

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

**FERNANDA CRISTINE POLETTO DA SILVA**

**PERCEPÇÃO TÁTIL DE OBJETOS DO COTIDIANO: ESTUDO DE CASO NO  
RECONHECIMENTO DE FORMAS GEOMÉTRICAS E A REPRESENTAÇÃO  
GRÁFICA DE CEGOS CONGÊNITOS**

**CURITIBA**

**2015**

**FERNANDA CRISTINE POLETTO DA SILVA**

**PERCEPÇÃO TÁTIL DE OBJETOS DO COTIDIANO: ESTUDO DE CASO NO  
RECONHECIMENTO DE FORMAS GEOMÉTRICAS E A REPRESENTAÇÃO  
GRÁFICA DE CEGOS CONGÊNITOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Paraná como requisito para obtenção do título de mestre em Design, na área de concentração Design Gráfico e de Produto.

**Orientadora:**

Prof<sup>a</sup> Dra. Vânia Ribas Ulbricht

**CURITIBA**

**2015**

Catálogo na publicação  
Mariluci Zanela – CRB 9/1233  
Biblioteca de Ciências Humanas e Educação - UFPR

Silva, Fernanda Cristine Poletto da  
Percepção tátil de objetos do cotidiano: estudo de caso no reconhecimento  
de formas geométricas e a representação gráfica de cegos congênitos /  
Fernanda Cristine Poletto da Silva – Curitiba, 2015.  
190 f.

Orientadora: Profa. Dra. Vânia Ribas Ulbricht  
Dissertação (Mestrado em Design) – Setor de Artes, Comunicação e  
Design da Universidade Federal do Paraná.

1. Cegos - Orientação e mobilidade. 2. Objetos tridimensionais. 3.  
Percepção tátil. 4. Representação gráfica. I. Título.

CDD 741.2



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Artes, Comunicação e Design  
Programa de Pós-Graduação em Design

## TERMO DE APROVAÇÃO

FERNANDA CRISTINE POLETTA DA SILVA

### DESIGN DE INTERAÇÃO E PERCEPÇÃO TÁTIL DE OBJETOS DO USO COTIDIANO: ESTUDO DE CASO DO RECONHECIMENTO DE OBJETOS GEOMÉTRICOS E A TRANSPOSIÇÃO DO BIDIMENSIONAL NO DESENHO DE CEGOS CONGÊNITOS

Dissertação de Mestrado aprovada em sua versão definitiva como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Design, área de concentração em Design Gráfico e de Produto, no Programa de Pós-Graduação em Design do Setor de Artes, Comunicação e Design da Universidade Federal do Paraná.

Curitiba, 20 de fevereiro de 2015.

**Prof. Dra. Vânia Ribas Ulbricht**  
(orientadora e presidente - UFPR)

**Prof. Dra. Stephania Padovani**  
(examinadora interna - UFPR)

**Prof. Dra. Luciane Fadel**  
(examinadora externa - UFSC)

Fernanda Cristine Poletto da Silva

A percepção tátil de objetos do cotidiano: Estudo de Caso do reconhecimento de formas geométricas e a representação gráfica de cegos congênitos

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Paraná.

Curitiba, 20 de fevereiro de 2015

---

Prof. Dr. Adriano Heemann

Coordenador do programa de  
Pós-Graduação em Design da UFPR

**Banca Examinadora:**

---

Profa. Dra. Vânia Ribas Ulbricht,  
Universidade Federal de Santa Catarina  
(UFSC) - Orientadora

---

Profa. Dra. Stephania Padovani  
Universidade Federal do Paraná  
(UFPR) Examinadora Interna

---

Profa. Dra. Luciane Fadel  
Universidade Federal de Santa  
(UFSC) Examinadora Externa

*“Na educação especial para cegos os recursos didáticos assumem grande importância no processo de ensino-aprendizagem. Levando em conta que suas grandes dificuldades é o contato com o ambiente físico, os grandes educadores são aquelas que mesmo sem tempo ou sem experiência, desafiam-se e não têm medo de tentar.”*

*Instituto Benjamin Constant (2009)*

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação á minha Família, ao meu namorado e aos meus amigos que me apoiaram durante o todo o processo de desenvolvimento, agradeço por todo o carinho sempre presente, espero com o resultado deste trabalho auxiliar na educação inclusiva das pessoas cegas como a realização de um sonho.

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora **Vânia Ribas Ulbricht** e a **Viviane Kuntz** pela confiança com que fui honrada e pelo empenho e dedicação em me orientar.

A todos os professores da UFPR, em especial a professora **Stephania Padovani** sempre dedicada, paciente e fundamental e ao professor **Adriano Heemann** pelo indispensável apoio do **PPGDESIGN**.

A **Capes**, pela bolsa de mestrado para o financiamento desta pesquisa.

À **Deus**, pela força nos momentos mais difíceis e por colocar pessoas imprescindíveis na minha vida.

Aos colegas do grupo de pesquisa em **Mestrado** e do **LAI** que me apoiaram e me aconselharam durante o processo de formação, em especial a **Paula Napo** e **Marcos Verri**, pela grande amizade.

À **Mari Piekas** e **Maria Duarte**, professoras da ACIC de Santa Catarina, por sempre estarem dispostas e prontas para ajudar.

Aos colegas do **SIANNE** e do **IPC**, em especial a **Leomar Marchesine** e **Diele Moraes**, por me receberem diversas vezes, sempre atenciosas, tirando as minhas dúvidas seja presencialmente ou por telefone.

Um muito obrigada de todo coração aos **cegos Angolanos; Wilson, Jeferson, Maurício, Edson, Delfina e Marcela** e aos **cegos do IPC; Emília, Camila, Fabiana e Ricardo** por entenderem a dificuldade do tema e por disponibilizarem tempo para responder as minhas perguntas para possibilitar a conclusão do meu trabalho.

## RESUMO

SILVA, F.C.P. **Percepção tátil de Objetos do cotidiano: Estudo de caso no reconhecimento de formas geométricas e a representação gráfica de cegos congênitos.** Curitiba, 2015. Dissertação. (Programa de Pós-Graduação em Design), Universidade Federal do Paraná.

Segundo os dados do Censo de 2010, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no Brasil, 23,9% da população possui necessidades educacionais especiais (PNEEs), sendo 75% composto por cegos congênitos (pessoas que nasceram cegas) excluídas da educação brasileira devido à sua condição. A carência de políticas públicas voltadas à educação dificulta sua ascensão no mercado de trabalho e o contato entre cegos e videntes. Esta dissertação tem como objetivo propor recomendações do design a fim de contribuir no processo de representação gráfica bidimensional de cegos congênitos. Em consequência, esta pesquisa classifica-se como aplicada, qualitativa e exploratória, pois se fundamenta no reconhecimento das variáveis gráficas que facilitam a percepção tátil de objetos presentes no cotidiano do cego. O método de pesquisa, Estudo de Caso foi subdividido em quatro (4) fases, sendo elas: a primeira fase caracterizada pela revisão sistemática da literatura (RSL) com o intuito de selecionar na literatura referências sobre materiais e publicações referentes ao tema; a segunda fase destaca-se pela pesquisa de campo com dois (2) grupos focais distintos de cegos congênitos residentes em Curitiba. Nessa mesma fase, as técnicas de coletas de dados utilizadas foram: a entrevista estruturada, a entrevista com aplicação do questionário misto em paralelo a uma dinâmica e a técnica de observação. A terceira fase caracterizou-se pela validação de um instrumento adaptado que contribuiu no processo de elaboração da representação gráfica de pessoas cegas. Por fim, a quarta fase ocupou-se das conclusões e compilação de resultados obtidos em relação às fases anteriores. Conseqüentemente, como desdobramento pode-se identificar na manipulação de objetos do cotidiano a percepção tátil de cegos congênitos e a sua influencia no processo de representação gráfica de objetos tridimensionais (3D). Portanto, essa dissertação propõe recomendações do design a fim de facilitar a elaboração das representações gráficas desses deficientes e contribuir para futuros estudos sobre Objetos de Aprendizagem (OA).

**Palavras-chave:** Representação Gráfica, Percepção tátil, Manipulação de objetos, Design de Interação, Cegos Congênitos;

## ABSTRACT

SILVA, F.C.P. **Tactile perception of everyday objects: Case study in recognition of geometric shapes and a graphical representation of congenitally blind.** Curitiba, 2015. Dissertation. (Graduate Program in Design), Federal University of Paraná.

According to 2010 Census data, released by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) in Brazil, 23.9% of the population has special educational needs (PNEEs), of which 75% consists of congenitally blind people (people born blind) excluded Brazilian education because of their condition. The lack of public policies for education hinders their rise in the labor market and the contact between blind and sighted. This thesis aims to propose design recommendations in order to contribute in the process of two-dimensional graphical representation of congenitally blind. As a result, this research is classified as applied, qualitative and exploratory, since it is based on recognition of graphical variables that facilitate the tactile perception of objects present in man's daily life. The research method, case study was divided into four (4) phases, as follows: a first stage involving the systematic literature review (RSL) in order to select the reference literature on materials and publications on the topic; the second phase is distinguished by field research with two (2) separate focus groups of congenital blind residents in Curitiba. In this same phase, the techniques of data collection were used: a structured interview, the interview with application of mixed questionnaire in parallel to a dynamic and technical observation. The third phase was characterized by the validation of a suitable instrument that contributed in the process of graphical representation of blind people. Finally, the fourth phase took up the conclusions and compile results from previous phases. Consequently, as a development can be identified in handling everyday objects tactile perception of congenitally blind and its influence on the imaging process of three-dimensional (3D) objects. Therefore, this dissertation proposes design recommendations in order to facilitate the preparation of graphical representations of these disabled and contribute to future studies on Learning Objects (OA).

**Keywords:** Graphic Representation, tactile perception, manipulation of objects, Interaction Design, Blind Congenital;

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1 -</b>	SILHUETA DO CÍRCULO .....	29
<b>FIGURA 2 -</b>	SEQUÊNCIA DA VISUALIDADE DO DESENHO: O OBJETO (A ESFERA).....	30
<b>FIGURA 3 -</b>	COMBINAÇÃO DE LINHAS EM MOVIMENTO .....	34
<b>FIGURA 4 -</b>	CONSTRUÇÃO DO QUADRADO .....	34
<b>FIGURA 5 -</b>	CONSTRUÇÃO DO TRIANGULO .....	34
<b>FIGURA 6 -</b>	FORMAS EM BARBANTE.....	37
<b>FIGURA 7 -</b>	MESMAS FORMAS EM DESENHO DE CEGO .....	37
<b>FIGURA 8 -</b>	FORMAS GEOMÉTRICAS.....	38
<b>FIGURA 9 -</b>	CLASSIFICAÇÃO DA LINGUAGEM .....	41
<b>FIGURA 10 -</b>	CLASSIFICAÇÃO DA LINGUAGEM ADAPTADA POR SPINILLO.....	41
<b>FIGURA 11 -</b>	VARIAVEIS GRÁFICAS .....	44
<b>FIGURA 12 -</b>	VARIAVEIS DE MACGIL E CLEVELAND.....	45
<b>FIGURA 13 -</b>	MODELO DE MIJKSENAAR, COM BASE EM BERTIN.....	45
<b>FIGURA 14 -</b>	DISTRIBUIÇÃO DE RECEPTORES DA PELE .....	51
<b>FIGURA 15 -</b>	PROPRIEDADES DA PERCEPÇÃO.....	52
<b>FIGURA 16 -</b>	CONFIGURAÇÃO DO VOLUME DO OBJETO.....	53
<b>FIGURA 17 -</b>	ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA RUGOSIDADE.....	56
<b>FIGURA 18 -</b>	MODELO DE PROCESSAMENTO HUMANO DE INFORMAÇÃO .....	59
<b>FIGURA 19 -</b>	IMPRESSORA BRAILLE.....	70
<b>FIGURA 20 -</b>	DISPLAY BRAILLE E BOBINAS CILINDRICAS.....	71
<b>FIGURA 21 -</b>	CANETA ESTEROGRÁFICA.....	71
<b>FIGURA 22 -</b>	TRAÇADOR GRÁFICO .....	72
<b>FIGURA 23 -</b>	TORRE DE HANOI NO COMPUTADOR .....	80
<b>FIGURA 24 -</b>	O SDP3D-DV COM A INTERAÇÃO DO USUÁRIO CEGO .....	83
<b>FIGURA 25 -</b>	O SDP3D-DV EM PONTOS DE FUGA .....	83
<b>FIGURA 26 -</b>	MODELO DE PROCESSAMENTO HUMANO DE INFORMAÇÃO .....	80
<b>FIGURA 27 -</b>	PAINEL FOTOGRÁFICO COM PLACA INFORMATIVA E SONS DA MATA .....	99
<b>FIGURA 28 -</b>	LAYOUT PADRÃO DE MAPAS TATEIS .....	105
<b>FIGURA 29 -</b>	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	108

<b>FIGURA 27 -</b>	PAINEL FOTOGRÁFICO COM PLACA INFORMATIVA E SONS DA MATA .....	99
<b>FIGURA 28 -</b>	LAYOUT PADRÃO DE MAPAS TATEIS .....	105
<b>FIGURA 29 -</b>	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	108
<b>FIGURA 30 -</b>	PERFIL DO PÚBLICO-ALVO.....	118
<b>FIGURA 31 -</b>	SÓLIDOS GEOMÉTRICOS E FORMAS PLANAS.....	122
<b>FIGURA 32 -</b>	MATERIAIS PARA CONFECÇÃO DE INSTRUMENTO ACESSÍVEL.....	123
<b>FIGURA 33 -</b>	MANIPULAÇÃO DO OBJETO COTIDIANO .....	141
<b>FIGURA 34 -</b>	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PARTICIPANTE A.....	142
<b>FIGURA 35 -</b>	MANIPULAÇÃO DOS OBJETO DO COTIDIANO – COPO DE PLÁSTICO.....	143
<b>FIGURA 36 -</b>	MANIPULAÇÃO DO OBJETO COTIDIANO – CELULAR.....	143
<b>FIGURA 37 -</b>	PROCESSO DE REPRESENTAÇÃO DO PARTICIPANTE G .....	144
<b>FIGURA 38 -</b>	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PARTICIPANTE G .....	144
<b>FIGURA 39 -</b>	PROCESSO DE REPRESENTAÇÃO DA PARTICIPANTE I .....	145
<b>FIGURA 40 -</b>	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PARTICIPANTE G .....	148
<b>FIGURA 41 -</b>	MATERIAIS PARA INSTRUMENTO ACESSIVEL.....	148
<b>FIGURA 42 -</b>	PROCESSO DE EXERCÍCIOS COM APOIO DE INSTRUMENTO ADAPTADO ....	151
<b>FIGURA 43 -</b>	AVANÇO DA GRAFIA COM APOIO DE INSTRUMENTO ADAPTADO.....	152
<b>FIGURA 44 -</b>	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO CUBO .....	152

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1 -</b>	CATEGORIAS DA ACUIDADE VISUAL .....	14
<b>QUADRO 2 -</b>	ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA RUGOSIDADE.....	14
<b>QUADRO 3 -</b>	NÍVEIS DE ABSTRAÇÃO DO DESENHO .....	38
<b>QUADRO 4 -</b>	ELEMENTOS DO ESQUEMA GRÁFICO .....	39
<b>QUADRO 5 -</b>	CARTELAS COM ELEMENTOS DO DESENHO .....	39
<b>QUADRO 6 -</b>	CARTELAS COM COMPONENTES DO DESENHO.....	50
<b>QUADRO 7 -</b>	FORMAS GEOMÉTRICAS .....	150
<b>QUADRO 8 -</b>	CONSTRUÇÃO DE MAPAS TÁTEIS .....	114
<b>QUADRO 9 -</b>	VARIÁVEIS GRÁFICAS .....	119
<b>QUADRO 10 -</b>	FASES DA PESQUISA.....	122
<b>QUADRO 11 -</b>	ETAPAS DA COLETA DE DADOS.....	150
<b>QUADRO 12 -</b>	SELEÇÃO DE PARTICIPANTES .....	114
<b>QUADRO 13 -</b>	CENÁRIO INVESTIGATIVO PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA.....	119
<b>QUADRO 14 -</b>	INSTITUIÇÕES PESQUISADAS .....	122
<b>QUADRO 15 -</b>	FASES DA PESQUISA.....	122

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1 -</b>	ILUSTRAÇÕES DE SISTEMAS TANGÍVEIS.....	80
<b>TABELA 2 -</b>	CLASSIFICAÇÃO DE INTERFACES TANGÍVEIS .....	100
<b>TABELA 3 -</b>	COMPARATIVO SOBRE TAXONOMIA DOS OAS .....	117
<b>TABELA 4 -</b>	RESULTADO REFINAMENTO E SELEÇÃO DE ARTIGOS RELEVANTES.....	118
<b>TABELA 5 -</b>	SÍNTESE DE PUBLICAÇÕES.....	133
<b>TABELA 6 -</b>	SELEÇÃO DOS OBJETOS DO GRUPO 1 .....	140
<b>TABELA 7 -</b>	SELEÇÃO DE OBJETOS DO GRUPO 2.....	145
<b>TABELA 8 -</b>	RECONHECIMENTO ASPECTOS TÁTEIS DOS OBJETOS DO COTIDIANO .....	149
<b>TABELA 9 -</b>	OBJETOS COTIDIANOS SELECIONADOS PELO GRUPO 1 .....	153
<b>TABELA 10 -</b>	OBJETOS COTIDIANOS SELECIONADOS PELO GRUPO 2 .....	161
<b>TABELA 11 -</b>	FORMAS GEOMÉTRICAS ASSOCIADOS COM OBJETOS COTIDIANOS NOS AMBIENTES DOMÉSTICOS.....	162
<b>TABELA 12 -</b>	OBJETOS COTIDIANOS ASSOCIADOS A TRIDIMENSIONAIS.....	172

