelos usuários que participaram da pesquisa vai além da estética imagética ou sonora, sendo fortemente baseada na vivência, expressão e poder de decisão em situações que dificilmente seriam experimentadas sem apoio tecnológico adequado. Neste sentido, a maior relevância não é o refinamento da qualidade dos elementos de interação, mas a possibilidade de interagir e controlar um mecanismo sem os movimentos finos comumente necessários para tal.

Assim, os jogos digitais, por serem uma combinação de diversas formas de expressão visual e sonora articuladas pela interação lúdica, se mostram como ferramenta considerável para a expressão individual deste público através de interfaces assistivas.

A significância aplicada como dispositivo do método cartográfico foi útil na problematização e elaboração de soluções, levantamento de hipóteses, propostas e identificação de resultados durante minhas intervenções em tempo de realização do processo de pesquisa. A justificativa elaborada pela significação oferece argumentos suficientes para o desenvolvimento da pesquisa.

#### 4.1.2. Abstrair

Ao imergir no universo lúdico do jogo, o jogador abstrai a própria realidade, onde está sujeito a determinadas restrições e passa a habitar temporariamente um mundo em que as condições são completamente diferentes. As condicionantes entre os mundos são tão divergentes que a abstração se mostra como dispositivo relevante para sua análise. O foco se desloca do domínio limitante da realidade para o campo da emancipação dentro do jogo.

No âmbito conceitual, as limitações as quais o grupo está restrito não são transportadas para o jogo, se abstraem e são desconsideradas pelo próprio jogador. Ao vestir o equipamento e jogar, o usuário fica condicionado às regras sistematizadas do jogo, que passam a ser mais valorosas e consideráveis do que o mundo real naquele momento. A dependência constante de auxílio em atividades é tomada pela autonomia do indivíduo no jogo, para tomada de decisões e os resultados que podem surgir a partir daí. O jogador passa a se expressar pela autonomia no controle de suas ações, podendo experimentar os efeitos de seu livre arbítrio.

Para a criação dos protótipos considerei apenas as características e funções que pudessem ser aplicadas, sendo descartadas provavelmente a maior parte das soluções já prontas. A abstração me possibilitou encapsular a complexidade após as validações feitas com os protótipos, desconsiderando-a. Assim foi possível desprezar questões que eram desnecessárias para o objetivo no momento, migrando o foco para as demandas prioritárias do *design*.

Na perspectiva do processo de pesquisa, a abstração me permitiu observar as possibilidades de aplicação tecnológica sem necessariamente imergir nos detalhes técnicos. Inúmeros *softwares* e *hardwares* foram experimentados e utilizados nos diferentes protótipos e testes envolvidos neste trabalho. Abstrair me permitiu desatentar para detalhes e também fazer o caminho oposto, atuando nas minúcias tecnológicas para potencializar o projeto como um todo, como ocorreu no

polimento do jogo ao intervir na velocidade e cor da bola com foco em melhorar a experiência dos jogadores-usuários.

Além da abstração dos componentes tecnológicos envolvidos, apliquei o conceito em outras dimensões da pesquisa, tais como público alvo, objetivos e caminhos a serem trilhados. Tanto no sentido conceitual quanto dos processos e produtos envolvidos na pesquisa, a abstração demonstra que os elementos mais relevantes são adequadamente considerados no momento oportuno, apoiando o decurso da atenção flutuante do cartógrafo.

#### **4.1. Princípios**

Este dispositivo é voltado para a avaliação das particularidades dos meios utilizados para realização da pesquisa, com base nas justificativas levantadas no dispositivo anterior. Através desta análise exponho os delineamentos que utilizei para promover a experiência da expressão pela autonomia e progressividade na tomada de decisões. Neste projeto, assim que os objetivos emergiram e a justificativa se tornou relevante, procurei identificar os principais elementos que deveriam ser trabalhados para atingir metas de usabilidade e *design* de interação coerentes para que o usuário pudesse ter a melhor condição para se expressar através de decisões autônomas.

##### **4.1.1. Decompor**

A avaliação de possíveis soluções foi fundamental para encontrar as melhores opções de uso de cada uma. Ao verificar os detalhes de cada elemento busquei decompor suas partes em busca de nova contextualização de seus usos. Os elementos envolvidos na complexidade do projeto puderam ser devidamente organizados após a atomização. Isso envolve o processo, objetivos, restrições,

ferramentas e artefatos utilizados durante o *design*, pois sua relação é íntima. Algumas decomposições mantiveram sistemas íntegros, enquanto outros foram até um baixo nível, como códigos fonte que permitiram gerenciar comandos lógicos analógicos e digitais.

Na perspectiva estética, dois projetos distintos: *Pupil* e *EyeWriter*, foram decompostos e utilizei apenas os elementos de maior relevância para o objetivo da pesquisa. Dentro de cada componente selecionado desses projetos busquei ainda as partes essenciais que pudessem convergir na mesma intenção. Depois que os resultados surgiram pela experiência dos usuários, investiguei ainda outros elementos que decompostos poderiam substituir as partes que estavam em uso, porém são inviáveis para a replicação do projeto, no caso a utilização de armações e câmeras de baixo custo para repor o *Pupil* que tem alto custo.

No aspecto de superação de desafios procurei identificar as partes mais relevantes para tornar a tomada de decisões dinâmica e imprevisível. O jogo *Pong* foi uma parte decomposta de toda a solução *EyeWriter* e utilizada especificamente para oferecer a autonomia e expressão pela tomada de decisões, enquanto descartei o software *Pupil* e utilizei apenas o aparelho de *eye track*.