<b>TABELA 10 -</b>	OBJETOS COTIDIANOS SELECIONADOS PELO GRUPO 2 .....	131
<b>TABELA 11 -</b>	FORMAS GEOMÉTRICAS ASSOCIADOS COM OBJETOS COTIDIANOS NOS AMBIENTES DOMÉSTICOS .....	131
<b>TABELA 12 -</b>	OBJETOS COTIDIANOS ASSOCIADOS A TRIDIMENSIONAIS.....	131
<b>TABELA 13 -</b>	FORMAS GEOMÉTRICAS ASSOCIADOS COM OBJETOS COTIDIANOS NOS AMBIENTES DOMÉSTICOS .....	131
<b>TABELA 14 -</b>	LEGENDA DE INSTRUMENTO ADAPTADO .....	131

## **LISTA DE GRÁFICOS**

<b>GRÁFICO 1 -</b>	FORMAS GEOMÉTRICAS RECONHECIDAS PELOS CEGOS.....	155
<b>GRÁFICO 2 -</b>	OBJETOS GEOMÉTRICOS RECONHECIDOS PELOS CEGOS.....	156
<b>GRÁFICO 3 -</b>	ENSINO DO DESENHO DO CEGO .....	157
<b>GRÁFICO 4 -</b>	O QUE O CEGO COSTUMA DESENHAR .....	157
<b>GRÁFICO 5 -</b>	RECURSOS INCLUSIVOS PARA CEGOS.....	158
<b>GRÁFICO 6 -</b>	TIPOS DE PERCEPÇÃO .....	158
<b>GRÁFICO 7 -</b>	PROPRIEDADES DA PERCEPÇÃO .....	159

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ACIC</b>	– Associação Catarinense para Integração do Cego
<b>BIOE</b>	– Banco Internacional de Objetos de Aprendizagem
<b>CAP</b>	– Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento as pessoas cegas
<b>CAPES</b>	– Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
<b>DI</b>	– Design de Interação
<b>EaD</b>	– Educação à distância
<b>FACE</b>	– Fundação de Apoio e Assistência a Criança Cega
<b>FCEE</b>	– Fundação Catarinense de Educação Especial
<b>HCI</b>	– Interação humano computador
<b>IBC</b>	– Instituto Benjamin Constant
<b>IBGE</b>	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>INEP</b>	– Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
<b>IPC</b>	– Instituto Paranaense de Cegos
<b>LABTATE</b>	– Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da UFSC
<b>LTSC</b>	– Learning Technology Standards Committee
<b>MEC</b>	– Ministério da Educação e Cultura
<b>OA</b>	– Objetos de Aprendizagem
<b>OMS</b>	– Organização Mundial da Saúde
<b>PNEEs</b>	– Pessoas com necessidades especiais
<b>PCNs</b>	– Parâmetros curriculares nacionais
<b>RSL</b>	– Revisão Sistemática da Literatura
<b>SEB</b>	– Secretaria da Educação Brasileira
<b>SIANEE</b>	– Serviço de Inclusão e Atendimento aos Alunos com Necessidades Especiais
<b>TA</b>	– Tecnologias das Assistivas
<b>TICs</b>	– Tecnologias das Informações
<b>TUI</b>	– Interfaces Tangíveis
<b>UFPR</b>	– Universidade Federal do Paraná
<b>UFSC</b>	– Universidade Federal de Santa Catarina
<b>W3C</b>	– <i>World Wide Web Consortium</i>
<b>WCAG</b>	– Web Content Accessibility Guidelines

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	17
1.2 JUSTIFICATIVA .....	19
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	20
1.4 OBJETIVOS.....	21
1.5 ESCOPO DO TRABALHO.....	22
1.6 VISÃO GERAL DO MÉTODO .....	22
1.7 DESCRIÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	23
<b>2.1 PERCEPÇÃO HÁPTICA NA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA POR CEGOS CONGÊNITOS.....</b>	<b>25</b>
2.2 A CEGUEIRA.....	25
2.3 TEORIA DA COGNIÇÃO FORMAÇÃO DA IMAGEM MENTAL DE CEGOS .....	26
2.3.1 O desenvolvimento cognitivo do cego na visão de Piaget e Vygostky.....	29
2.4 AS PROPRIEDADES MULTISENSORIAIS DA PERCEPÇÃO DO OBJETO .....	32
2.4.1 O processo de percepção espacial dos cegos congênitos.....	34
2.4.2 A percepção Tátil no reconhecimento de objetos tridimensionais.....	36
2.4.2.1 Propriedades da superfície do Objeto.....	39
2.4.2.2 Propriedades Geométricas do Objeto.....	42
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO .....	43
<b>3.1 O DESIGN DE INTERAÇÃO NA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA PARA CEGOS .....</b>	<b>44</b>
3.2 AS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NA ELABORAÇÃO DO DESENHO.....	44
3.3 INTERFACES TANGÍVEIS (TUI) .....	51
3.3.1 Classificação das Interfaces tangíveis acessibilidade.....	52
3.3.2 Manipulativos em ambientes Colaborativos da Matemática.....	55
3.4 OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DA GEOMETRIA PARA CEGOS .....	61
3.4.1 O Processo de representação gráfica para cegos congênitos .....	69
3.4.2 As variáveis gráficas no processo de comunicação da informação .....	70
3.4.3 A elaboração do desenho pelos cegos congênitos.....	79
3.4.4 Maquetes táteis no reconhecimento de formas geométricas.....	89

3.4.5 A Cartografia Tátil na educação de cegos congênitos .....	94
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO .....	100
<b>4.1 MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>101</b>
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA .....	101
4.3 FASES DA PESQUISA.....	104
4.3.1 FASE 1: Revisão Sistemática da Literatura.....	106
4.3.2 FASE 2: Pesquisa de campo.....	109
4.3.2.1 Entrevista estruturada em Cenário das Instituições .....	111
4.3.2.2 Entrevista com questionário misto e Grupos Focais .....	111
4.3.2.3 Participantes da Pesquisa .....	112
4.3.2.4 Roteiro da Dinâmica .....	114
4.3.3 FASE 3: Construção e validação de instrumento adaptado.....	114
4.3.4 FASE FINAL: Conclusões.....	115
4.4 APARATOS E MATERIAIS .....	116
4.5 ESTRATÉGIA DE ANÁLISE DE DADOS.....	117
<b>5.1 RESULTADOS DA PESQUISA E AMBIENTE PROPOSTO.....</b>	<b>118</b>
5.2 AMBIENTE DE PESQUISA.....	118
5.2.1 Síntese e Cenário das Instituições: .....	120
5.3 ENTREVISTA EM AMBIENTES DOMÉSTICOS .....	122
5.3.1 Roteiro da Dinâmica.....	122
5.3.1 Resultados da Dinâmica.....	124
5.4. CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO ADAPTADO.....	138
5.4.1 Cenário investigativo do Procedimento 1 .....	138
5.4.2 Cenário investigativo do Procedimento 2 .....	143
5.5 COMPILAÇÕES DE DADOS.....	151
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>156</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA PESQUISA .....</b>	<b>157</b>
<b>8. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>159</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>163</b>
<b>ANEXOS E APÊNDICES.....</b>	<b>179</b>

## CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2010, estimou que cerca de 45 milhões de pessoas no mundo compõem pessoas cegas e outras 135 milhões sofrem limitações de visão. Segundo os dados do Censo de 2010, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no Brasil 23,9% da população possui necessidades educacionais especiais (PNEEs), 75% considerados indivíduos com limitação visual. O número representa 3,5% dos brasileiros, ou seja, a deficiência com maior incidência na população do país. Com relação à deficiência visual, 528.624 pessoas não têm o sentido da visão (cegos) e 6.585.308 pessoas possuem, permanentemente, grande dificuldade de enxergar (baixa visão). Já 29 milhões de pessoas declararam possuir dificuldade permanente em enxergar, apesar de utilizar óculos ou lentes (BRASIL, 2010). Na população do Paraná, onde será realizado este trabalho, cerca de 26.155 pessoas caracterizam-se como cegos congênitos e 295.464 deficientes visuais. A Fundação Dorina (2013) relata dados do *World Report on Disability (2010)* que o número de deficientes visuais poderá dobrar no mundo em 2020 e define a deficiência visual como a perda total ou parcial, congênita ou adquirida, da visão conforme o nível de acuidade visual. Este grupo de pessoas caracterizam-se como:

1. Pessoa com Cegueira: perda total da visão ou pouquíssima capacidade de enxergar, o que leva a pessoa a necessitar do Sistema *Braille* como meio de leitura e escrita. Este grupo de pessoas denomina-se cegas;
2. Baixa visão ou visão subnormal: quando há comprometimento do funcionamento visual dos olhos, mesmo após tratamento ou correção. As pessoas com baixa visão denominam-se deficientes visuais, podem ler textos impressos ampliados ou com uso de recursos óticos especiais;

O termo correto a ser utilizado para esses usuários destaca-se como: **Pessoa com Deficiência**, aprovado pela Convenção Internacional de Proteção e Promoção dos Direitos e Dignidades das Pessoas com Deficiência, pela Assembléia Geral da ONU em 2006 e ratificada no Brasil em julho de 2008. Conseqüentemente

á inclusão da palavra “*pessoa*” anterior a palavra cego, será freqüente ao longo da dissertação. Segundo Hoffman (2002), há cinco categorias de acuidade visual apresentadas no Quadro 1.

QUADRO 1 - CATEGORIAS DA ACUIDADE VISUAL

TIPO DE ACUIDADE	CATEGORIAS DA CEGUEIRA
Acuidade visual até 2/200	Cegueira total, ou percepção da luz, incapaz de perceber gestos ou movimentos à distância de 90 cm.
Acuidade visual até 5/200	Percepção de movimentos ou formas; incapaz de distinção dos dedos da mão à distância de 90 cm.
Acuidade visual até 10/200	Incapaz da leitura de títulos maiores de um livro, mas com possível capacidade de percepção motora espacial.
Acuidade visual até 20/200	Incapaz da leitura de tipos de corpo 14 ou menor, mas possível capacidade de ler letras grandes em um livro.
Acuidade visual até 20/200	Leitura de tipos de corpo 10, mas visão insuficiente para atividades diárias nas quais a visão é essencial.

FONTE: HOFFMAN (2002, p. 42)

Dondis (2007) relata que os sentidos intensificam-se pela capacidade de ver, reconhecer e compreender o ambiente. Portanto, a visão apresenta-se como um sentido dominante nos seres humanos, conforme Petridou *et al* (2011). Todavia a falta de acessibilidade e o desentendimento por parte dos videntes em como agir e ensinar os cegos ocasionam um atraso no desenvolvimento motor e cognitivo do deficiente visual (VILLAROUÇO & ULBRICHT, 2011). Para Massini (1994 apud Moraes, 2006) conhecer o modo como o cego congênito percebe o mundo é fundamental na elaboração de estratégias pedagógicas voltadas para aprendizes e ensiná-lo requer um esforço cultural por parte dos educadores.

Abbagnano (2007) e Faé (2009) afirmam que quando uma pessoa cega executa tarefas de orientação espacial reflete a forma de como ele compreende e representa o contexto em que se encontra, o possibilitando adquirir mobilidade e desenvolver habilidades sensório-motoras. Nesse contexto, a bibliografia consultada mostrou os problemas existentes na aprendizagem de pessoas cegas. Visando contribuir na solução destas questões, e compreender como os cegos representam objetos tridimensionais em suportes bidimensionais colocou-se para esta pesquisa a seguinte problemática: **Como a percepção tátil de objetos do uso do cotidiano auxilia os cegos congênitos no reconhecimento de objetos geométricos e sua transposição para o bidimensional?**

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), em 2009, 20.019 alunos matriculados na educação superior caracterizam-se como deficientes. Esse percentual da população Brasileira vem sendo excluído da educação devido a sua condição. O tipo de deficiência predominante destaca-se como a baixa visão (30%), seguido da deficiência auditiva (22%), da deficiência física (21%) e da deficiência visual (13%). Os dados do Ministério da Educação (MEC, 2006) revelam à carência de políticas públicas voltadas a educação de deficientes visuais o que dificulta sua ascensão ao mercado de trabalho. Ventorini (2007) explica que a pessoa com deficiência aprende tão bem quanto à pessoa sem deficiência, o que distingue sua aprendizagem é a maneira como a informação organiza-se em sua mente.

Com base nessas questões, a revisão sistemática da literatura (RSL) identificou a falta de pesquisas envolvendo o estudo da representação gráfica de pessoas cegas e a manipulação de objetos tridimensionais, nas áreas da Educação Inclusiva, no Design e da Geometria. Diante do exposto, justifica-se a pesquisa e a futura aplicação de uma abordagem diferenciada para o entendimento da geometria, resultante do estudo do processo de representação gráfica das pessoas cegas envolvendo os aspectos de ênfase tátil que facilitam a percepção de materiais manipuláveis. O indivíduo cego necessita entender a ação de representar dada informação obtida através de uma abstração, ao qual indica uma imagem ou ideia (ambos) em semelhança com determinado objeto (ULBRICHT & ABBAGNANO, 2007). Portanto, promove a contribuição direta nos seguintes âmbitos:

- a. Âmbito Mercadológico: Promover a inclusão social de cegos congênitos no Mercado de Trabalho, respectivamente na área das exatas (Engenharia, Física, Matemática, Geometria, Computação, entre outros) a fim de investigar como os usuários desenvolvem a percepção do espaço, em sua vida cotidiana e como esta capacidade pode estar incluída em sua profissão;

- b. Âmbito Acadêmico: Promover futuros estudos acadêmicos de Pós-Graduação em Design e áreas afins sobre as habilidades sensoriais dos cegos congênitos;
- c. Âmbito Sociocultural: Influenciar as Instituições do Paraná a utilizar materiais adaptados e manipulativos para o estudo da Geometria, os quais exercitem a prática de representação gráfica para cegos;

Como resultado espera-se incentivar o cego congênito a desenvolver maior precisão no desenho de objetos tridimensionais, na tentativa de possibilitar independência e autonomia perante a sociedade. Todavia, faz-se necessário construir instrumentos adaptados (materiais de armarinho, objetos geométricos, manipulativos e etc) que facilitem a visão da Geometria. Portanto, compreender como os cegos transcrevem a representação gráfica de objetos tridimensionais (3D) no plano bidimensional, a fim de propor recomendações do Design na construção de futuros objetos de aprendizagem (OA).

### 1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa dará ênfase no processo de representação gráfica de pessoas cegas sobre as características de objetos do uso cotidiano, cujo formato se assemelhe a objetos geométricos, facilitando sua identificação ou reconhecimento. Não serão abordados conteúdos como: interseção de planos, interseção de reta com planos, seção plana, métodos descritivos, dentre outros. Outras delimitações destacam-se como:

1. Público-alvo restrito a pessoas cegas congênitas, residentes no município de Curitiba, entre 18 a 40 anos com escolaridade (terceiro grau incompleto);
2. Grupos de cegos situados em seus ambientes domésticos com o auxílio de Instituições de apoio como o SIANEE – Serviço de Inclusão e

Atendimento aos Alunos com Necessidades Educacionais Especiais e IPC – Instituto Paranaense de Cegos;

3. Com enfoque no estudo da representação gráfica das pessoas cegas e os aspectos de ênfase tátil que facilitam a percepção de materiais manipuláveis;

#### 1.4 OBJETIVOS

Esta dissertação tem como objetivo principal propor recomendações do Design no processo de representação gráfica bidimensional dos cegos congênitos em relação aos objetos geométricos tridimensionais. Para tanto, definiram-se como objetivos específicos:

##### 1.4.1 Objetivos Específicos

1. Selecionar na literatura referências sobre materiais e publicações referentes ao tema;
2. Identificar o processo de reconhecimento e manipulação das características físicas dos objetos do uso cotidiano;
3. Analisar o processo de percepção tátil dos cegos e a transposição de objetos geométricos para o bidimensional;
4. Elaborar um instrumento acessível que facilite a transposição do bidimensional (2D) para o tridimensional (3D) das representações gráficas elaboradas;
5. Propor recomendações do design para futuras pesquisas sobre Objetos de Aprendizagem (OA);

## 1.5 ESCOPO DA PESQUISA

O desenvolvimento desta dissertação contou com o apoio do programa de Pós-Graduação em Design (PPGDESIGN) oferecido pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). O enfoque desta pesquisa de mestrado se baseia no processo de representação gráfica de cegos congênitos e o reconhecimento de aspectos táteis presentes em objetos tridimensionais. Esta se restringe na proposição de recomendações do design que facilitam o processo de apreensão do desenho em relação as formas geométricas para a pessoa cega.