A progressão dos desafios a serem enfrentados ocorreu dentro e fora do próprio jogo, já que foram incluídas dinâmicas que restringiam o tempo de uso e a contagem dos pontos. Durante as observações das ações de jogar dos usuários, identifiquei elementos físicos e digitais em que poderia intervir para favorecer a experiência em busca do objetivo especificado. Posteriormente, foram realizadas atividades de balanceamento e polimento específicos do jogo para adequá-lo ao perfil jogador.

Assim, destaco que a dissociação pode ser aplicada em diferentes níveis, dentro do mesmo processo de *design*, de acordo com o objetivo em questão. A decomposição dos elementos foi um dispositivo de relevância no processo cartográfico por permitir que a investigação, através da atenção flutuante, imergisse

e emergisse na complexidade quando necessário. A perspectiva fragmentada ou conjunta me apoiou como cartógrafo na identificação de situações rizomáticas entre partes de um elemento em relação a outras partes ou outros sistemas inteiros. Além disso, ao decompor surgiram rizomaticamente novos caminhos a serem seguidos dentro do próprio objeto decomposto.

#### **4.1.2. Relacionar**

As relações ocorrem constantemente no Método Cartográfico da mesma forma que caminhos se mostram em um mapa. Ao relacionar partes para construir o todo, outras perspectivas de características complexas surgem. Utilizei os elementos anteriormente decompostos e baseado na abstração e, assim, pude ressignificar as partes e conseqüentemente sua completude.

Integrei os elementos decompostos em baixo nível com outros sistemas também decompostos. A relação ocorreu tanto na combinação do aparelho *Pupil* com o jogo *Pong EyeWriter* quanto na combinação da progressão individual do jogo com a dinâmica de marcação de tempos e pontuação. A conexão entre partes de sistemas diferentes permitiu-me identificar novas possibilidades a serem consideradas para atingir o objetivo em questão. Avaliei as possibilidades em relação às limitações de cada usuário, o que facilitou a definição de critérios para priorizar os protótipos.

Conceitualmente, intervi na pesquisa relacionando elementos de jogos sistematizados no *Pong* com dinâmicas de grupos ao propor competições. Na ocasião não havia necessidade que o próprio sistema controlasse o tempo e pontuação dos jogadores, o que foi feito manualmente com auxílio da Profa. Fabiana. Porém a relação digital do jogo com a ação manual de anotações permitiu o desenvolvimento dos campeonatos, criando novas relações de colaboração e competição entre os alunos. Notei ainda a possibilidade de novas relações que

poderiam ser criadas ao organizar alunos em grupos e propor desafios progressivos com menos tempo para jogar, aumento na velocidade e diminuição do tamanho da bola no jogo.

Neste sentido, o dispositivo de relacionamento é de relevância para o Método Cartográfico na pesquisa, pois me permitiu identificar pistas da maneira com que as linhas ou caminhos rizomáticos se organizavam. Estes, que emergem durante o processo de *design*, se relacionam quando há momentos de convergência, divergência ou tensão, se conectam ou se evitam, esclarecendo o caminho e algumas vezes o destino. O ato de relacionar oferece ao cartógrafo a perspectiva de integrar os caminhos para que possa seguir sua caminhada na pesquisa.

#### **4.1. Práticas**

Este dispositivo é voltado para elementos utilizados na instrumentalização dos Princípios para atender aos Valores anteriormente definidos. No contexto do Método Cartográfico, busca oferecer meios para realização efetiva das atividades necessárias com foco em atingir o objetivo pretendido. Envolve entender quais são os componentes que suportam o projeto de pesquisa em si, sua identificação e organização. Não considera apenas incluir novos caminhos no processo, mas também registrar caminhos passados. Neste projeto, está relacionado com as técnicas e práticas que utilizei, bem como as tecnologias aplicadas para a criação dos ambientes de interação.

##### **4.1.1. Especular**

A especulação foi a ação que me permitiu criar imediatamente um caminho rizomático da pesquisa, logo nos primeiros encontros com os alunos. Das

várias opções que tinha disponíveis no momento, poucas resistiram às limitações motoras e cognitivas do público-alvo.

Ao identificar o caminho emergente pela especulação, mesmo que este não estivesse claro, pude direcionar a atenção para as possibilidades que surgiram. Foi desta forma que uma brincadeira com o jogo *Pong* se tornou um campeonato com características colaborativas e competitivas. Do interesse explicitado pelos alunos em jogar desdobrou a compreensão a respeito da experiência inédita de expressão por meio da autonomia na tomada de decisões que estavam sendo sujeitos.

As possibilidades de *design* foram investigadas, por um lado, considerando variadas tecnologias disponíveis para interação com equipamentos computacionais, e por outro, limitadas pelas características dos usuários. A utilização de elementos foi direcionada então para atender às limitações e criar novas experimentações, nem sempre tendo qualquer meta final diferente da própria especulação. Aparelhos e *softwares* foram especulados na aplicação para outras finalidades, criando possibilidades que se tornaram base para a evolução do *design*. Especular o uso do *Pupil* com o jogo do *EyeWriter* foi o gatilho para a percepção do novo rumo a ser seguido.

Pela perspectiva Cartográfica, a especulação se mostrou como relevante dispositivo para identificação de novos caminhos que podem ser seguidos, oferecendo inclusive um breve ou longo trilhar para avaliar suas condições. Pela especulação tive a oportunidade de intervir constantemente em sua pesquisa, estimulando sua condição de integralidade com o objeto de estudo, sem obrigatoriamente atingir uma meta.

#### 4.1.2. Organizar

A reorganização constante dos elementos, com inclusão e retirada de componentes e relações, permitiu que as partes funcionassem coordenadamente para o objetivo de *design*. Existem diversas ramificações do projeto para serem exploradas, e a organização torna-se fundamental para que exista certa coerência em busca do objetivo definido.