## 1.6 VISÃO GERAL DO MÉTODO

Para atingir os objetivos dessa pesquisa foram utilizados distintos métodos e técnicas a fim de obter respostas às questões propostas. Essa dissertação caracteriza-se como: **qualitativa, aplicada, exploratória, de pesquisa de campo, transversal, descritiva e com delineamento não experimental**, devido aos dados e procedimentos do estudo metodológico (Revisão Sistemática da Literatura e Estudo de Caso) visa identificar problemas existentes na aprendizagem de pessoas cegas. A investigação divide-se respectivamente em quatro (4) fases, brevemente descritas neste capítulo:

A **1ª fase**: destaca-se pela pesquisa bibliográfica exploratória, seletiva, analítica e interpretativa proposta por Gil (2002), com o levantamento e fichamento de documentos digitais (artigos, teses, anais e dissertações). Esse tipo de busca de dados da literatura sobre a representação gráfica e percepção tátil de cegos congênitos (conceitos, processo e objetos) realizado na Revisão Sistemática da Literatura (RSL) visa pontuar assuntos relacionados ao tema.

Na **2ª fase** inicia-se a pesquisa de campo. As técnicas de coletas de dados destacam-se com a entrevista estruturada, a aplicação do questionário misto e a técnica de observação. Inicialmente, implementa-se uma entrevista estruturada a um grupo de usuários, os quais se identificam como *Grupo 1 moradores no Ambiente 1*. Em seguida, realiza-se o mesmo procedimento com o segundo grupo de usuários, descritos como *Grupo 2 moradores do Ambiente 2*, ou seja, dois (2) grupos focais distintos residentes em Curitiba.

A **3ª Fase** caracteriza-se pela validação. Após a pesquisa de campo, por meio da compilação dos dados obtidos nas fases anteriores, propõe-se a criação de um instrumento adaptado que facilite a elaboração da representação gráfica esboçada pelos cegos. Nessa fase, o pesquisador propõe uma nova dinâmica com os grupos focais, em uma validação interna com a finalidade de testar o instrumento adaptado. Portanto, verifica-se com os usuários o instrumento proposto (exercícios de geometria básicos adaptados com elementos do design), auxiliando no desenvolvimento das representações gráficas de objetos tridimensionais, para verificar possíveis falhas e potencialidades do instrumento;

Por fim, a **4ª fase**, ocupa-se das conclusões e compilação de dados acerca do método de pesquisa aplicado e do instrumento adaptado a fim de propor recomendações do Design para futuros estudos de Objetos de Aprendizagem (OA).

## 1.7 DESCRIÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Esta dissertação organiza-se em cinco (5) capítulos, respectivamente, cujos conteúdos estão dispostos abaixo.

O **Capítulo 1** aborda sobre a contextualização da pesquisa para definição do problema, seguida da justificativa, dos objetivos, geral e específico e escopo do trabalho. Há também a delimitação da pesquisa e uma breve visão geral do método.

O **Capítulo 2** inicia-se com a fundamentação teórica. Neste apresentam-se os conceitos básicos sobre a cegueira e o processo de formação da imagem mental em relação as propriedades da percepção.

O **Capítulo 3** levanta a questão do Design da Interação na educação inclusiva dos cegos congênitos. Além de demonstrar como as tecnologias assistivas auxiliam no processo de elaboração de representação gráfica pelas pessoas cegas e como essas compreendem a geometria Nesse contexto, o uso de manipulativos facilitam o reconhecimento e a identificação de formas geométricas.

O **Capítulo 4** destaca-se pela descrição do método de pesquisa, dividido em quatro (4) fases. Na primeira fase realizou-se a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) de modo a selecionar projetos semelhantes à dissertação, na segunda fase ocorre à pesquisa de campo com dois (2) grupos focais de cegos congênitos residentes em Curitiba. A terceira fase caracteriza-se pela validação do instrumento adaptado que contribui na elaboração de representação gráfica das pessoas cegas. Em seguida, a quarta fase ocupa-se das conclusões obtidos em relação às fases anteriores. Ao longo do capítulo também se explica técnicas adotadas na coleta de dados tais como: a entrevista estruturada, a entrevista com aplicação do questionário misto adicionada a uma dinâmica, a técnica de observação e o grupo focal testado nos dois ambientes pesquisados.

Por fim, **no Capítulo 5**, apresentam-se resultados da pesquisa realizada em cada ambiente com os cegos e passo a passo da validação do instrumento adaptado. Essa validação caracteriza-se pela análise minuciosa do processo de elaboração gráfica das pessoas cegas, a fim de formular e propor futuras recomendações do design que facilitem o reconhecimento de formas geométricas para posteriores estudos sobre objetos de aprendizagem.

## CAPÍTULO 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 PERCEPÇÃO HÁPTICA NA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE CEGOS

Este capítulo aborda sobre os conceitos da cegueira, a formação da imagem mental no processo cognitivo e como as propriedades multisensoriais da percepção, especificamente a espacial e a tátil influenciam no processo de representação gráfica das pessoas cegas. Além disso, também se comenta o uso das variáveis gráficas do design na identificação e percepção de objetos tridimensionais.

### 2.2 A CEGUEIRA

A Cegueira se define como a privação da vista. Ela pode ser dividida em parcial (pessoa com baixa visão, indivíduos capazes de perceber vultos, de contar dedos a curta distância e que conseguem perceber uma projeção luminosa, identificando a direção da luz) ou cegueira total (completa perda da visão, sem possibilidade de distinguir a percepção luminosa). O campo visual define-se como a distância angular abrangida quando olhamos um ponto no infinito mantendo estáticos os olhos e a cabeça, ou seja, a “*amplitude da área alcançada pela visão*” (CONDE, 2012).

A pessoa cega pode sofrer cegueira desde o nascimento por problemas genéticos ou desenvolve-las através de certas doenças como glaucoma e catarata. Contudo, as pessoas cegas utilizam mecanismos que permitam melhorar a sua qualidade de vida. Para Conde (2012), o cego necessita da instrução em Braille (sistema de escrita por pontos em relevo) e a pessoa com baixa visão de recursos ópticos, como ampliadores de tela utilizados em *websites*, os quais facilitam a leitura. O Braille destaca-se como um sistema tátil e universal de códigos que possibilita a escrita ou a leitura para pessoas cegas ou de baixa visão. Ele foi criado em 1825, por Louis Braille com o objetivo de incluir a linguagem para as pessoas cegas. Esse mecanismo compõe-se de 63 pontos que representam as letras do alfabeto, números e outros símbolos gráficos. Sua combinação origina-se da ordenação de 6 pontos dispostos de forma espacial em duas colunas verticais com três pontos à direita e três à esquerda (CONDE, 2012). A altura do Braille, de acordo com a ABNT contém entorno de 0,65 mm. A Lei do Cão guia nº 11.126, de

27 de junho de 2005, regulamenta o direito da pessoa com deficiência visual a utilizar o cão-guia e permanecer com o animal em todos os locais públicos ou privados de uso coletivo e a utilização de bastões também ajuda quando se trata de locomover-se. Morais (2011) afirma que a cegueira, além de parcial ou total, pode ser congênita ou adquirida. Há aqueles que nasceram cegos ou perderam a visão com pouca idade e aqueles que perderam a visão mais tarde. Sob o ponto de vista social, os cegos são mal compreendidos por boa parte daqueles que enxergam confundidos com pessoas de dificuldades motoras, físicas, emocionais e até cognitivas (AMIRALIAN, 1997). O cego vive no mundo onde ver assemelha-se a conhecer e onde a visão exerce função principal na formação da pessoa (ORMELEZI, 2000). O autor afirma que projetos realizados para equiparar as oportunidades de trabalho e estudo para esse público, dando ao cego a acessibilidade necessária para participar da sociedade e ser respeitado.

Portanto, essa dissertação conterà com a taxonomia utilizada pela Fundação Dorina, aderindo o termo ***Pessoa com Deficiência***, aprovado pela Convenção Internacional de Proteção e Promoção dos Direitos e Dignidades das Pessoas com Deficiência, pela Assembléia Geral da ONU, em 2006 e ratificada no Brasil em julho de 2008. Conseqüentemente, a palavra “*pessoa*” anterior a palavra cego, será freqüente ao longo da dissertação. A pesquisa ainda refere-se “*congênito*” para aqueles que nasceram cegos ou perderam a visão antes dos 3 anos de idade. Torna-se necessário investigar como esses indivíduos percebem o mundo e as dificuldades enfrentadas a fim de coletar informações da compreensão desses sujeitos em relação à área da geometria.

### 2.3 TEORIA DA COGNIÇÃO E FORMAÇÃO DA IMAGEM MENTAL DE CEGOS

Damásio (2010) utiliza o termo “*representação mental*” como sinônimo para imagem mental, padrão mental ou padrão neural. Ele denomina imagem e/ou representação todo o padrão neural configurado seja qual for sua fonte perceptiva. Nesta dissertação, a representação mental será apresentada como um sinônimo de “*imagem mental*”, já que ambos os termos se referem à lembrança dos seres humanos.

A percepção e representação mental, segundo Cattaneo *et al* (2008) são debatidos na psicologia cognitiva, pois os autores consideram a imagem mental como uma experiência perceptiva de objetos em sua ausência física. De acordo com esta linha, as pessoas nascidas com cegueira total, portanto, nunca tiveram um estímulo visual e não poderiam formular imagens mentais. No entanto, Damásio (2000), em seu livro “*O mistério da Consciência*”, refere-se à imagem mental como um padrão mental e afirma que as imagens mentais não são apenas visuais. O autor também menciona que as imagens mentais contêm modalidades sensoriais (visual, auditiva, olfativa, gustativa e somatossensitiva) sendo esta última representada por várias formas de percepção como a temperatura e a dor. Além disso, as imagens mentais destacam-se pelos aspectos visuais, estáticos, como pessoas, lugares e até sentimentos, resultando da consciência do ser humano.

A função cognitiva capta a informação pelos órgãos sensoriais, armazenando a informação (representada através de símbolos) e processando a informação (através da manipulação dos símbolos) para posterior uso na forma de uma ação no mundo (DAMÁSIO, 2000). Em outras palavras, o ato de conhecer, da ciência da cognição tradicional, destaca-se como um fator que representa, armazena, recupera e processa símbolos. As informações sinestésicas desenvolvidas pelas pessoas cegas através dos sentidos decodificam e armazenam na memória as informações. Sem a visão, os outros sentidos passam a receber a informação de forma fragmentada, por isso é necessário compreender como a informação é armazenada (MEC, 2000).

Nessa mesma linha Sacks (2006) menciona que para as pessoas cegas, a visualidade é adquirida após vários anos de vida, enfrentando inúmeras dificuldades ao longo do aprendizado para passarem a estabelecer uma relação correta entre um olho que vê e um cérebro que configura a informação adequada a essa visualidade (SACKS, 2006). O autor ainda aborda que as manchas e sombras que a criança vê no primeiro mês de vida assimilam-se ao “*qualis signos*” que na teoria semiótica de Peirce nomeia metaforicamente os objetos que os sujeitos concebem ou visualizam sem definição, manchas de cor. As figuras surgem recortadas pela sua linha de contorno, em um fundo múltiplo e difuso.

Cattaneo & Vecchi (2011) ressaltam que os cegos congênitos conseguem formar imagens mentais baseadas nas percepções táteis e auditivas, estas não necessariamente visuais. Nunes & Lomônaco (2010) salientam que à limitação

visual, do indivíduo cego tem uma vivência diferenciada e isto define uma estrutura mental diferente daquele que vê, marcando formas de processamento perceptivo e, conseqüentemente, formas de organização do processo cognitivo. Duarte (2011) afirma que a cegueira define-se em dois aspectos: o primeiro, possuir ou não um aparelho visual capaz de captar imagens. O segundo *“possuir ou não uma experiência de vida (padrões neurais) que permita decodificar os sinais projetados na mente pelo aparelho visual”* (DUARTE, 2011). Segundo a autora, a medicina denomina *“cego”* aquele cujo aparelho visual não permite captar imagens e *“agnóstico”* aquele que não é capaz de decodificar as imagens, mesmo estando apto para captá-las. O cego total e congênito é também agnóstico.

Duarte (2011) explica que a percepção total de um objeto, por uma pessoa cega congênita, ocorre somente se este couber na palma de sua mão. Grandes objetos são percebidos através da sua textura, temperatura, densidade de sua massa, porém a percepção totalizadora da forma, que indica seu tamanho e a ocupação do espaço é inexistente.

A percepção visual é aprendida ao longo da vida e é semelhante ao desenho, pois para perceber um objeto é necessário destacá-lo do fundo. De acordo com as teorias anteriores Borges *et al* (2004) expõe que essas abordagens sobre comportamento humano influentes na dissertação estão relacionados com a teoria da forma *Gestalt* e o construtivismo, tendo Piaget como principal representante. A idéia central dessas correntes explica que os sentidos são variáveis e dependem da situação, da época, da necessidade e da importância da informação naquele momento (BORGES ET AL, 2004).

Dessa forma, faz-se necessário expor os pontos de vista de cognição propostos por Piaget e Vygostky, na tentativa de compreender o processo de cognição das pessoas cegas e sua relação com objetos (visão piagetiana) e pessoas (visão vigotskiana), conforme o próximo tópico.

### 2.3.1 O desenvolvimento cognitivo de cegos na visão de Piaget e Vygostky

De acordo com Ormelezi (2000) grande parte das pesquisas sobre a cognição específica da cegueira é de origem americana, inglesa e espanhola e em sua maioria baseada na teoria piagetiana. Os estudos comparam crianças cegas e videntes e se concentram nas idades de quatro a nove meses e de seis a doze anos. Piaget e seus colaboradores não efetuaram estudos com os cegos propriamente ditos, no entanto seus trabalhos incentivaram muitos estudiosos a pesquisar sobre crianças cegas.

Segundo Amiralian (1997), na visão piagetiana as sensações e a motricidade são processos básicos do desenvolvimento cognitivo. Piaget (1996) considera a falta da visão limitante para este desenvolvimento. Amiralian (1997) cita alguns autores da linha de Piaget que desenvolveram estudos relevantes sobre cegos e o desempenho nas tarefas do cotidiano conforme as teorias de Gottesman (1976), Snalow (1976), Anderson & Olson (1981) e Hall (1981).

A análise de Amiralian (1997) mostra que na maioria dos estudos há um atraso na função cognitiva das crianças cegas congênitas. Crianças videntes entre 4 a 9 meses, comparadas com crianças cegas da mesma idade, demonstram um interesse maior em tatear objetos, têm mais interesse pelo ambiente, além de desenvolverem mais rápido a inteligência sensório-motora. A preocupação em comparar o desempenho das crianças cegas com as não cegas, ocorre pelo fato dos pesquisadores acreditarem que as diferenças perceptivas não implicam em alterações na qualidade do processo cognitivo.

Os estudos piagetianos analisados por Amiralian (1997) indicam que as crianças que perdem a visão antes dos cinco (5) anos de idade não retêm referências visuais, pois formam imagens mentais estáticas e descontínuas. Ormelezi (2000) acrescenta que há abordagens a serem consideradas nos cinco primeiros anos de uma criança em relação à cognição e a formação de imagens mentais, como por exemplo, a coordenação olho-mão, a linguagem, imitação, “*a qualidade das relações afetivas primitivas dissociadas da cognição*”, a condição da mobilidade e a permanência do objeto. Quanto mais cedo se perde a visão, menos a criança vive essas experiências.

Conclui-se na perspectiva piagetiana (1996) que a motricidade é uma das bases para o desenvolvimento cognitivo e a linguagem não compensa a defasagem ocasionada pela falta da visão. A visão piagetiana (1996) não contém uma compreensão exata dos indivíduos cegos, pois os pesquisadores investigam apenas o pensamento lógico comparando os processos de aquisição cognitiva entre os cegos e os videntes, como se fossem idênticos.

Todavia, os estudos da linha de Piaget proferem um atraso no desenvolvimento das crianças cegas ocasionada pela necessidade de haver a mediação entre criança e seu entorno, necessitando de mais estímulo. O foco da perspectiva piagetiana é, portanto, voltado à relação interativa entre o sujeito e o objeto, não estendida à relação social. Fazendo necessária a visão de Vygotsky sobre o assunto.

Contrapondo Piaget, Vygotsky (1993) atenta as pesquisas para a psicologia voltada para o lado social da cegueira. Para o autor a “cegueira destaca-se como uma condição que cria uma nova e única matriz da personalidade”. Vygotsky (1993) define:

“[...] a cegueira como uma condição normal da criança cega. A criança sente a sua singularidade apenas indiretamente e, secundariamente como resultado de sua experiência social”. (VYGOTSKY 1993, p.66)

O autor ressalta que o cego deve ser estimulado a superar os sentimentos de inferioridade e a fortalecer sua autoestima. “A educação deve lidar menos com os fatores biológicos e mais com suas consequências sociais” (VYGOTSKY, 1993, p.66). A respeito do desenvolvimento cognitivo da criança, Ormelezi (2000) diz que para Vygotsky, a criança de 2 a 6 anos de idade, desenvolve a capacidade de categorização, generalização de experiências e, na ausência do objeto, o busca mentalmente com a aquisição da linguagem, a qual se torna a grande mediadora dessa função e exerce um papel fundamental na organização do seu mundo.