Após extrair do processo possibilidades de intervenção, inicialmente organizei os elementos conceituais, físicos e digitais com o intuito de atender ao objetivo identificado, ou seja, criar oportunidades de expressão através da autonomia na tomada de decisões. Foi através dessa atividade que configurei outros equipamentos para a Profa. Dra. Ana Amália para uso na entidade e posteriormente construí um aparelho utilizando armações e câmeras de baixo custo.

A organização das atividades de testes em competições foi uma intervenção conceitual substancial que realizei na criação de significados do projeto por tramar as relações de colaborações e competições alcançadas. Esta articulação permitiu que os dados dos testes devidamente capturados com apoio da Profa. Fabiana fossem tabulados e pudessem ser avaliados quantitativamente. Neste sentido a planificação dos resultados observados e capturados foram os insumos para que intervisse em elementos do próprio jogo durante o processo, procurando melhorar a experiência de interação e também criasse um equipamento físico de baixo custo e mais flexível que pudesse ser usado em qualquer um dos olhos do jogador.

Foi com base neste conceito de organização que publiquei o código fonte adaptado considerando as possibilidades de melhoria identificadas e realizadas, para que outros pesquisadores e interessados possam usufruir dos resultados obtidos no trilhar deste caminho, assim como fizeram as equipes do *Pupil* e *EyeWriter*. O valor de pesquisas com características assistivas como esta, está

relacionado com sua apropriação, e por este motivo seria improdutivo não oferecer o retorno para a comunidade.

Do ponto de vista do Método Cartográfico, a organização se mostra pertinente no contexto dessa pesquisa ao viabilizar a coordenação do conhecimento adquirido ou construído, bem como a elaboração de providências a serem tomadas. Além da perspectiva futura apoiada pelo planejamento, a organização oferece ao cartógrafo as condições para mapear sua pesquisa permitindo que outros trilhem os mesmos caminhos ou que encontre outras vias a partir do seu registro.

Enfim, os resultados que alcancei com base no Método Cartográfico aplicado ao protótipo interativo me permitem partir para as considerações finais a respeito da efetividade da interface oferecida bem como da metodologia aplicada.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto de pesquisa emergiu de forma rizomática a partir do subprojeto “*Criar sem Limitações: Arte e tecnologia*”, de coordenação da Profa. Dra. Ana Amália Tavares Bastos Barbosa, que por sua vez está dentro do projeto de pesquisa geral “*Interfaces Físicas e Digitais para as Artes: da Difusão à Inclusão*”, coordenado pela Profa. Rosangela Leote do Instituto de Artes da UNESP. Após acompanhamento dos testes realizados com a Profa. Dra. Ana Amália, fui convidado a realizar experimentos com seus alunos, adolescentes que possuem alto nível de limitações intelectuais e motoras. A intenção inicial era verificar a utilização da interface oferecida por um dos pesquisadores envolvidos no projeto através do *Kit Facilita* como facilitador de comunicação.

Porém, os contatos iniciais com o grupo em agosto e setembro de 2015 acabaram por desviar minha atenção como pesquisador para outras possibilidades de atuação com os alunos. Após descartar o uso do *Kit Facilita* e de outros equipamentos e aplicativos de acessibilidade, utilizei um jogo simples no estilo *Pong*, disponibilizado dentro do *software* assistivo *EyeWriter*. A partir das primeiras interações dos alunos com o jogo, sobressaiu o interesse destes pela atividade lúdica digital. É compreensível o entusiasmo dos alunos para jogar *video game*, algo comum na idade do grupo, porém raro naquele contexto devido às restrições fisiológicas a que estavam sujeitos. Porém, nas observações do grupo surgiu o ponto chave da pesquisa: o atrativo estava na oportunidade de expressão pela autonomia que os alunos tinham durante o jogo, momento em que possuíam liberdade para praticar seu livre arbítrio e tomar as próprias decisões, algo raro para indivíduos naquelas situações.

Dessa forma identifiquei a oportunidade de pesquisa alinhada aos objetivos que emergiram dos testes, voltada para a possibilidade criação de novas perspectivas de interação autônoma para aquele grupo de foco. Isto se deu através de uma interface acessível que permitisse a expressão pela autonomia na tomada

de decisões e ainda a reflexão a respeito dos seus efeitos. Voltei então minhas atenções para as intervenções que poderia realizar para melhorar a experiência em busca deste objetivo, baseado principalmente nas dificuldades coletivas e individuais que surgiam durante os testes com o jogo *Pong*.

Assim, entre outubro de 2015 e fevereiro de 2016, com base na observação da evolução dos testes e pelo *feedback* dos alunos, intervi diversas vezes nos elementos envolvidos na interface e no jogo propriamente dito. Em algumas situações fiz adaptações enquanto os jogadores eram alternados. Neste sentido, alterei pontualmente o código do jogo *Pong* em questão para aprimorar a experiência de sua interação, reduzindo a velocidade com que a bola era lançada para evitar que a bola surgisse com uma cor que não contrastasse com o fundo preto. Tais alterações pontuais foram importantes para melhorar a experiência do jogo, apoiando os alunos na progressão do controle da interface, conforme demonstrado no gráfico de pontuações de novembro de 2015 e fevereiro de 2016. Além disso, construí um equipamento de baixo custo para substituir o *Pupil*, tornando a solução mais acessível e flexibilizando seu uso para qualquer um dos olhos.

A progressão dos jogadores no uso da interface, conforme os dados coletados durante os testes, demonstra o interesse em superar desafios progressivamente. A partir do momento em que os alunos dominaram a utilização do jogo foi proposta uma dinâmica para provocar outras situações, através da limitação do tempo e contagem dos pontos cada vez que a bola era rebatida. O efeito alcançado foi uma sadia competição entre os alunos, criando um momento em que todos estavam interessados no andamento do jogo e compartilhavam sugestões para melhorar (ou não) a performance do jogador. Foi possível, então, oferecer ao grupo com restrições motoras e intelectuais um ambiente lúdico em que tinham liberdade para se expressar pela autonomia de ações. Podiam assim, refletir a respeito das decisões tomadas, contribuindo para estimular a superação progressiva de desafios, atividades raras para sujeitos nessas condições. Apesar

da intenção em oferecer uma interface amplamente utilizável, foram consideradas necessidades particulares dos indivíduos, exigindo adaptações para os problemas específicos de cada pessoa.

Por se tratar de uma pesquisa dinâmica, baseada no processo de design, porém sem metas pré-estabelecidas, o Método Cartográfico se mostrou aderente como metodologia de pesquisa alinhada às variações que surgiram no decorrer do trabalho, bem como no entendimento da intervenção direta minha como pesquisador no objeto de estudo. Tais características são intrínsecas do processo de *design* em que a problematização e elucidação são constantemente questionadas até se chegar a um ponto aceitável pelos envolvidos.

O Método Cartográfico aplicado como metodologia de pesquisa está voltado para o processo em si e não unicamente nos resultados ou produtos alcançados. Portanto, sua abrangência e possibilidades de aplicação tornam inviável aos autores, Deleuze e Guattari, definirem os dispositivos adequados para seu uso de maneira genérica. Neste sentido, defendo no trabalho o uso de dispositivos baseados em aspectos da tricotomia do Círculo de Ouro de Simon Sinek (2017, p. 20), articulados por conceitos dicotômicos relacionados com Arte, Tecnologia e *Design*: (1) Valores: Significar e Abstrair; (2) Princípios: Decompor e Relacionar; e, (3) Práticas: Especular e Organizar.

As aplicações dos dispositivos cartográficos que propus como forma de avaliação do projeto me suportaram no entendimento e detalhamento das motivações, meios e feitos da pesquisa. Foi possível, assim, verificar e validar por diferentes perspectivas as intervenções que realizei durante a pesquisa. Desta forma, os dispositivos se mostraram coerentes com a aplicação do Método Cartográfico no contexto de *design* de jogos e interação para o estudo proposto. Assim, poderiam ser aplicados também em outros estudos como dispositivos de pesquisa cartográfica no contexto de processos de *design*.

Tanto o código do jogo adaptado quanto os detalhes do equipamento construído foram disponibilizados abertamente na Internet para estimular a replicação ou continuidade das pesquisas. Entretanto, outras possíveis linhas para estudo surgiram antes, durante e depois que o caminho desta pesquisa emergiu, porém devido à relevância do estudo estas não puderam receber a devida atenção no momento.

Porém acredito que tanto o caminho desta pesquisa quanto os demais são dignos de dedicação e podem levar a importantes estudos. Entre estas destaco: (a) evoluir o jogo para que registre automaticamente o tempo e placar; (b) evoluir o jogo para permitir que dois jogadores possam jogar entre si; (c) desenvolver outro aparelho para controle do jogo através de movimentos grosseiros; (d) aprimorar a progressão do jogo através de fases; (e) oferecer opção para que o jogo seja disposto para controle vertical; (f) permitir que o jogador utilize um menu para escolher o nível de dificuldade, tamanho dos elementos, velocidade e cores mais adequadas para sua situação.

Enfim, constato que os caminhos mapeados pelo Método Cartográfico realmente não são pontos e sim linhas, que se tencionam, arrebentam, cruzam, curvam, encontram ou desencontram, bifurcam ou unem, convergem ou divergem, assemelham ou diferenciam, causam ou sofrem efeitos, estão em paralelo ou sobrepostos em um complexo mapa multidimensional. Portanto há a necessidade de dispositivos adequados para compreender e estimular tais relações em uma pesquisa baseada no Método Cartográfico.

No contexto desta pesquisa, voltada para a criação de uma interface que possibilitou indivíduos com graves restrições físicas se expressarem através da autonomia em um jogo digital, ampliando possibilidades para ensino de artes. Os dispositivos cartográficos propostos se demonstraram convenientes para desvelar a complexidade existente no processo de *design*, bem como os artefatos relacionados para tal finalidade.

## REFERÊNCIAS

ADVANCER TECHNOLOGIES. **MyoWare**. Disponível em:

<<http://www.advancertechnologies.com>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

ARAUJO, Daniel Paz de. **Testes do Kit Facilita com Profa. Dra. Ana Amália**.

Disponível em <<https://youtu.be/22e2k4lbhoA>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

ARAUJO, Daniel Paz de. **Testes do Kit Facilita**. Disponível em

<<https://youtu.be/88xpkTQdX6U>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

ARDUINO AG. Arduino. Disponível em <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

BEZA, O. **Gamification**: how games can level up our everyday life? Disponível em: <<http://www.cs.vu.nl/~eliens/create/local/material/gamification.pdf>>. Acesso em: 11 Nov. 2017.

BLISSYMBOLICS COMMUNICATION INTERNATIONAL. **Blissymbolics**.

Disponível em: <<http://www.blissymbolics.org>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

BROOKSHEAR, J. G. **Ciência da Computação**. Uma Visão Abrangente. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BÜRDEK, B. E.; VAN CAMP, F. **Design**: história, teoria e prática do design de produtos. São Paulo: Blücher, 2006.

BRASIL. **Lei n. 10.098, de 19 de dez. de 2000**. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF: 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l10098.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l10098.htm)>. Acesso em 11 Nov. 2017.