Para ampliar o entendimento sobre a cognição dos cegos, Buerklen (apud Vygotsky,1993) coletou opiniões sobre diversos autores e concluiu que a pessoa cega desenvolve um alto grau de memorização e um alto poder de percepção auditiva e tátil. Sobre esta afirmação, Vygostky acrescenta que a cegueira, como uma desvantagem física, impulsiona processos compensatórios. Cada sentido sensorial exerce uma função singular, mais evidenciada quando comparada com as pessoas com visão.

Voltado para o lado social da educação, Vygotsky (1993) argumenta que, para o aluno cego, a colaboração e as atitudes sociais e cotidianas ajudam a promover vias alternativas para as tarefas convencionais. Para o autor, escolas especiais não são satisfatórias, pois criam um pequeno e segregado mundo onde tudo é ajustado para as necessidades da criança, seja ela cega, surda ou com alguma deficiência mental. Ao invés de ajudar as crianças, essas escolas as distanciam do mundo real.

Segundo Smagorinsky (2012), a solução de Vygotsky visando a inclusão das pessoas cegas, era fornecer alternativas de mediação para esses indivíduos de modo a reeducar as pessoas para verem a diferença de modo mais equitativo e generoso, de modo a reduzir o contexto social com relação ao estigma e preconceito.

Para Vygotsky (1993) a cegueira não impede a socialização. O autor cita o trabalho de Petzeld (1925) que propõe que a característica mais distinta da personalidade do cego é o poder de internalizar, por meio do discurso, a experiência da visão. Este poder confere ao cego um potencial para comunicação plena, tornando possível a compreensão mútua dos dois mundos entre cegos e videntes. Logo, a interação e a comunicação entre o cego e as pessoas a sua volta exerce importante função para a inteira compreensão do sentido das palavras.

Concluindo os pontos de vista de Piaget e Vygotsky ambos indicam a necessidade de uma mediação entre o sujeito cego e o mundo que o cerca. Para a referente dissertação adota-se a visão de Vygotsky que relata que o atraso no aprendizado da criança cega, é devido à falta de mediação e sua defasagem deve-se à falta de informações transmitidas e não à capacidade de processá-las.

Portanto, distintos pontos de vista, para a compreensão da imagem mental ou formação de conceitos do *contexto* onde são geradas essas informações. Assim como o uso da linguagem e o compartilhamento do conhecimento que exerce importante função para o processo cognitivo dos cegos.

## 2.4 AS PROPRIEDADES MULTISENSORIAIS DA PERCEPÇÃO DO OBJETO

De acordo com Damásio (2000) a percepção define-se:

[...] como um processo de organização e interpretação de dados sensoriais recebidos (sensações), para o desenvolvimento da consciência do ambiente que nos cerca e de nós mesmos (DAMÁSIO 2000, p. 52).

Todavia, a percepção estabelece a relação do indivíduo com o seu meio envolvente, percebendo o mundo que nos rodeia em um processo contínuo de extração de informação, ativo e complexo, onde nem as estruturas que compõem cada sistema sensorial, nem os objetos do mundo que aparecem na consciência estão pré-determinados. Assim, define-se a percepção como “um processo psicológico através do qual quem percebe interpreta e atribui um sentido à informação que lhe chega através das distintas modalidades sensoriais as quais destacam-se a visão, a audição, o tato, a somatoquinesia, o olfato e o paladar” (JIMÉNEZ, 2002, p.181). Segundo Miller (2004) a presença e condição do indivíduo são extremamente importantes para a percepção do estímulo, dado que o indivíduo possui diferentes tipos de percepção as quais permite se adequar à informação recebida e, assim, organizar as representações do mundo. Deste modo, pode-se classificar a percepção, em distintas modalidades sensoriais tais como:

- 1. Percepção Visual:** percepção de raios luminosos pelo sistema visual. Caracteriza-se pela percepção das formas, relações espaciais, cores, intensidade luminosa e movimentos;
- 2. Percepção Auditiva:** percepção de sons pelos ouvidos. O estudo da percepção auditiva baseia-se na análise da percepção de timbres, alturas e freqüências da intensidade sonora e volume na percepção rítmica, intensamente relacionada com a percepção temporal;
- 3. Percepção Olfativa:** percepção de odores pelo nariz. Apesar do olfato não ser um sentido muito apurado nos seres humanos, este é extremamente importante para o nosso paladar, nomeadamente durante a alimentação;

4. **Percepção Gustativa:** percepção de sabores pela língua, geralmente associada ao prazer. Tal como o olfato, representa um dos sentidos menos desenvolvidos nos seres humanos;
5. **Percepção Tátil:** percepção de objetos e sensações pela pele. Este tipo de percepção permite reconhecer a presença, forma, tamanho e temperatura dos objetos em contato com o corpo. Além disso, permite o adequado posicionamento do seu corpo como proteção física. Este tipo de percepção não é uniforme, dado que as mãos, a língua e os lábios apresentam uma maior sensibilidade, pelo que é mais acessível para os mesmos na identificação dos estímulos;
6. **Percepção Temporal:** percepção das durações temporais de ritmo, ordem temporal e simultaneidade. Este tipo de percepção é importante na música e esta relacionada com a percepção auditiva. A percepção temporal não é exclusivamente identificada por nenhum órgão, resultando da identificação combinada dos sentidos e das potencialidades do cérebro;
7. **Percepção Espacial:** percepção das distâncias entre os objetos. Não existe nenhum órgão específico que identifique a percepção espacial, dado que a percepção da distância e do tamanho relativo dos objetos implica na conjugação da percepção auditiva, visual e temporal. Deste modo, poderemos identificar se um objeto se está próximo ou através do som mais ou menos intenso por ele produzido, pela observação das dimensões ou pela análise do aumento ou diminuição da percepção;

Considerando as diversas modalidades de percepção apresentadas nesse tópico à pesquisa foi direcionada, exclusivamente, para a questão da percepção espacial e tátil do cego congênito com o intuito de identificar os aspectos táteis dos objetos do cotidiano que se tornam significativos para o reconhecimento de objetos tridimensionais pelas pessoas cegas em relação ao espaço.

### 2.4.1 O Processo de Percepção Espacial dos Cegos Congênitos

A habilidade espacial representa a capacidade de percepção das referências de posição e orientação dos objetos no espaço, além do conhecimento na resolução de problemas do cotidiano (MORAN, 2000). Na ausência de visão, a pessoa cega aprende do seu modo, como por exemplo, no processo de localização e referencial espacial, através dos sentidos auditivos, perceptivos e táteis (SILVA; PASCOAL; PEREIRA, 2008). Para que a pessoa cega compreenda e desenvolva a percepção espacial necessita da interação com o mundo. Os conceitos para o aprendizado das representações espaciais segundo Faé (2009) constroem-se com base nas habilidades das noções espaciais, por meio das observações, atividades escolares e cotidianas. Embora o indivíduo com deficiência visual tenha todas as condições de aprender tão bem quanto à pessoa sem deficiência, a maior dificuldade do deficiente visual, na escola, é deparar-se com a não aceitação e o não reconhecimento dos professores à sua limitação visual (VENTORINI, 2007).

Abbagnano (2007), nessa mesma linha explica que o deficiente visual necessita compreender o mecanismo da representação para adquirir mobilidade e desenvolver habilidades, ou seja, a ação de representar dada informação obtida através de uma abstração, que indica imagem ou idéia – ou ambos – em semelhança com determinado objeto. Os deslocamentos nos diferentes espaços proporcionam ao deficiente visual estímulos da memória e da organização espaço-temporal que propiciam maior interação com a sociedade, permitindo movimentos do corpo e evitando assim o seu isolamento (BOURDIEU, 1990).

O processo de comunicação e linguagem das pessoas cegas, conforme Barros (2010) diferencia-se pela percepção tátil e pela linguagem verbal. Segundo o autor, atua como mecanismo controlador, mobilizando a atenção entre os armazenamento temporal do canal fonológico do cego e do registro Visio - espacial, cujos elementos são captados através da memória sensorial analisados na carga cognitiva do usuário. De acordo com a Psicologia Cognitiva, a recepção e a interpretação de informações pelos usuários cegos, o levam a agir em função dos aspectos físicos do objeto. Portanto o processamento cognitivo da informação chega em seu organismo, através de estímulos captados pelos órgãos sensoriais. Esses sentidos são conduzidos pelos nervos sensoriais até o cérebro, onde são interpretados e usados

na tomada de decisões, gerando uma resposta. No modelo de processamento humano de informação proposto por Wickens (1992), as fases desse processo podem ser divididas em três etapas, embora estas sejam inter-relacionadas, não ocorrendo isoladamente. A primeira etapa consiste na aquisição da informação, com a fase de sensação e percepção; a segunda etapa está relacionada ao armazenamento da informação na memória; e a terceira etapa, à tomada de decisões, com a produção de respostas. Estas etapas estariam conceitualmente configuradas conforme a Figura 1.

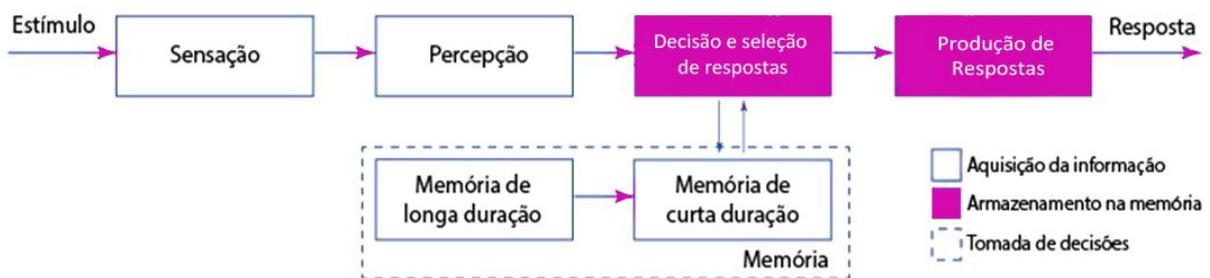


FIGURA 1: MODELO DE PROCESSAMENTO HUMANO DE INFORMAÇÃO

FONTE: WICKENS (1992)

Destaca-se enquanto a sensação é um fenômeno essencialmente biológico condicionado a um limiar, a percepção espacial depende do reconhecimento da informação, que por sua vez, está ligado às informações armazenadas na memória, e fatores específicos do indivíduo como: personalidade, nível de atenção, motivação e expectativa. A percepção espacial, explana para Grandjean (1998) que não é uma cópia autêntica do mundo exterior, processo puramente subjetivo e influenciado, no qual uma mesma sensação pode produzir diferentes percepções em diferentes pessoas, levando-as a tomarem diferentes decisões.

Para Sacks (2006), o cego congênito não compreende a idéia de espaço, pois não o vê. O espaço para os cegos é definido pelo seu próprio corpo. Em outras palavras, a posição do seu corpo é reconhecida pelo tempo que este esteve em movimento. Dessa forma Sacks (2006) sustenta a idéia de que o cego vive exclusivamente dependente do tempo. O tempo também define a dimensão de um objeto. Segundo Duarte (2011), esta dimensão se dá “pelo tempo que suas mãos gastam em percorrer o objeto”. Conseqüentemente o registro mental dispõe-se como uma ordenação sequencial-temporal e não visual-espacial. Complementando essa idéia Loch *et al* (2009) relatam que o processo de aquisição do conhecimento

espacial se dá numa sucessão interrupta de estágios, os quais dependem exclusivamente das características do mundo físico bem como sua movimentação, dos órgãos sensoriais do cego e sua motivação. Callai (2005) destaca que para o deficiente visual compreender o espaço, ele deve ser capaz de fazer a leitura desse espaço representado em um mapa.

Loch *et al* (2009) consideram que o cego seja capaz de desenhar com a ajuda do movimento, trajetos, plantas de casas, da sala de aula, entre outros ambientes do cotidiano que estimulem sua percepção espacial. Complementando essa informação, Padovani & Moura (2008), explicam que a organização do conhecimento espacial, aliada a inserções da imaginação do usuário, geram representações mentais do ambiente e a formação de imagens ambientais que permitem o indivíduo relacionarem os diversos elementos presentes no espaço (como o posicionamento relativo, distâncias, rotas e etc).

Portanto com base nas referências anteriores sobre o conhecimento espacial, verificou-se que a ausência de visão é um obstáculo na obtenção de conceitos espaciais, todavia a pessoa cega configura a percepção do espaço a partir de atividades operatórias que dependem do fator movimento, tempo e ambiente. Dessa forma, o processo de representação gráfica das pessoas cegas auxilia também na expressão motora, em tornar as imagens mentais e espaciais dos cegos congênitos inteligíveis. Esse recurso de expressão gráfica define-se como elemento espontâneo e vital em relação a outros meios de comunicação, por esta razão o desenho, deve ser incentivado como forma de expressão (AMIRALIAN, 1997).

#### 2.4.2 A percepção tátil no reconhecimento de objetos tridimensionais

Segundo Chauí (2003), a palavra percepção deriva de "*percipio*" que significa agarrar, prender, tomar nas mãos, empreender, receber ou suportar. Essa etimologia associa a percepção do tato com o movimento, considerando a ação por contato junto aos sentidos tocados (pela luz, pelo som, pelo odor, pelo sabor). Portanto, faz-se necessário esclarecer a distinção entre os conceitos sobre tato e sensação de modo a compreender como a percepção tátil influencia no manuseio de objetos físicos pela pessoa cega.

Lederman & Klatzky (2009) destacam o tato como o primeiro sentido que se desenvolve no ser humano, correspondente ao sistema sensorial somático, ou somatossensorial composto por uma variedade de terminações nervosas distribuídas pelo corpo no processamento de diferentes estímulos. A influência do tocar conduz pesquisas em diversas áreas do conhecimento. Enquanto na visão é possível estudar a ausência e a presença deste sentido, no tato, por sua extensão fisiológica, demonstra-se difícil isolar suas variáveis ou até mesmo eliminá-las (ACKERMAN, 1993). Ao contrário dos outros sentidos, o tato órgão sensorial é definido por nervos específicos, como no caso do olho e nervo ótico, trata-se de uma via sensorial onde trafegam percepções capazes de amplificar os sentidos e facilitar o processo cognitivo (KNOBBE, 2004).

Conforme Sathian, K & Lacey, S. (2008) a percepção tátil ocorre nas sensações em resposta a estímulos externos e alteração do ambiente. Estas se caracterizam como exteroceptivas (fornecem informação a respeito do ambiente externo) e interoceptivas ou viscerais (transmitem informações a respeito das funções internas). Nas sensações exteroceptivas, há quatro tipos de sensações destacadas como: a dor, a sensação térmica (temperatura), pressão e sentido proporcional. O estímulo tátil contém receptores que produzem uma descarga de potencial ação nas fibras aferentes da mão. Os sinais traduzidos na pele transmitem interações diretas ao sistema nervoso central (KANDEL; SCHWARTZ; JESSEL, 1997; BRIDGEMAN, 1991). Segundo Piaget (1996), a questão das sensações e percepções obtidas desde criança esta relacionada com a questão psicológica e cognitiva. Portanto, a fisiológica envolve dispositivos táteis os quais transmitem a sensação de textura, força e sensação térmica. Observa-se na figura 2 a distribuição destes receptores na pele.

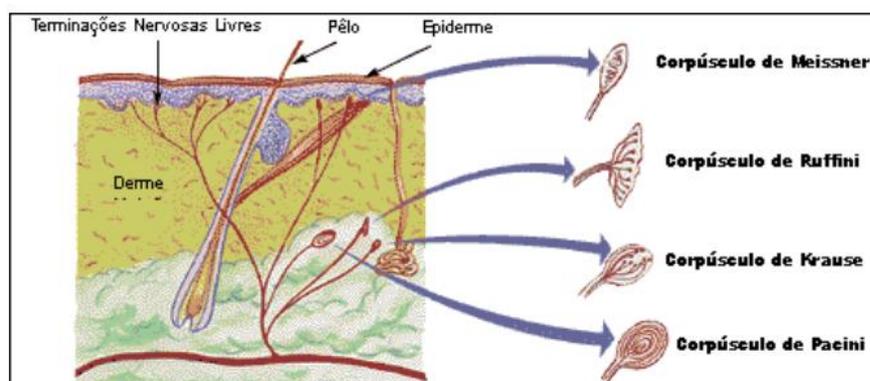


FIGURA 2: DISTRIBUIÇÃO DE RECEPTORES DA PELE

FONTE: PIAGET (1996)

Tem-se na percepção, segundo Treisman (2012), a origem dos conhecimentos. Estes tornam possíveis o pensamento e a linguagem. Esta origem torna-se explícita em nossa linguagem e pensamento. Logo, a percepção tem sua apreensão dependente das sensações, acompanhada de representações e freqüentemente de juízos. A sensação define-se como um fenômeno psíquico elementar que resulta da ação de estímulos externos sobre os órgãos dos sentidos. Elas caracterizam-se como externas e internas, vistas anteriormente na imagem de Piaget. As sensações externas são aquelas que refletem as propriedades e aspectos dos objetos humanamente perceptíveis encontrados no mundo exterior, portanto faz-se necessária a compreensão das propriedades da percepção tátil.