CASTI, J.; KARLQVIST, A. **Art and Complexity**. New York, NY: Elsevier, 2003.

COSTA, L. B. **Cartografia**: uma outra forma de pesquisar. Revista Digital do LAV, v. 7, n. 2, 8 ago. 2014.

DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **Mil Platôs**. São Paulo: Editora 34, 1995.

DIAS, C. **Usabilidade na Web** – criando portais mais acessíveis. Rio de Janeiro: Alta Books, 2003.

DUNNE, A.; RABY, F. **Speculative Everything**: Design, Fiction, and Social Dreaming. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2013.

FLUSSER, V. **O Mundo Codificado**. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

FOGLIA, Efrain. **Kit Facilita**. Disponível em: <<http://www.mobilitylab.net/facilita>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

GIANNETTI, C. **Estética Digital**. Sintopia da Arte, Ciência e Tecnologia. São Paulo: Com-Arte, 2006.

GIIP. **Grupo Internacional e Interinstitucional de Pesquisa em Convergências entre Arte, Ciência e Tecnologia**. Grupo de pesquisa do CNPq. Disponível em: <<http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5795715362566601>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta**. Um Processo de Melhoria Contínua. São Paulo: Nobel, 2003.

INTEL LABS. **ACAT - Assistive Context Aware Toolkit**. Disponível em <<http://01.org/acat>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Disponível em: <<http://www.ibge.org.br>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

LAURENTIZ, P. **A holarquia do pensamento artístico**. Campinas, Brasil: Editora da UNICAMP, 1991.

LOBACH, B. **Design industrial**: bases para a configuração dos produtos industriais. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LOWDERMILK, T. **Design Centrado no Usuário**. São Paulo: Novatec, 2013.

MARTINHO, C.; SANTOS, P.; PRADA, R. **Design E Desenvolvimento de Jogos**. Lisboa: FCA, 2014.

MCGONIGAL, J. **A Realidade em Jogo**. Rio de Janeiro: Best Seller, 2012.

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo**. São Paulo: Sulina, 2015.

NOT IMPOSSIBLE LABS. **EyeWriter**. Disponível em: <<http://www.eyewriter.org>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

NORMAN, D. A.; DEIRÓ, A. **O Design do Dia a Dia**. Rio de Janeiro: Rocco, 2006.

NORMAN, D. A.; DEIRÓ, A. **Design Emocional**. Rio de Janeiro: Rocco, 2008.

OSTROWER, F. **Criatividade E Processos De Criação**. Petrópolis: Vozes, 2009.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de Interação**. Além da Interação Homem-Computador. Porto Alegre: Bookman, 2013.

PASSOS, E.; KASTRUP, V.; TEDESCO, S. **Pistas do Método da Cartografia**. Porto Alegre: Sulina, 2009.

PORTUGAL, C. **Design, educação e tecnologia**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2013.

PROCESSING FOUNDATION. **Processing**. Disponível em <<http://www.processing.org>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

PUPIL LABS. **Pupil Eye Track**. Disponível em: <<http://www.pupil-labs.com>>.

Acesso em 11 Nov. 2017.

PUREDATA. **PureData**. Disponível em: <<https://puredata.info>>. Acesso em 11

Nov. 2017.

ROCHA, C. **Interfaces computacionais**. Florianópolis: Anpap, 2008.

ROCHA, H. V. DA; BARANAUSKAS, M. C. C. **Design e avaliação de interfaces humano-computador**. Campinas: Unicamp, 2003.

ROGERS, S. **Level Up**. Um Guia Para o Design de Grandes Jogos. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

SHELL, J. **A Arte De Game Design**. O Livro Original. São Paulo: Elsevier, 2010.

SILVEIRA, P. et al. **Introdução à Arquitetura de Design de Software**. São Paulo: Elsevier, 2011.

SINEK, S. **Por quê?** Como grandes líderes inspiram ação. São Paulo: Saraiva, 2017.

TOBII. **Tobii**. Disponível em: <<https://www.tobii.com>>. Acesso em 11 Nov. 2017

TV UNESP. **Unesp Ciência - edição 071: Neurociência**. Disponível em:

<<https://youtu.be/34FHgwYF7zQ>>. Acesso em 11 Nov. 2017.