Sathian, K & Lacey, S (2008) abordam as propriedades tecnológicas ligadas à superfície dos produtos, sendo elas a temperatura, a dureza, a textura e a rugosidade. Já as propriedades geométricas caracterizam-se pela forma e o tamanho. O Peso destaca-se como um híbrido da propriedade, refletindo o material do objeto (densidade) e estrutura (volume). Lederman & Klatzky (1998) descrevem a exploração do objeto e as propriedades, sob a forma de procedimentos experimentais (EPS), conforme mostra a figura 3:



FIGURA 3: PROPRIEDADES DA PERCEPÇÃO DE OBJETOS

FONTE: KLATZKY (1987)

Portanto, as propriedades da percepção tátil dividem-se em: propriedades da superfície e propriedades geométricas do objeto, consideradas como fatores relevantes no reconhecimento da percepção tátil das pessoas cegas, as quais são abordadas no próximo tópico.

#### 2.4.2.1 Propriedades da superfície do Objeto

Segundo Manzini (1993), a superfície do objeto caracteriza-se como a localização do conjunto de pontos em que acaba o material de que o objeto é feito e começa o ambiente exterior. A superfície pode ser autônoma em relação ao objeto que a limitasse; sua função é servir como interface entre dois ambientes distintos. Na mesma linha o autor, também menciona potenciais de leitura, onde se reforça a necessidade de um planejamento da sua construção. Etimologicamente, a palavra superfície deriva do latim (super, superior e facies, face) e está relacionada geometricamente ao conceito de área/face pelo comprimento e a largura do objeto, à parte externa dos corpos, ou seja, à aparência (FERREIRA, 2005). Os corpos caracterizam-se como tridimensionais, e o ato de circunscrevê-los pressupõe a limitação do todo. Portanto a superfície é dita como bidimensional, mas percebida no espaço tridimensional, o que acarreta algumas implicações na sua representação – tais como localização no espaço e pontos de observação relativos ao sujeito (MENEZES & PASCHOARELLI, 2009). Embora retratada como bidimensional, no mundo físico do homem e de seus artefatos diz-se que ela é predominantemente bidimensional e percebida em um espaço tridimensional em sua manipulação (BARACHINI, 2002). Essa colocação estabelece o conceito de superfície-envoltória. Damázio (2006) afirma que a superfície-envoltório (SE) caracteriza-se segundo o objeto a partir do volume, mesmo que este seja pouco expressivo. O objeto depende diretamente do volume, enquanto produto apreendido antes da caracterização da superfície. A superfície possui um caráter modificador do objeto em sua camada superficial, no todo ou em parte de sua área, tendo impacto pequeno sobre a configuração do volume conforme mostra a figura 4.

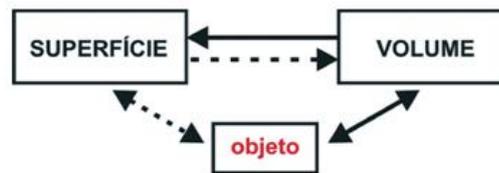


FIGURA 4: A CONFIGURAÇÃO DO VOLUME NO OBJETO

FONTE: DAMÁZIO (2006)

Dessa forma a pesquisa parte para a área do Design de Superfície ou “*Surface Design*”, com ênfase na percepção do usuário e os aspectos técnicos relativos ao objeto. Para essa dissertação o Design de Superfície destaca-se como área complementar do projeto, não sendo totalmente aprofundada na dissertação em questão, porém levando em conta estudos no contexto do Design de Produto. Ada Schwartz (2008) aponta a existência de três formas de abordagem no design de superfície: a representacional que aborda sobre a geometria e representação gráfica; a constitucional que trata dos materiais e procedimentos da confecção e finalmente a abordagem relacional, estuda as relações estabelecidas entre o sujeito, objeto e meio. A superfície-envoltória projeta-se com a aplicação de interfaces ou informações presentes no objeto, percebidas através do volume (DAMÁZIO, 2006). Portanto as interfaces ou informações presentes no objeto compõem-se em: temperatura, dureza, textura e rugosidade, elementos da informação para o reconhecimento do objeto:

- a. Temperatura: A ciência da transferência de calor se refere à análise da taxa de sua transferência em um sistema (KUNZLER, 2003). A energia transferida pelo fluxo de calor não pode ser medida diretamente, sendo relacionada à grandeza mensurável que se denomina temperatura. Kunzler (2003) observa que a temperatura em um sistema, flui da região de alta temperatura para a de baixa temperatura, ou energia em trânsito devido a uma diferença de temperatura. Nos estudos de transferência de calor, consideram-se três modos distintos de calor: condução, convecção e radiação. Na prática, a distribuição de temperatura obtém efeitos combinados nos modos de transferência de calor, sem isolar o conceito de temperatura (KUNZLER, 2003).

- b. Dureza: A dureza do material destaca-se como um dos fatores utilizados na seleção do material relacionada com a resistência e durabilidade do produto, como a resistência da superfície do material à penetração de outro material mais duro (KUNZLER, 2003). Esses materiais podem ser classificados em diferentes classes: cerâmicos, naturais, compósitos, metais e polímeros.
- c. Textura: A Textura da superfície, dentre as propriedades perceptivas caracterizam termos táteis a sua rugosidade, aderência, escorregamento ou atrito. Ela por mais lisa que possa parecer por nossa percepção, é caracterizada pela rugosidade que possui (KUNZLER, 2003).
- d. Rugosidade: A rugosidade é o conjunto de irregularidades, ou seja: pequenas saliências e reentrâncias que caracterizam uma superfície, ela reflete as propriedades da superfície tocada com a interação pela qual a superfície ou objeto é explorado manualmente (TAYLOR & LEDERMAN, 1975). A rugosidade destaca-se como o resultado intrínseco do processo do produto para o acabamento superficial, sendo estes os parâmetros:
- Rugosidade Média – Média aritmética dos valores absolutos dos pontos perfil de rugosidade (picos e vales), em relação à linha média de medição;
  - Desvio Médio Quadrático – Raiz quadrada da média dos quadrados das ordenadas do perfil, em relação à linha média dentro do percurso de medição;
  - Rugosidade Máxima – Maior valor das rugosidades parciais que se apresenta no percurso de medição;
  - Profundidade Total da Rugosidade – Distância vertical entre o pico mais alto e o vale mais profundo dentro do comprimento de avaliação independentemente dos valores de rugosidade parcial;

Soler (1999) ressalta sobre o uso da rugosidade utilizada de maneira adequada para as pessoas cegas. Pois, elementos incluídos nos dados objetos, não devem ser considerados sensações táteis ruidosas ou excessivas de informação. Conforme demonstra o Quadro 2 a informação pode gerar outro tipo de mensagem.

QUADRO 2: ASPECTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA RUGOSIDADE

ASPECTOS POSITIVOS (+)	ASPECTOS NEGATIVOS (-)
Material de Pelúcia	Lixa
Felpa	Cartão Áspero
Algodão	Objeto Pontiagudo
Veludo	Objetos que queimam
Textura Fina	Gelo
Madeira	Terracota sem acabamento
Metal Fino	Metal Oxidado
Vidro Polido	Objeto Cortante
Cortiça	Vibração
Liberdade de movimento	Opressão ou violação

FONTE: SOLER (1999)

Nota-se que a acuidade espacial na ponta dos dedos da população de forma geral, vem crescendo com o aumento da idade tanto para videntes como para indivíduos cegos (GOLDREICH & KANICS, 2003; MADISON & MILLER, 2008). Portanto faz-se necessário o uso correto dos aspectos da rugosidade e textura para a percepção tátil de indivíduos cegos (GRANT, THIAGARAJAH, & SATHIAN, 2000).

#### 2.4.2.2 Propriedades Geométricas do Objeto

As propriedades geométricas caracterizam-se pela **forma** e o **tamanho** dos objetos. O **Peso** também se destaca, contudo ele é considerado um híbrido das propriedades geométricas e de superfície, refletindo o material do objeto, ou seja, sua densidade, bem como sua estrutura, a qual resulta em seu volume.

O tamanho e a forma dos objetos podem ser considerados: objetos que se encaixam entre os dedos e, revelando sua forma com a aderência da pele, delimitando contornos que vão além da ponta do dedo escala para o qual a percepção da forma revela a compreensão do todo. O tamanho do objeto é definido pelas dimensões que apresenta. Para objetos com uma dimensão caracterizam-se como: comprimento, largura ou altura. Para objetos de duas dimensões: a superfície,

para objetos com três dimensões: o volume (GOODWIN, MACEFIELD & BISLEY, 1997; LAMOTTE & SRINIVASAN, 1993).

As propriedades geométricas influenciam na veracidade de uma forma sistemática. Por exemplo, a percepção da curvatura depende do formato convexo ou côncavo conforme Horst & Kappers (2008), o sentido do movimento sobre a superfície citado por Davidson (1972), a posição da mão sobre o estímulo (PONT, KAPPERS & KOENDERINK, 1998), e por fim a forma dos outros elementos em relação à curvatura (VOGELS, KAPPERS, & KOENDERINK, 1999) Portanto, a forma destaca-se como um fragmento bidimensional do volume, em relação a um objeto.

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

A percepção do cego congênito total depende das sensações sinestésicas no processo de formação da imagem mental derivada dos outros sentidos, principalmente do tato. A imagem mental associa-se às propriedades de percepção tátil (temperatura, dureza, textura, rugosidade, forma, tamanho, peso, volume e densidade de sua massa), a percepção total, restrita a tudo que caiba em suas mãos. O uso de variáveis gráficas como: a orientação da linha, a união de pontos, a exploração da forma, e a elevação da textura (espessura ou altura) elementos utilizados para construir códigos táteis no reconhecimento de objetos tridimensionais para pessoas cegas. A representação gráfica desses indivíduos influencia na expressão motora, em tornar as imagens mentais em inteligíveis. Portanto, incentiva-se o estudo do desenho para o cego congênito, espontâneo e vital, em relação a outros meios de comunicação no processo de organização cognitiva e diferenciada. Todavia, a elaboração do desenho deve ser mediada diante a um vidente, aproximando os dois mundos no compartilhamento de informações para a completa compreensão do significado dos objetos.

## CAPÍTULO 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 3.1 O DESIGN DE INTERAÇÃO NA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE CEGOS

Este capítulo contempla a conceituação do design de interação, em conjunto com mecanismos de interação os quais auxiliam no processo de representação gráfica de cegos congênitos. As temáticas envolvem as Tecnologias Assistivas (TAs), os Objetos de Aprendizagem (OA) e o processo de elaboração da representação gráfica de pessoas cega. Por fim explica a questão das interfaces tangíveis e manipulativos no âmbito da educação inclusiva como auxílio para o estudo do desenho da Geometria e como esses dispositivos facilitam no reconhecimento de objetos tridimensionais.

### 3.2 AS TECNOLOGIAS ASSISTIVAS NA ELABORAÇÃO DO DESENHO

Pinheiro (2007) relata que o design de Interação (DI), surgiu recentemente em 1980 com a expansão das GUI (Graphical User Interface), interfaces gráficas com a utilização dos computadores. O termo foi proposto por Bill Moggridge, sócio fundador da empresa de design IDEO, no final dos anos 1980 (SAFFER, 2007). De acordo com Löwgren (2008) DI define-se como a concepção de produtos interativos e de serviços com um foco específico quanto ao seu uso em duas perspectivas decorrentes de diferentes tradições intelectuais. A primeira visão descreve o DI como uma disciplina de design focada em artefatos digitais através da interação de pessoas junto a produtos interativos e sua interface. Conforme Erickson (2005) o DI está relacionado com o design de qualquer produto, seja ele um objeto, sistema ou ambiente cujo objetivo auxilia tanto para a interação de uma pessoa com o artefato quanto uma interação entre pessoas mediada pelo produto. Ressaltando essa afirmação, Dan Saffer (2007, p. 4) analisa o Design de Interação como a *“Arte de facilitar a interação entre os seres humanos através de produtos e serviços, com a interação entre os seres humanos e os produtos que têm algum tipo de conscientização”*, em expressar sentimento e de responder aos seres humanos. Já Arvola (2005) aponta o DI como o design da mediação cuja preocupação se baseia no uso social de artefatos interativos. Segundo o autor:

[...] DI é o design da interação com o produto, através do produto e por meio do produto. O qual o objeto para o design de interação descreve-se em três níveis: a interface do usuário e a interação com ela; o artefato que faz a mediação com os meios para a ação e a atividade do uso e por fim o objeto dirigido em materiais e pessoas (ARVOLA, 2005, p. 215).

A segunda perspectiva sobre Design de Interação, descreve como a relação entre homem-computador. De acordo com Moggridge (2007, p. 659) as duas definições para o DI, abordam sobre os aspectos subjetivos e qualitativos em relação ao meio digital e interativo, estabelecendo um design útil, desejável e acessível, cujas interações sejam ativadas pela tecnologia digital, por computadores, chips embutidos em produtos ou ambientes, serviços e Internet. Por outro lado, Preece *et al* (2005, p. 28) definem o DI como o Design de produtos interativos que fornecem suporte às atividades cotidianas das pessoas, tanto no ambiente doméstico como no trabalho.

Cooper (2007) aborda o Design de Interação como produtos interativos digitais, ambientes, sistemas e serviços. No entanto, focando em disciplinas tradicionais que geralmente o design não explora como o design de comportamento. Para Löwgren (2008) as duas abordagens tendem a se completar no que tange os níveis de interesse em questões estéticas e éticas, na natureza de entendimento sobre os objetivos (evolução ou especificação) e na importância atribuída à criação de idéias durante o processo. O autor divide o campo DI pelas tecnologias envolvidas (serviços, mobile, computação ubíqua, serviços web, serviços adaptáveis e interação tangível), pelo tipo de uso (produtividade, games, comunicação, entretenimento e correlatos) por estruturas do mercado e processo de desenvolvimento da organização (desenvolvimento de produto, de sistemas, administração e áreas afins).

Em relação às pessoas com deficiência, permanente ou temporária, estas utilizam a internet com o auxílio da interação das Tecnologias Assistivas (TAs). Segundo o Decreto nº 6949, formulado em 25 de agosto de 2009, é necessário que facilitem o acesso a esses sistemas, de acordo com a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Nesse novo contexto, conforme Carvalho, Silva e Pagliuca (2013) a educação mediada pelas tecnologias da informação e das comunicações (TICs), tem disponibilizado uma oportunidade de aprendizado a todos os cidadãos. Portanto, é necessário compreender como o uso

das Tecnologias Assistivas (TA), cegos congênitos, com o apoio das conforme mencionado no próximo tópico.

Segundo Nóbrega (2011) o termo inclusão representa um paradigma baseado em políticas sociais na inserção de indivíduos de uma sociedade em todas as categorias da vida social. Esta concepção ressalta a idéia do todo, e não de sua maioria. Conseqüentemente, para incluir todas as pessoas, a sociedade deve ser modificada a partir do entendimento de que precisa ser capaz de atender às necessidades de seus membros (SASSAKI, 2005. p. 21).

Para o americano Ron Mace (2013) as pessoas que se adéquam às dimensões da acessibilidade e a premissa do desenho universal colaboram com o processo de interação de plataformas. A Convenção sobre o direito das Pessoas com Deficiência no Brasil define o desenho universal da seguinte maneira:

[...] significa a concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados, na maior medida possível, por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou projeto específico. O “desenho universal” não excluirá as ajudas técnicas para grupos específicos de pessoas com deficiência, quando necessárias (BRASIL, 2009. p. 25).

A acessibilidade na Web visa promover o acesso a um produto Web, seja este uma simples página pessoal, um site institucional, um sistema computacional na Web e etc. Contudo para a pessoa cega acessar o conteúdo é necessário conforme Cifuentes (2000), Caplan (2002) e Dias (2003), acessibilidade digital à rede e a possibilidade de qualquer indivíduo, utilizando tecnologia de navegação (navegadores gráficos, textuais, especiais para cegos ou para sistemas de computação móvel), além de ter completa habilidade de interação.

Para tanto, considera-se a Revista GEINTEC – ISSN: 2237-0722 as diferenças entre os usuários (ex. sócio-culturais, educacionais, antropométricas, perceptuais, cognitivas, motoras), as tecnologias de navegação utilizam navegadores gráficos para ambiente, navegadores textuais, sintetizadores de voz com ou sem ruído, iluminação variada e mobiliária diferente da convencional (MELO BARANAUSKAS, 2006, p.2). No sentido de atender as recomendações da *World Wide Web Consortium (W3C)*<sup>1</sup>, alguns navegadores estão incorporando recursos

---

<sup>1</sup> O World Wide Web Consortium (W3C) é a principal organização de padronização da World Wide Web com a finalidade de estabelecer padrões para a criação e a interpretação de conteúdos para a Web.

para alterar tamanho da fonte, contraste, plano de fundo e compatibilidade com as chamadas Tecnologias Assistivas (MELO ALMEIDA, SANTANA, 2009).

As Tecnologias Assistivas, definem-se como tecnologias que possibilitam adaptar espaços às especificidades de seus usuários. Tecnologia Assistiva (TA) ou Ajudas Técnicas (AT) refere-se ao conjunto de artefatos disponibilizados às pessoas com necessidades especiais (PNEs), os quais proporcionam uma vida independente, com maior qualidade e possibilidades de inclusão social (BERSCH E TONOLLI, 2006). As ajudas Técnicas, também recebem a denominação de Agentes de Usuário nas diretrizes de acessibilidade do W3C (UTAD/GUIA, 1999). O agente de usuário refere-se ao *hardware* ou *software* utilizado para acesso ao conteúdo web. Este contém navegadores gráficos, de texto, de voz, celulares, leitores de multimídia, suplementos para navegadores, além de leitores de tela e programas de reconhecimento de voz. Para Nóbrega (2011) as tecnologias Assistivas, encontram-se relacionadas com o conhecimento voltado para a inserção de pessoas com deficiência na sociedade. Bersch (2008) define TA como:

[...] qualquer produto, instrumento, estratégia, serviço e prática, utilizado pelas pessoas com deficiência e idosos, especialmente produzido ou geralmente disponível para prevenir, compensar, aliviar ou neutralizar uma deficiência, incapacidade ou desvantagem e melhorar a autonomia e a qualidade de vida dos indivíduos (BERSCH, 2008, p 40).

As pessoas com cegueira, por exemplo, beneficiam-se das categorias e recursos de acessibilidade do computador. Bersch (2008) estabelece as categorias de tecnologias assistivas digitais para cegos, dentre elas, destacam-se o Dosvox (interface que se comunica com o usuário, em português, por meio de síntese de voz e leitores de tela). Estes programas interagem com o Sistema Operacional, reproduzindo, de forma sonora, os eventos ocorridos no computador. O Virtual Vision, o Jaws, o NVDA e Orca, os quais são leitores de tela, em português, bem aceitos no Brasil, conforme os links abaixo:

- DOSVOX - <http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/download.htm>
- VIRTUAL VISION - <http://www.micropower.com.br/dv/vvision4/index.asp>
- JAWS - <http://www.lerparaver.com/jaws/>
- NVDA - <http://www.nvda.project.org>
- ORCA - <http://live.gnome.org/orca>

Esses leitores de tela estabelecem as informações, de forma audível, quando o cursor do mouse passa sobre elas, ou acionada pelo teclado. Segundo Sutcliffe (1989), as Tecnologias Assistivas (TAs) contém características interdisciplinares e também apresentam caráter interativo, os quais englobam produtos, recursos e serviços que facilitam o desenvolvimento das atividades da vida diária por pessoas com deficiência, objetivando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

No contexto Interação Homem-Máquina (IHM) há uma diversidade de mecanismos não-digitais e digitais, que facilitam a representação gráfica e textual de desenhos das pessoas cegas, dentre elas destacam-se: as impressoras (*embossers*), o Display Braille, maquetes táteis e softwares com dispositivos de hardware que auxiliam os desenhos dos cegos, conforme visto nos próximos tópicos.

1. Impressoras ou Embossers: destacam-se como as impressoras convencionais, pois imprimem em papel as informações codificadas em texto para o sistema Braille. No entanto, convertem o texto em um formato pré-definido em papel micro capsulado. Na Figura 5, exemplos de impressoras Braille.



(a)



(b)

FIGURA 5: IMPRESSORAS BRAILLE

FONTE: Disponível em [www.aceso.umic.pt/2010/baes.zip](http://www.aceso.umic.pt/2010/baes.zip)

2. Display Braille: define-se como um dispositivo eletromecânico que trabalha em sincronia com um software de gerenciamento e que representa uma linha com os caracteres em Braille. Esta linha apresenta as celas Braille que possuem pinos que se movimentam verticalmente dando assim a noção tátil quanto ao caractere formado. O display Braille representa os caracteres dinamicamente, não necessitando de papel, impressoras, de custo elevado. Ele é utilizado por pessoas surdo-cegas,

onde leitores e ampliadores de tela (BRAGA, 2010). O display Braille é utilizado em conjunto ou integrado a sistemas que lhe possibilitem interação, podendo ser um computador, como mostra e ainda, nos displays Braille e aparelhos celulares. Um dos fatores que influenciam diretamente no preço deste produto, é a forma com que os pontos da cela Braille são ativados, pois há distintas maneiras de ativá-los. Dentre as técnicas mais utilizadas encontram-se as ativações realizadas por Microssolenóides, Relés, Bobina e Fecho Magnético, Piezoelétricos e Poliméricos. O solenóide define-se como uma bobina cilíndrica (Figura 6) de fio enrolado que quando percorrida por uma corrente gera um campo eletromagnético. O campo gerado movimenta um núcleo metálico que se localiza no interior da bobina. Uma mola faz o trabalho de retornar o núcleo ao local de partida.

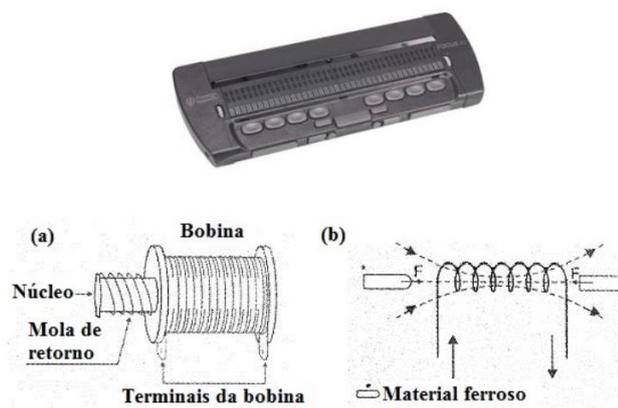


FIGURA 6: DISPLAY BRAILLE E BOBINAS CILINDRÍCAS

FONTE: Disponível em: [www.humanware.com/enusa/products/blindness/brailledisplays](http://www.humanware.com/enusa/products/blindness/brailledisplays).

3. Caneta Esferográfica Tátil: dispositivo de travamento mecânico que pressionada, ativa um mecanismo interno condicionado a manter a ponta para fora da estrutura da caneta. Ao ser pressionada a caneta aciona o mecanismo interno fazendo com que seja recolhida, exercendo a função de representar o ponto da cela Braille. A Figura 7 mostra um exemplo da caneta esferográfica retrátil.



FIGURA 7: CANETA ESTEROGRAFICA

FONTE: Disponível em [www.humanware.com/en-usa/products/blindness/brailledisplays](http://www.humanware.com/en-usa/products/blindness/brailledisplays).

4. Traçador Gráfico: possibilita que as pessoas cegas produzam desenhos no computador, reproduzidos em relevo em papel de modo a ser percebido pelo tato (BRAGA, 2010). Este contém dispositivos robóticos que contribuem no processo de ensino-aprendizagem de alunos cegos. Com o intuito de beneficiar os que dependem do tato e da audição para captar imagens. O dispositivo visa ampliar seus conhecimentos sobre o espaço geográfico com mapas, gráficos em alto relevo e maquetes com recursos sonoros que emitem informações sobre a área manuseada, diferente da antiga técnica de Cartografia Tátil. O Traçador Gráfico consiste em um sistema eletromecânico, na Figura 8, que se conectam ao computador por intermédio de uma interface eletrônica, que se desloca nos eixos X e Y e um dispositivo marcador, com o formato de caneta (BRAGA, 2010).

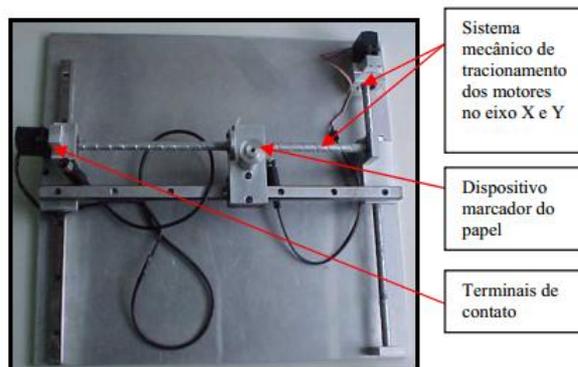


FIGURA 8: TRAÇADOR GRAFICO

FONTE: Disponível em: [www.humanware.com/enusa/products/blindness/brailledisplays](http://www.humanware.com/enusa/products/blindness/brailledisplays).

O fato dos alunos cegos utilizarem o Traçador Gráfico, para desenhar, em um ambiente automatizado, se constitui em um ganho pedagógico que agrega valor a esse tipo de atividade, pois, ao mesmo tempo em que esses alunos aprendem a reconhecer figuras geométricas, via tato, aprendem sobre a lógica, a sintaxe e a formalização e/ou descrição de idéias utilizando o computador (BRAGA, 2010). O avanço das TICs tem possibilitado a criação de dispositivos de aprendizagem, potencializado pelos recursos da internet. Bassani (2010) relata que a importância da criação das classes virtuais online, com cursos por correspondência (Eletrônica digital, oferecido pelo Instituto Universal Brasileiro). Segundo Behar (2009), os modelos pedagógicos constituem-se por uma arquitetura pedagógica (AP) e

estratégias na aplicação da arquitetura pedagógica. A arquitetura pedagógica consiste em: aspectos organizacionais (objetivo do projeto, local, duração, atribuição de tarefas etc), o conteúdo (materiais utilizados para a apropriação do conhecimento), aspectos metodológicos e aspectos tecnológicos (ambientes virtuais de aprendizagem e suas ferramentas). O conteúdo, enquanto material ou elemento(s) utilizado(s) com a finalidade de apropriação do conhecimento necessita atender os preceitos da educação inclusiva relativas à acessibilidade, para cumprir seu propósito educativo (BEHAR, 2009, p. 27).

Ao ser disponibilizado para alunos cegos, o conteúdo precisa estar em mídia acessível, em forma de som e texto. Do ponto de vista tecnológico, as Tecnologias Assistivas vêm contribuir na manipulação de objetos tridimensionais com enfoque no ensino da geometria para cegos congênitos na elaboração de representações gráficas. No próximo tópico explora-se Tecnologias como as Interfaces tangíveis podem contribuir no estudo de desenho por cegos congênitos.

### 3.3 INTERFACES TANGÍVEIS (TUI)

As Interfaces Tangíveis (TUI) definem-se como interfaces de interação do usuário, manipulando objetos físicos, para que haja modificações no meio digital (ULLMER & ISHII, 2000). Há outros termos como interfaces “*agarráveis*” e “*manipuláveis*”, as quais pretendem rastrear manipulações de um objeto real, feitas pelo usuário, produzindo saídas adequadas (FISHKIN, 2004). As interfaces tangíveis fazem parte de um programa maior de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias (O’Malley & Fraser, 2004) conhecido como computação pervasiva ou ubíqua (ubicomp). Mark Weiser, criador do conceito de ubicomp a define como uma visão do mundo digital misturado a tal ponto do ambiente físico se torna “*invisível*” ou “*transparente*” aos usuários que a utilizam (WEISER *et al*, 1999). Conforme Eisenberg (2003) as interfaces tangíveis apresentam uma oportunidade de criar sistemas físicos de modelagem computacionalmente aumentados, os quais contribuem tanto para os recursos digitais (editáveis) quanto no aspecto físico do modelo tangível. Zuckerman *et al* (2005) aponta as vantagens das interfaces tangíveis para a educação, sendo elas:

- a. **Engajamento sensorial:** os usuários aprendem de forma natural, com o uso dos sentidos sensoriais (toque, visão, audição, olfato e etc) no qual o processo construtivo aumenta a retenção e transferência do conteúdo;
- b. **Acessibilidade:** interfaces tangíveis fornecem opções para pessoas com necessidades especiais;
- c. **Aprendizagem colaborativa:** as interfaces tangíveis facilitam trabalho colaborativo e discussões em grupo;

Todavia, para aprofundar os conhecimentos sobre TUI, faz-se necessário compreender sua classificação, conforme abordado no tópico seguinte.

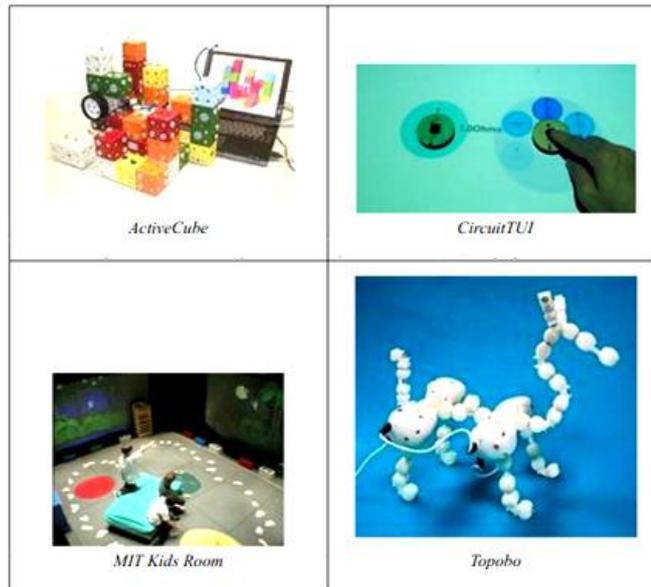
### 3.3.1 Classificação das Interfaces tangíveis na Acessibilidade

Zuckerman *et al* (2005) classifica as TUI em quatro paradigmas de “*funcionamento*”, de acordo com as seguintes formas de implementação:

1. TUI usada para entrada e para saída: interface tangível atua como entrada para o computador tradicional e a saída é mostrada em uma interface gráfica separada. O sistema *ActiveCube* destaca-se como uma interface baseada em cubos que exercitam a visão espacial onde o usuário interage com o ambiente através da manipulação dos blocos representados na tela do computador, conforme a 1ª figura da tabela 1;
2. Saída do computador projetada em uma TUI: a saída projeta-se a partir de um computador tradicional sobre uma TUI. Na segunda figura da tabela 1 o *CircuiTUI* destaca-se por ser uma ferramenta de projeto de circuitos;
3. Espaços interativos e ambientes Imersivos: nesse contexto as TUIs interagem com o usuário em um sistema de computação Interativo. Como é possível notar na 3ª figura da tabela 1 com o dispositivo *MIT's kids room*;

4. Computação embarcada em objetos físicos (manipulativos digitais): nesse contexto a TUI é a entrada e saída, sem computadores tradicionais envolvidos, como mostra a 4ª figura da tabela 1 com o sistema *Topobo*, conjunto de montagem tridimensional capaz de gravar e repetir a movimentação física.

TABELA 1: ILUSTRAÇÕES DE SISTEMAS TANGÍVEIS



FONTE: ZUCKERMAN *et al* (2005)

Há duas classes de Interfaces Tangíveis, definidas por dois parâmetros, sendo eles: personificação ou incorporação de interação e metáfora. Fishkin (2004) refere-se à relação entre o objeto (físico) que está sendo manipulado e os estado (digital) do sistema como o grau de incorporação do sistema classificando em quatro níveis de intensidade. Quanto maior a incorporação, menor a distinção entre os mecanismos de entrada e saída, destacando-se em quatro (4) tipos:

- a. Incorporação distante (distant):** a saída esta situada em uma tela ou sala. Por exemplo, Hinckley *et al* (1994) desenvolveram um sistema tangível para auxiliar neurocirurgiões em seu trabalho. O sistema permite que os médicos manipulem modelos tangíveis de crânios e observem os efeitos de suas ações refletidos em uma tela.

- b. Incorporação ambiental (environmental):** a saída ocorre “ao redor” do usuário, tipicamente por meio de áudio, luz ou calor, onde há apenas uma relação tênua entre o objeto de entrada e a saída. Este tipo de incorporação é encontrada em ambientes virtuais. Por exemplo, no sistema de bate-papo baseado em interfaces tangíveis um usuário manipula objetos físicos que são representações dos outros usuários do sistema.
- c. Incorporação próxima (nearby):** a saída ocorre “perto” do objeto de entrada. A saída está fortemente acoplada à entrada do sistema, um exemplo seria a caneta especial que altera uma tela de visualização “riscada” por ela. A ferramenta Brush é um exemplo de incorporação próxima, pois se trata de um mecanismo utilizado para crianças desenharem, a qual possui a aparência de um pincel normal, com uma câmera embutida que contém luzes e sensores de toque. As crianças podem capturar, com o Brush, cores e texturas de objetos ao seu redor, além de reproduzi-las na área de desenho.
- d. Incorporação completa (full):** o dispositivo de entrada é o mesmo da saída e está totalmente incorporado no próprio dispositivo. A interação com um dispositivo que incorporado apresenta uma interação do tipo mais comum observado quando se está lidando com o mundo físico onde os “objetos” recebem manipulação física e mudam de acordo com esta manipulação. O computador de mão responde com os movimentos de rotação aplicados sobre ele, constituindo uma incorporação completa. O projetista pode usar a forma, o tamanho, a cor, o peso, o cheiro e a textura do objeto para evocar várias ligações metafóricas. A questão que se apresenta é o efeito do sistema causado pela ação do usuário.