UNESP. **Neurociência**. Edição 71. Disponível em

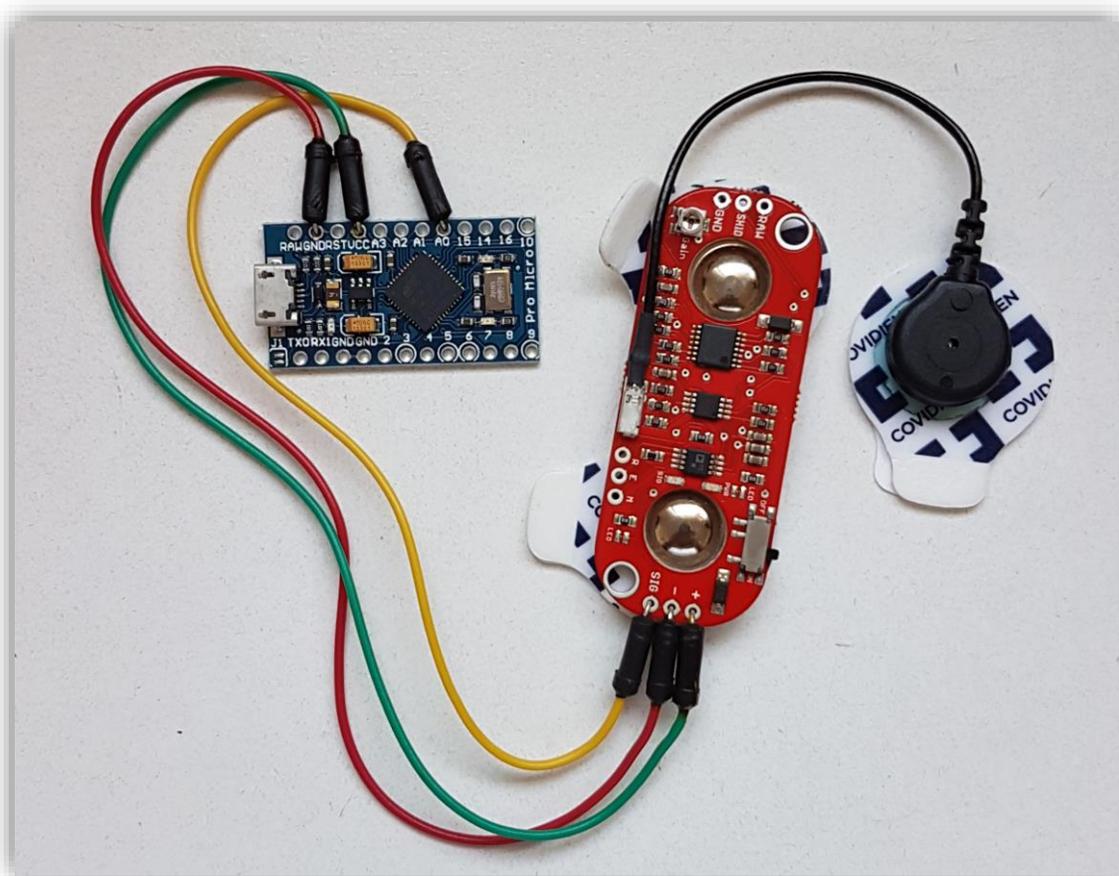
<<http://unespciencia.com.br/2016/02/01/edicao-71/>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

**APÊNDICE A: Trechos do código final proposto para a classe**  
***pongScene.cpp* do *EyeWriter***

```
1 //Disponível em <https://github.com/danielpaz/eyewriter-1/pulls>
2
3 //Color adjustment
4 void PongScene::reColor() {
5     rMod = ofRandom(50,255);
6     gMod = ofRandom(50,255);
7     bMod = ofRandom(50,255);
8 }
9
10 //Symmetric speed
11 ballVelocity.set(ofRandom(-5,5), ofRandom(-5,5));
```

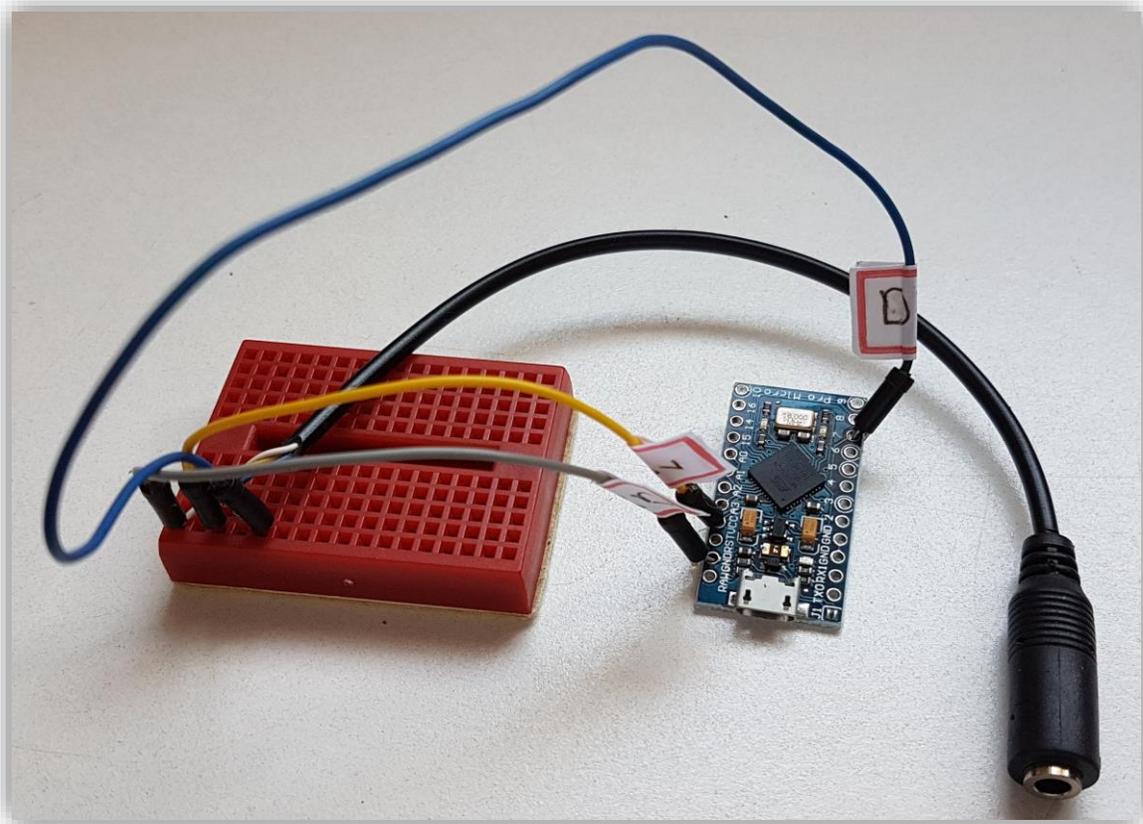
## APÊNDICE B: Software de comandos com *Arduino* e sensor muscular *MyoWare*

```
1 //https://github.com/danielpaz/assistivas/blob/master/myoware-potenc.ino
2
3 int onboardLED = 13; // Arduino onboard LED (pin 13) you can control
4 int voltageThreshold = 100; // any reading higher will trigger an action
5
6 #include "Keyboard.h"
7
8 void setup() {
9     // put your setup code here, to run when Arduino is powered on:
10    Serial.begin(9600);
11    pinMode(onboardLED, OUTPUT);
12    Keyboard.begin();
13 }
14
15 void loop() {
16     // put your main code here, to run repeatedly:
17     voltageThreshold = analogRead(A0); //reads from potenciometer
18     int currentVoltage = analogRead(A0); // store the incoming voltage
19     Serial.println(currentVoltage); // prints voltage to monitor
20     if(currentVoltage >= voltageThreshold){
21         // trigger actions
22         Serial.println("OK!"); // prints string + new line
23         digitalWrite(onboardLED, HIGH); //this sends 5V, turning on LED
24         Keyboard.write(KEY_F12);
25     } else {
26         Serial.println(""); // adds a new line
27         digitalWrite(onboardLED, LOW);
28         delay(500);
29     }
30     digitalWrite(onboardLED, HIGH);
31     delay(500);
32 }
```