Fishkin (2004) também aborda sobre a metáfora. No contexto das interfaces, define a metáfora como o grau de analogia entre as ações do usuário e os efeitos no mundo real. Portanto, pode-se relacionar as teorias de Fishkin (2004), Zuckerman *et*

al (2005) e Ishii & Ullmer (1997), na tabela 2 como principal classificação de interfaces tangíveis:

TABELA 2 : CLASSIFICAÇÃO DE INTERFACES TANGÍVEIS

INCORPORAÇÃO	IMPLEMENTAÇÃO	
FISHKIN (2004)	ZUCKERMAN <i>et al</i> (2005)	ISHII & ULLMER (1997)
DISTANTE	TUI com entrada e saída	-
AMBIENTE	IMERSIVO	MÍDIA DO AMBIENTE
PRÓXIMO	-	SUPERFÍCIE INTERATIVA
COMPLETO	COMPUTAÇÃO COM OBJETOS	BITS E ÁTOMOS ACOPLADOS

FONTE: FISHKIN (2004), ZUCKERMAN *ET AL* (2005) E ISHII & ULLMER, (1997)

Concluindo, nota-se a importância das TICs através das Interfaces tangíveis. Conforme Eisenberg (2003) as TUI apresentam uma oportunidade de criar sistemas físicos de modelagem computacionalmente aumentados, favorecendo tanto os dados digitais (editáveis) quanto os aspectos físico do modelo tangível. No próximo tópico, compreendem-se como as Interfaces tangíveis podem contribuir para a educação inclusiva de pessoas cegas na área da Matemática.

### 3.3.2 Manipulativos em Ambientes Colaborativos da Matemática

No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais na área da Matemática no Ensino Fundamental (PCN, 1997) reportam que uso de recursos didáticos como *“jogos, livros interativos, vídeos áudios-descritivos, calculadoras e tecnologias interativas exercem um papel importante no processo de ensino e aprendizagem da pessoa cega”*.

Zuckerman *et al* (2005) relata que os sistemas interativos direcionados para área da Matemática em apoio as interfaces tangíveis, objetos físicos ou manipulativos, acompanham os efeitos do movimento da tela do computador. Diferente das Interfaces Tangíveis, os manipulativos destacam-se por apresentar caráter aos materiais educativos concretos, servindo de suporte exclusivamente para aprendizagem da matemática. Dienes (1960) defende que os manipulativos destacam-se como uma etapa anterior ao processo de abstração da aprendizagem. Atualmente, os manipulativos estão estabelecidos em Instituições nas salas de aula, como subsídio à prática docente, na forma de produtos como geoplano, blocos lógicos, sólidos geométricos, jogos de encaixe, quebra-cabeças entre outros (MOURA,1997).

A diferença entre manipulativo e material pedagógico está no objetivo da ação educativa. O brinquedo educativo entende-se como recurso que ensina, desenvolve e educa de forma prazerosa. Já manipulativos possuem apelo tátil e visual, projetados para representar explicitamente conceitos concretos da matemática que são abstratos (MOYER, 2001). Os Manipulativos destacam-se por apresentar caráter de materiais concretos educativos, os quais servem de suporte à aprendizagem. Há dificuldades no ensino da aprendizagem da Matemática, tanto pelas deficiências dos alunos cegos quanto por parte dos professores videntes em repassar o conteúdo (FIORENTINI & MIORIM, 2004). Por isso, faz-se necessário *“integrar as situações que levem ao exercício da análise e da reflexão, em última instância, a base da atividade matemática”*. Um dos importantes seguidores destas novas concepções foi o educador suíço Johann Heinrich Pestalozzi (1827), defensor da aprendizagem *“prática”*. Pestalozzi (1803) afirmava que os alunos precisavam aprender através dos sentidos e da atividade física, ou seja, *“concreto antes do abstrato”*. Friedrich Froebel (1782 - 1852), nascido na Prússia, foi precursor na criação de conjunto dos objetos físicos propostos por Resnick *et al* (1998), usando materiais como blocos de construção, barras, papel, papelão, argila e serragem (ZACHARIAS, 2005). A idéia era proporcionar às crianças a oportunidade de se expressar por meio de atividades de percepção sensorial, da linguagem e do brinquedo proposto por Zacharias (2005), além de ajudá-las a reconhecer padrões e formas encontradas na natureza (RESNICK *ET AL*, 1998).

A médica e educadora Maria Montessori (1870 - 1952) estendeu as idéias de Froebel, desenvolvendo materiais para crianças cegas inspirando uma rede de escolas onde os manipulativos tinham um papel central. Maria Montessori observou que as crianças cegas necessitam de aparatos para o desenvolvimento sensorial, usando-os espontaneamente, com concentração, independentemente e repetidamente. Montessori desenvolveu materiais e atividades que estimulassem crianças cegas às capacidades sensoriais (POLLARD, 1993). O chamado *“Método Montessoriano”* fazia o uso de materiais com forte apelo à percepção visual e tátil (FIORENTINI & MIORIM, 2004). Os exercícios desenvolvidos pela educadora procuravam chamar a atenção em relação as propriedades dos objetos como: tamanho, forma, cor, textura, peso, cheiro, barulho (DALTOÉ & STRELOW, 2005). Montessori desenvolveu o *“Material Dourado”*, ou seja, triângulos construtores e cubos para composição e decomposição de binômios propostos por Azevedo

(1979), entre outros materiais utilizados até hoje. Jean Piaget (1896-1980) teorizou as idéias educacionais seguidas por Pestalozzi, Froebel, Dienes e Montessori afirmando que crianças com ou sem deficiência visual constroem operações concretas antes das operações formais, podendo resolver problemas quanto à disposição de materiais concretos antes de conseguir resolvê-los simbolicamente (O'MALLEY & FRASER, 2004). Segundo Piaget (1972 apud Fagundes, 1977), o conhecimento não é uma simples cópia da realidade. Para conhecê-lo é necessário agir sobre ele, transformá-lo e compreender seu processo. Para Piaget, o conhecimento tem origem na atividade do sujeito sobre o meio e não apenas nas propriedades objetivas da realidade. Portanto, para efetivar o ensino da matemática utilizada na computação é necessário integrar as Interfaces tangíveis no uso de manipulativos que contenha as seguintes características:

1. Aplicabilidade: como ferramenta para o entendimento de problemas, com o uso de fórmulas, teoremas e teorias matemáticas na resolução de problemas práticos e fenômenos nas áreas do conhecimento;
2. Investigação: desenvolvendo conceitos e teoremas que constituem uma estrutura matemática, cujo objetivo visa descobrir as regularidades e invariantes, baseadas no raciocínio lógico;

Para exemplificar nesta seção, destacam-se modelos de sistemas interativos da Matemática com a utilização de interfaces tangíveis e objetos físicos manipulados na tela do computador, dentre eles, destacam-se:

- a. **Interface Tangível para ambiente colaborativo (TICLE):** conhecida na língua inglesa por *Tangible Interface for Collaborative Learning Environments* (TICLE) permite ao usuário realizar interações com objetos físicos, rastreados e mapeados por um software onde o retorno é dado pela tela de computador (SCARLATOS, 2001). Logo, adaptados para dois jogos matemáticos: a Torre de Hanói e o Tangram. Esses dois jogos contêm níveis de dificuldade, adaptáveis às diversas idades. Na Torre de Hanói, figura 9 os discos possuem luzes fluorescentes e uma câmera acoplada acima da torre para capturar os movimentos feitos pela criança. Enquanto os alunos mexem na torre física, a tela captura os movimentos

feitos pelos alunos. Na manipulação da torre, a tela do computador apresenta o estado atual do quebra-cabeça a organização dos discos na torre e um triângulo com os movimentos realizados (SCARLATOS, 2001).

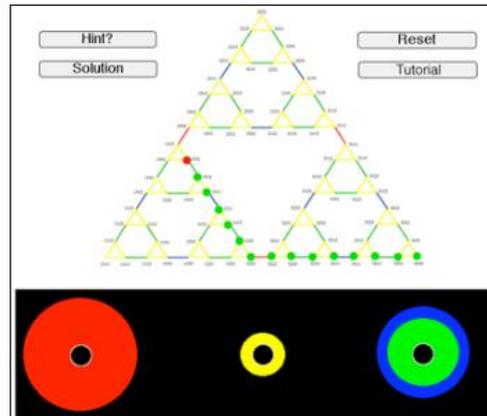


FIGURA 9: TORRE DE HANOI NO COMPUTADOR

FONTE: (SCARLATOS, 2001.p.60)

No caso do Tangram, as peças do quebra-cabeça também rastreadas, e orientam o aluno na resolução do problema, indicando se ele já chegou à solução ou ao caminho certo ou errado. O sistema oferece dicas quando percebe a demora da criança entre movimentos, lembrando as regras e objetivo do jogo. Para aceitar uma dica, o usuário interage diretamente com o computador, através do mouse.

- b. Mesas educacionais:** dispositivos educacionais onde o TUI contém entrada e saída, desenvolvidas pela empresa brasileira Positivo Informática. Com o auxílio da professora, crianças manipulam materiais concretos na Mesa Educacional e observam os efeitos correspondentes no software. As Mesas educacionais utilizam computadores e materiais didáticos concretos, combinando software educacional e elementos de hardware. Com base em pesquisas científicas, a empresa acredita que tal combinação traz grandes vantagens à aprendizagem. A Positivo alega que o ambiente criado pelas mesas permite o desenvolvimento de várias habilidades e conhecimentos, tais como: coordenação motora, expressão oral e escrita, desenvolvimento do pensamento lógico, direção e sentido, orientação espacial, percepção visual, comparação e associação, seriação e ordenação, tamanho, cor e forma, sistema de numeração decimal,

operações fundamentais, frações, comparação e avaliação, simetria e seqüenciação. A Positivo Informática indica as Mesas educacionais para a Educação Infantil, a primeira fase do Ensino Fundamental e a Educação Especial. Em relação a esta última, as mesas podem estimular o desenvolvimento de crianças com deficiências físico-motoras e mentais. As mesas também trabalham a auto-estima e a capacidade de exploração das crianças, estimulando sua criatividade.

- c. **O Sistema SP3D-DV:** destaca-se como um Objeto de aprendizagem que explora situações de aprendizagem e possibilita a interação com objetos, na apreensão de conceitos até então desconhecidos. Para atender às necessidades dos cegos congênitos, a estrutura desenvolvida é um sistema modular, adaptativo e interativo, permite a utilização do sistema tátil com a multimídia, possibilitando uma interação em tempo real. O SDP3D-DV disponibiliza o acesso às artes pictóricas, em museus e outras instituições similares, através de uma nova rede de conceitos táteis, onde o imaginário e a imagem mental buscam o reconhecimento de artefatos artísticos. Além disso, utiliza a realidade aumentada com o apoio do SACRA (Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada) cuja ferramenta de software prevê a utilização de dispositivos de baixo custo, como a webcam. A interação do usuário no SACRA é realizada por meio do uso de marcadores (placas de papel quadradas contendo um símbolo indicando visibilidade, posição e orientação), atuando como interface tangível de realidade aumentada (WATAYA, 2009). A interação homem-computador funciona de acordo com a câmera que captura as informações visuais de um ambiente externo e codifica a informação em linguagens visuais e sonoras (WATAYA, 2009). O SDP3D-DV identifica a localização do objeto, quando o cego congênito “*toca*” o objeto real e automaticamente marca sua posição na plataforma. Consequentemente cria-se uma imagem virtual associada ao objeto tocado, os quais ativam em paralelo o sistema sonoro, descrevendo o objeto tocado, conforme mostra a Figura 10:

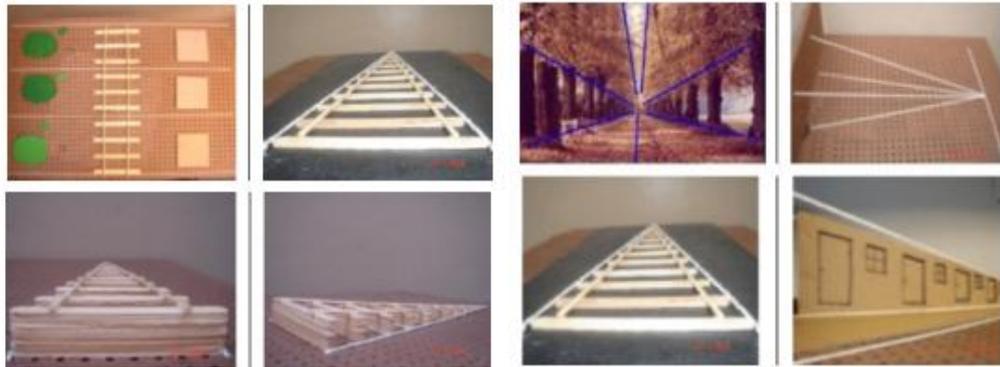


FIGURA 10: O SDP3D-DV EM PONTOS DE FUGA

FONTE: WATAYA (2009)

Pode-se notar na Figura 11 que a pessoa cega ativa o sistema realidade aumentada com a placa de identificação do objeto, junto ao recurso sonoro e materiais adaptados os quais exploram a relação da linha e a forma.



FIGURA 11: O SDP3D-DV COM A INTERAÇÃO DO USUÁRIO CEGO

FONTE: WATAYA (2009)

O estudo desenvolvido do SDP3D-DV permitiu constatar que os cegos congênitos aprendem os conceitos de planos de profundidade, além da possibilidade de ouvirem, as descrições dos objetos repetidas vezes, através do sistema de percepção em conjunto com a realidade aumentada. Concluindo, nota-se que um sistema de percepção de representações 3D deve facilitar a aprendizagem do cego congênito, oferecendo o real e o virtual

no mesmo contexto, juntamente com o recurso sonoro, a fim de complementar as informações conceituais da matemática.

### 3.4 OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DA GEOMETRIA PARA CEGOS

A tecnologia e a utilização de inovações tem sido uma iniciativa da Secretaria de Educação a Distância no Ministério da Educação (MEC), fornecendo recursos educacionais multimídia interativos em forma de objetos de aprendizagem, para a comunidade educacional. Em decorrência disso em 1996, o Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem ou LTSC (*Learning Technology Standards Commite*) do Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE) foi formado para promover padrões de tecnologia instrucional para a sociedade. Esses padrões auxiliam as universidades, corporações e outras organizações mundiais na interoperabilidade das tecnologias instrucionais, especificamente dos objetos de aprendizagem.

O Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem (IEEE/LTSC) adotou o termo “*Learning Object*” ou “*Objetos de aprendizagem*” introduzidos por Wayne Hodgins em 1994, desenvolveu o termo em conjunto ao grupo de pesquisa CedMA com o projeto (*Learning Architectures, API's, and Learning Objects - “Arquiteturas de Objetos de Aprendizagem”*) para descrever os componentes instrucionais do próprio objeto. Em 2000, o termo dos OA foi caracterizado como uma “tecnologia educativa” pelo (IEEE/LTSC) com a definição:

[...] uma entidade, digital ou não-digital, utilizada e reutilizada durante o ensino com suporte tecnológico. Exemplos de ensino com suporte tecnológico incluem sistemas de treinamento baseados no computador, ambientes de aprendizagem interativo, sistemas instrucionais auxiliados por computador, sistemas de ensino a distância e ambientes de aprendizagem colaborativa. Tais objetos incluem conteúdo multimídia, conteúdo instrucional, objetivos de ensino, software instrucional, geral bem como pessoas, organizações ou eventos referenciados durante a aprendizagem apoiada por tecnologia. (IEEE/LTSC - LOM, 2000)

Além dessa definição abrangente, autores como Wiley, (2000); Friesen (2005); Gibson, Nelson e Richards, (2000); Merrill (2000); Cohen e Nicz (2006); Polsani (2003) e McGreal e Elliot (2004) atribuíram nomenclaturas para o termo como: Objeto Ativo, Objeto de Conteúdo ou Objeto Educacional, Objeto de

Informação, Objeto de Comunicação, Objeto de Conhecimento, Objeto instrucional, Objeto inteligente, Objeto de dados, Objeto de Aprendizagem; Aprendizagem Significativa; Recurso de Aprendizagem; Objeto de Mídia; Elemento de Mídia Simples; Objeto de Informação Reutilizável (RIO); Objeto de Aprendizagem Reutilizável (RLO) e Unidade de Aprendizagem e Unidade de Estudo.

Por outro lado, Mcgreal & Elliot (2004) focam na questão educacional e distingue os OAs dos utilizados no ensino. Para o autor, os objetos de ensino apresentam informações com fim educacional pontual. No entanto, os objetos de aprendizagem contêm mais interatividade, estimulando a reflexão sobre a reação do objeto, desequilibrando os conhecimentos já construídos e levando à formação de novos conceitos. Merrill (2000) e Griffith (2003) apontam os OAs como componentes digitais, ou unidades instrucionais com enfoque na utilização isolada do objeto ou da reunião de seus componentes a fim de proporcionar aprendizado suficiente em tempo ideal. Mcgreal e Elliot (2004) em conjunto com Cohen e Nicz (2006) ampliam a definição anterior, abordando os OAs como uma entidade digital ou não-digital baseada no conhecimento e nas unidades de instrução do objeto, independente e reutilizável, através de itens ou peças de aprendizagem.