**APÊNDICE C: Hardware de comandos com Arduino e MyoWare**

## APÊNDICE D: Software para controle do ACAT com tecla F12

```
1 //Disponível em: https://github.com/danielpaz/assistivas/blob/master/r2f12.ino
2
3 #include "Keyboard.h"
4
5 void setup() {
6     // inicializa a porta 4 como porta de saída / escrita.
7     pinMode(13, OUTPUT);
8     // escreve o estado da porta 4 como LOW / desligado
9     digitalWrite(13, LOW);
10    // inicializa a porta 4 como porta de entrada / leitura.
11    pinMode(7, INPUT);
12
13 }
14 void loop(){
15     int buttonState = 0;// variável para armazenar a leitura da porta
16     // le o estado da porta digital 7
17     buttonState = digitalRead(7);
18
19     // checa se o interruptor esta' fechado
20     // se ele estiver, o buttonState vai ser HIGH:
21     if (buttonState == HIGH) {
22         // liga o LED
23         Serial.println("OK!");
24         digitalWrite(13, HIGH);
25         Keyboard.write(KEY_F12);
26     }
27     else {
28         // desliga o LED
29         digitalWrite(13, LOW);
30     }
31 }
```

**APÊNDICE E: *Hardware para controle do ACAT com Arduino***

## ANEXO A Senso 2010 – IBGE: pessoas com deficiência (Tabela 13.9).

**Censo Demográfico 2010 - Características Gerais da População - Resultados da Amostra**  
**Tabela 1.3.9 - Pessoas de 10 anos ou mais de idade, ocupadas na semana de referência, por tipo de deficiência, segundo o sexo e as classes de rendimento nominal mensal de todos os trabalhos - Brasil - 2010**

Sexo e classes de rendimento nominal mensal de todos os trabalhos (salário mínimo) (1)	Pessoas de 10 anos ou mais de idade ocupadas na semana de referência										Pessoas de 10 anos ou mais de idade ocupadas na semana de referência					
	Sexo										Tipo de deficiência					
	Homens					Mulheres					Motora		Mental/intelectual			
Total (2) (3)	Pelo menos uma das deficiências investigadas (2)		Visual		Auditiva		Não consegue de modo algum		Alguns graus de dificuldade		Grande dificuldade		Alguns graus de dificuldade		Nenhuma dessas deficiências (4)	
<b>Total</b>	<b>86 353 839</b>	<b>20 365 963</b>	<b>161 510</b>	<b>2 365 017</b>	<b>14 335 914</b>	<b>117 222</b>	<b>560 579</b>	<b>3 005 744</b>	<b>3 005 744</b>	<b>Total</b>	<b>87 167</b>	<b>846 355</b>	<b>3 024 625</b>	<b>419 769</b>	<b>65 967 714</b>	
Até 12	7 032 046	2 577 254	9 283	335 428	1 435 491	8 741	69 893	338 644	Até 12	5 614	132 180	423 576	70 067	4 874 002		
Mês de 12 a 1	21 800 901	5 027 821	25 635	688 595	3 630 754	28 684	150 376	769 330	Mês de 12 a 1	19 771	252 551	864 473	185 690	15 849 370		
Mês de 1 a 2	28 220 975	5 916 212	52 565	624 080	4 208 186	37 376	152 365	654 652	Mês de 1 a 2	27 375	159 179	764 137	54 077	22 283 656		
Mês de 2 a 3	9 773 675	1 899 277	18 488	172 801	1 386 346	12 060	45 107	273 095	Mês de 2 a 3	8 626	53 779	217 542	23 921	7 271 036		
Mês de 3 a 5	7 134 366	1 482 444	15 903	123 551	1 057 397	9 441	32 507	205 601	Mês de 3 a 5	8 243	36 416	161 714	17 628	5 650 151		
Mês de 5 a 10	5 304 693	1 092 833	12 342	80 973	808 387	7 351	20 890	143 904	Mês de 5 a 10	7 195	22 232	107 021	11 565	4 210 930		
Mês de 10 a 15	1 033 751	206 916	2 784	14 145	157 434	1 347	3 957	26 287	Mês de 10 a 15	1 592	3 548	18 960	2 174	626 708		
Mês de 15 a 20	824 788	163 490	2 208	9 935	125 519	1 022	2 946	22 667	Mês de 15 a 20	1 122	2 874	14 517	1 675	661 200		
Mês de 20 a 30	454 797	95 619	1 364	6 376	73 884	834	1 672	12 935	Mês de 20 a 30	853	1 957	8 553	918	359 903		
Mês de 30	306 011	63 946	1 036	4 004	47 865	546	1 033	9 222	Mês de 30	456	1 101	6 126	641	244 031		
Sem rendimento (5)	5 635 835	1 357 952	9 723	305 781	1 281 689	9 610	80 273	350 367	Sem rendimento (5)	6 440	144 528	438 065	81 462	3 737 527		
<b>Homens</b>	<b>49 823 312</b>	<b>10 890 406</b>	<b>89 910</b>	<b>1 203 191</b>	<b>7 458 591</b>	<b>70 545</b>	<b>380 787</b>	<b>1 912 160</b>	<b>Homens</b>	<b>50 557</b>	<b>405 698</b>	<b>1 443 602</b>	<b>259 971</b>	<b>38 917 811</b>		
Até 12	3 284 903	887 881	4 051	134 971	564 699	5 011	38 600	161 106	Até 12	2 569	49 839	167 387	41 821	2 396 620		
Mês de 12 a 1	10 860 026	2 482 947	16 576	320 598	1 648 283	15 462	95 491	436 716	Mês de 12 a 1	9 762	111 212	384 633	70 619	8 374 744		
Mês de 1 a 2	16 627 613	3 209 607	29 635	345 827	2 287 100	22 774	110 321	593 041	Mês de 1 a 2	16 300	105 748	402 764	61 523	13 291 153		
Mês de 2 a 3	6 197 082	1 232 957	12 300	109 047	879 387	8 322	35 677	211 656	Mês de 2 a 3	5 674	33 355	131 778	16 598	4 961 168		
Mês de 3 a 5	4 549 895	951 126	9 875	76 946	687 903	6 044	25 378	157 790	Mês de 3 a 5	5 352	22 508	99 376	11 624	3 697 262		
Mês de 5 a 10	3 444 736	703 388	7 967	50 624	523 714	4 810	16 100	109 869	Mês de 5 a 10	4 774	19 620	64 804	7 246	2 740 652		
Mês de 10 a 15	691 839	156 458	1 750	8 764	102 887	886	2 771	20 603	Mês de 10 a 15	915	2 077	11 417	1 460	559 279		
Mês de 15 a 20	594 281	117 108	1 664	6 701	89 333	804	2 452	18 105	Mês de 15 a 20	862	1 856	9 592	1 477	477 122		
Mês de 20 a 30	340 413	71 888	1 002	4 464	53 916	615	1 335	10 896	Mês de 20 a 30	651	1 092	6 065	595	269 178		
Mês de 30	241 745	50 271	665	3 182	37 133	433	908	7 963	Mês de 30	427	903	4 281	553	191 439		
Sem rendimento (5)	2 680 847	627 474	4 493	142 056	585 468	5 444	50 642	194 864	Sem rendimento (5)	3 072	63 467	191 625	46 765	1 963 163		
<b>Mulheres</b>	<b>36 530 527</b>	<b>9 475 557</b>	<b>71 600</b>	<b>1 161 827</b>	<b>6 877 323</b>	<b>46 678</b>	<b>179 792</b>	<b>1 093 583</b>	<b>Mulheres</b>	<b>36 610</b>	<b>440 657</b>	<b>1 581 023</b>	<b>159 797</b>	<b>27 049 903</b>		
Até 12	3 747 143	1 269 373	5 232	200 457	870 793	3 730	30 294	177 518	Até 12	3 046	82 341	266 130	28 246	2 477 362		
Mês de 12 a 1	11 320 875	2 844 874	19 320	367 997	2 045 471	13 442	54 824	332 174	Mês de 12 a 1	10 009	141 338	499 839	45 061	7 474 626		
Mês de 1 a 2	2 976 362	2 588 604	22 930	278 253	1 921 039	14 653	42 064	271 610	Mês de 1 a 2	11 075	89 431	361 373	32 553	8 992 702		
Mês de 2 a 3	2 976 583	656 320	6 387	63 764	507 969	3 728	9 230	61 439	Mês de 2 a 3	2 752	20 423	85 625	7 324	2 309 887		
Mês de 3 a 5	2 464 551	531 318	6 028	46 614	410 184	3 397	7 129	47 800	Mês de 3 a 5	2 681	13 968	62 397	5 605	1 962 869		
Mês de 5 a 10	1 693 957	389 445	4 376	30 349	304 574	2 540	4 879	34 006	Mês de 5 a 10	2 360	8 611	42 218	4 319	1 470 267		
Mês de 10 a 15	341 911	70 458	1 033	5 381	54 748	451	786	5 684	Mês de 10 a 15	678	1 470	7 543	714	271 429		
Mês de 15 a 20	230 596	46 382	544	3 234	36 186	278	493	4 532	Mês de 15 a 20	260	1 078	4 925	657	184 078		
Mês de 20 a 30	114 384	24 631	361	1 851	19 279	219	337	2 019	Mês de 20 a 30	202	476	2 468	323	89 725		
Mês de 30	66 266	13 674	160	812	10 671	113	125	1 259	Mês de 30	158	186	1 846	79	52 592		
Sem rendimento (5)	2 804 988	1 030 477	5 229	163 125	636 421	4 197	29 631	159 503	Sem rendimento (5)	3 368	81 441	246 440	34 717	1 774 344		

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010.

(1) Salário mínimo utilizado: R\$ 510,00. (2) As pessoas incluídas em mais de um tipo de deficiência foram contadas apenas uma vez. (3) Inclui a população sem qualquer tipo de deficiência. (4) Inclui as pessoas sem declaração de deficiências. (5) Inclui as pessoas que receberam somente em benefícios.