Polsani (2003) contradiz as abordagens anteriores, onde todo objeto vinculado à educação pode ser considerado um AO, este quando agregado a outros recursos de aprendizagem, obedecendo a dois requisitos: a aprendizagem e a reutilização. Nessa mesma linha, Polsani (2003) estabelece que um objeto de mídia digital adquire o status de objeto de aprendizagem quando agregado a um outro objetivo pré-definido de aprendizagem. Mcgreal & Elliot (2004) em conjunto com Cohen e Nicz (2006), complementam o conceito acima como uma entidade digital ou não que depende do conhecimento abordado em relação às formas de instrução, independente, reutilizável e auto-suficiente, semelhante a peças de material de aprendizagem. Macedo (2010) acrescenta em relação às duas teorias anteriores que os OAs:

[...] responsáveis pela recuperação, reutilização e intercambialidade dos componentes instrucionais, relativas a capacidades próprias do indivíduo, e não se submete exclusivamente ao material externo, permanecendo individualizado e compartilhado por sistemas distintos e colaborativos. Em ambientes escaláveis e adaptativos, o conteúdo de um OA modular independente da plataforma, não sequencial, satisfaz um único objetivo de aprendizagem, acessível a todo tipo de audiência, coerente e em metadados e livre de formatos para que possam ser reposicionados sem perder o seu significado (MACEDO 2010, p. 54).

Johnson (2003, p. 4) também prioriza a questão educacional e diferencia os objetos de aprendizagem da informação, elucidando que a mesma não é dita como aprendizagem analisada como, por exemplo, referências, que não estimulam as habilidades do aluno ou levam ao conhecimento de novos conceitos. O autor discute que os OAs manifesta um conjunto de materiais digitais, combinados com o conhecimento projetado para auxiliar no processo de aprendizagem. Ainda na questão educacional Silva (2013, p. 101) aponta os objetos de aprendizagem como objetos de comunicação utilizados para fins instrucionais como mapas, gráficos, vídeos e simulações interativas [...] Sobretudo, reutilizados em diferentes contextos de aprendizagem e apontados como meios digitais dispostos na Internet, acessados e utilizados simultaneamente, sem limitar o número de pessoas.

O *International Data Corporation* (IDC, 2001) outro projeto em paralelo, define o objeto de aprendizagem como “*uma parte da educação composta por conteúdos e avaliações, baseadas em um objetivo de aprendizagem específico com metadatos descritivos envolvidos em torno dele*”. A fim de padronizar e tornar a navegação web acessível, o *World Wide Web Consortium* (W3C) disponibiliza o documento *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG) com recomendações de desenvolvimento que assegurem a acessibilidade de objetos de Aprendizagem no ambiente de web, acessíveis para deficientes visuais.

Atualmente a definição dos OAs, tem base nos paradigmas de orientação ao Objeto da ciência da computação, tecnologia da informação, sistema inteligente e psicologia educacional (MACEDO, 2010). Essa definição tem por base a definição do *Learning Technology Standards Committee* (LTSC), pelo uso potencial de reusabilidade, geração, adaptabilidade e escalabilidade ou recursos digitais reutilizáveis, indicando que o uso do objeto, não se conecta a aprendizagem sem a ocorrência de um contexto inserido ou o uso intencional do objeto para apoiar o conhecimento colaborativo (HODGINS, 2000; GIBBONS, NELSON; 2000).

Para a referente dissertação, opta-se pela definição do Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem (LTSC - *Learning Technology Standards Committee*) do Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE) pela amplitude da definição como recursos digitais reutilizáveis, além de ser baseada na definição do LTSC, uma referência de grande peso na tecnologia. A definição captura os atributos cruciais dos OAs: “*reutilizável*”, “*digital*”, “*recurso*” e “*aprendizagem*” indicando que o uso do objeto, não se conecta a aprendizagem sem

a ocorrência de um contexto inserido ou intencional do objeto para apoiar o conhecimento colaborativo.

Os OAs classificam-se quanto ao significado, objetivo da atividade, aspecto pedagógico, nível hierárquico de agregação, qualidade de apresentação e diferenciados por objetos de ensino e aprendizagem (MACEDO, 2010). Redecker (2003) classifica os objetos de forma pedagógica como: receptivo (aluno beneficiário do conteúdo), interativo (alunos guiado pelo sistema) e cooperativo (seções de resolução de problemas por atividades cooperativas). McGreal & Elliot (2004) acrescentam o ponto de vista de Redecker das OAs em quatro grupos conforme a finalidade aplicada. Como por exemplo; componentes ou recursos, objeto digital, objeto específico reutilizável e unidades de aprendizagem. Longmire (2000) em uma classificação mais específica de OAs formula como:

1. Objetos instrucionais (Lições, workshops, artigos, estudos de casos);
2. Objetos de colaboração (Exercícios monitorados, chats, salas de discussão);
3. Objetos de prática (simulações de hardware e de software, e de codificação, ou conceitual e de modelagem);
4. Objetos de avaliação (pré-testes, proficiência, performances e certificações);

Perry e Ball (2003) os classificam pelos níveis de funcionalidade dos repositórios de objetos de aprendizagem relativos à quantidade de modularização de um objeto:

- a. Compartilháveis (conteúdos não alterados);
- b. Modificáveis (conteúdo permite alterações dos componentes);
- c. Personalizados (conteúdo construído independente da apresentação e funções de controle);

No ponto de vista Gonzáles (2005 *apud* GAMA, 2007) os objetos de aprendizagem permitem ao aluno a participação e envolvimento destes no processo de ensino-aprendizagem, entretanto “*construção e avaliação destes objetos suscitam enormes desafios aos professores e pesquisadores*”. Dessa forma, o autor classifica os objetos de aprendizagem em relação ao uso pedagógico como:

1. **Objetos de Instrução:** destinados ao apoio da aprendizagem, divididos em:
  - a. Objetos de Lição: combinam textos, imagens, filmes, vídeos, perguntas e exercícios para criar uma aprendizagem interativa;
  - b. Objetos Workshop: eventos de aprendizagem incluindo apresentações, vídeo-conferência e ferramentas de colaboração em geral;
  - c. Objetos Seminários: seminários com uma comunicação sincronizada com os aprendizes, utilizando áudio, vídeo, intercâmbios de mensagens;
  - d. Objetos artigos: ao material de estudo, gráficos, tabelas;
  - e. Objetos White Papers: baseados em textos de tópicos completos;
  - f. Objetos Estudo de caso: objetos baseados em textos, que correspondem à análise de uma implementação do produto, software, experiências pedagógicas;
  
2. **Objetos de Colaboração:** comunicação em ambientes de aprendizagem colaborativa que se dividem em:
  - a. Objetos Monitores de exercícios: produz intercâmbio entre aprendizes e um monitor guia;
  - b. Objetos Chats: permitem aos aprendizes a interagir e compartilhar experiências e conhecimentos;
  - c. Objetos Fórum: permitem intercâmbio de mensagens assíncronas;
  - d. Objetos de Reuniões On-line: capazes de compartilhar desde documentos até computadores para trabalhos em grupo;
  
3. **Objetos de Prática:** destinados a auto-aprendizagem com alta interação, onde se distinguem oito tipos:
  - a. Simulação do Jogo Roles: Trabalha com ambientes virtuais permitindo ao aprendiz construir e provar seu próprio conhecimento e habilidades atuando com a simulação de uma situação real;
  - b. Simulação de Software: permite aos estudantes praticar tarefas completas com o uso de ambientes gráficos;

- c. Simulação de Hardware: o uso de objetos de simulação de hardware que permite aos aprendizes obter conhecimentos de determinadas tarefas;
- d. Simulação de Códigos: este tipo de objeto permite que o aprendiz aprenda técnicas completas da codificação de software;
- e. Simulação Conceitual: estimulam os aprendizes a relacionar conceitos através de exercícios práticos;
- f. Simulação de Modelos de Negócios: permitem ao aprendiz controlar e manipular um conjunto de variáveis em uma companhia virtual para aprender a administrar uma situação real;
- g. Laboratórios On-line: este tipo de objeto a aprendizagem de tópicos relativos a tecnologias de informação;
- h. Projetos de Investigação: associados a atividades completas que impulsionam os aprendizes os comprometimentos através de exercícios com áreas bem específicas;

**4. Objetos de Avaliação:** têm a função de conhecer o nível de conhecimentos de um aprendiz que se dividem em:

- a. Pré-avaliação: objetos que têm a função de verificar os conhecimentos dos aprendizes antes do processo de aprendizagem;
- b. Avaliação de Proficiência: servem para medir se o aprendiz assimilou determinados conhecimentos específicos para poder seguir adiante;
- c. Teste de Rendimento: possibilita medir a habilidade de um aprendiz em uma tarefa específica normalmente usada para simulação;
- d. Pré-teste de Certificação: programa orientado a certificação e usados em dois modos: estudo e certificação. Na modalidade de estudo maximizada a aprendizagem entregando ao aprendiz uma lista dos erros cometidos, e na certificação similar a um exame final;

Wiley (2000) explica que cada objeto de aprendizagem trata-se de um elemento combinado e recombinado com outros elementos, resultando em um elemento mais complexo, como por exemplo, o módulo de conteúdo auto-explicativo, direcionado a outros módulos formando um curso mais abrangente. O autor reforça que as OAs contêm as seguintes características: auto-explicativas,

modulares, agregáveis, digitais, interoperáveis e reutilizáveis. Os OAs contêm características que se diferenciam entre si. A taxonomia de Wiley (2000) classifica os cinco tipos de OAs em:

- **Fundamental:** JPEG de uma mão tocando um acorde no piano;
- **Combinação fechada:** vídeo de uma mão tocando um acorde de arpejo em um piano com acompanhamento de áudio;
- **Combinação aberta:** uma página da Web combinando dinamicamente o JPEG descrito acima e um arquivo *QuickTime* juntos com um material textual o qual “*se move de um lado para o outro*”;
- **Gerador de apresentação:** JAVA capaz de gerar graficamente um conjunto de pessoas, clave e notas além de posicioná-los apropriadamente para apresentar um problema de identificação de acorde para o aluno;
- **Gerador de instrução:** uma camada de transação instrucional de execução (MERRIL, 1999) fornecida a prática para qualquer tipo de procedimento, por exemplo, o processo de raiz do acorde, qualidade e identificação de inversão;

Considerando as bases anteriores, as características de cada objeto de aprendizagem, variam de acordo com sua taxonomia. O Portal do MEC (2010) e o Banco Internacional de Objetos de Aprendizagem ou BIOE (2010) caracterizam em áudio, vídeo, imagem, experimento, mapas, animações e simulações, hipertexto ou software educacional. Martinez (2000) relata que o OA deve possuir uma teoria instrucional, estratégia e metodológica, diferenciando objetos de conteúdo. Portanto as características dos OAs apresentam-se amplas, no entanto Mendes (2004) considera os recursos de uma unidade completa com as principais características:

- **Reusabilidade:** reutilizável em diversos ambientes de aprendizagem;
- **Adaptabilidade:** adaptado para qualquer ambiente de ensino;
- **Granularidade:** blocos de informações que podem ser reagrupados formando um novo bloco (metáfora do Lego)<sup>2</sup>;

---

<sup>2</sup> Termo proposto pelo autor Wiley (2000) para descrever objetos de aprendizagem combináveis.

- **Acessibilidade:** de fácil acesso via internet, o que permite a usabilidade em diferentes locais;
- **Interoperabilidade:** habilidade de operar distintos hardwares, sistemas operacionais e navegadores, além do intercâmbio entre vários sistemas;

Com base na taxonomia e conceituação dos autores anteriormente mencionados, nota-se um padrão na linha de variáveis dos OAs em relação ao design instrucional. Na Tabela 3 propõe o comparativo das características mencionadas pelos autores: Mendes (2004), Wiley (2000) e Macedo (2010).

TABELA 3: COMPARATIVO SOBRE TAXONOMIA DOS OAS

TAXONOMIAS DOS AO	MENDES(2004)	WILEY(2000)	MACEDO(2010)
Reusabilidade	X	X	X
Adaptabilidade	X	X	
Granularidade	X	X	
Acessibilidade	X	X	X
Durabilidade	X	X	X
Metadados		X	
Fundamental		X	X
Combinação fechada		X	
Combinação aberta			X
Gerador de apresentação		X	
Gerador de instrução			X
Inovadora e motivadora	X	X	X
Controladora	X	X	X
Solicitadora	X	X	
Formativa		X	X
Profissionalidade	X	X	X

FONTE: AUTORA (2015)

Portanto, para essa dissertação enfoca o estudo dos objetos de aprendizagem manipuláveis, conhecidos como *manipulativos*, cujos aspectos ou características formais, favorecem a exploração do objeto pelas pessoas cegas. Sendo caracterizado, conforme os autores mencionados um objeto de avaliação, instrucional e concreto que auxilie no reconhecimento de objetos geométricos e na elaboração de representações gráficas, conforme detalhado no próximo tópico.

### 3.4.1 O Processo de Representação gráfica de cegos congênitos

Segundo Ulbricht (2011 *apud* ABBAGNANO, 2007) as pessoas cegas desenvolvem o processo de cognição durante o crescimento e conseqüentemente, para compreender o mundo que o cerca, necessitando do mecanismo da representação gráfica. A ação de representar uma informação, através da abstração imagem ou idéia em semelhança a um determinado objeto. Conseqüentemente, o processo de representação gráfica auxilia a pessoa cega, através das modalidades sensoriais, permitindo a compreensão do espaço tridimensional (FERNANDES & HEALY, 2012). A modalidade percepção visual em conjunto com as percepções sensoriais permite a recepção da informação, auxiliando na elaboração das representações gráficas pelas pessoas cegas. Contudo, a ausência de informação visual dificulta a eficácia da transcrição (MILLAR, 1976).

Na visão de Ormelezi (2000), ainda que as pessoas cegas considerem o desenho importante, a representação bidimensional em alto relevo gera pouca possibilidade de reconhecimento e distinção, como um exercício que necessita de prática a fim de se adaptar a convenção utilizada pelos videntes.

Discordando dessa visão, Lima (2001) afirma que o desenho permite não só promover o exercício motor e o entendimento da composição dos desenhos, como também ensinar aos videntes como os cegos representam o que tocam. Contudo, faz-se necessário verificar três barreiras que dificultam o aprendizado do desenho pelo cego, sendo eles:

1. Barreira atitudinal de baixa expectativa: O juízo antecipado e sem conhecimento de que o sujeito cego é incapaz de fazer algo;
2. Barreira atitudinal de inferiorização: Quando se faz uma comparação pejorativa do resultado das ações entre a pessoa cega e o vidente, apresentando os resultados alcançados pelo primeiro como inferiores devido a sua deficiência;
3. Barreira atitudinal de menos valia: A avaliação depreciativa que se faz das potencialidades, ações e produções do indivíduo cego. É o estigma da incapacidade de produzir algo;

Estas consistem em atitudes nem sempre intencionais que inibem, limitam ou impedem o desenvolvimento da pessoa cega. O desenho exerce um desdobramento pertinente na educação da pessoa cega, possibilitando a sua inserção no mercado de trabalho em campos como arquitetura, engenharia, geografia, artes plásticas e disciplinas que fazem uso de mapas ou imagens em geral (LIMA, 2001).

### 3.4.2 As variáveis gráficas no processo de comunicação da informação

Segundo Mackinlay (1986) entende-se o conceito de eficiência gráfica como a capacidade da linguagem gráfica em ser percebida e entendida pelo observador, incorporando aspectos de subjetividade e intuição. A comunicação entre indivíduos só é efetiva quando estes estão inseridos num sistema de significados comuns, denominado veículo ou linguagem. Este veículo pode promover a comunicação a partir de elementos escritos, visuais, sonoros e gestuais, estabelecendo vínculos de tempo e espaço. No processo de comunicação, na linguagem compõem-se por um remetente e um destinatário que, para transmitir uma mensagem, distorcida por ruídos, utiliza-se de um canal. Este tem uma relação imediata com a eficácia na compreensão da informação, já que a captação da mensagem pelo destinatário está diretamente relacionada com a intersecção entre os repertórios do emissor e do destinatário (COELHO, 1985).

Desse ponto é possível afirmar que, para o homem contemporâneo, o sentido da visão está sendo cada vez mais requisitado em virtude do avanço tecnológico e da velocidade da informação. Tal qual a linguagem verbal, é preciso tornar a visual um dos meios de comunicação que constitua um conjunto de normas, códigos e preceitos para se alcançar o “*alfabetismo visual*” defendido por Dondis (1999). Portanto, pode-se definir a linguagem como a ordenação de códigos em um processo de comunicação no qual o emissor transmite a mensagem ao receptor de forma efetiva (TURIN, 2007). Então se entende por linguagem:

[...] a organização dos códigos para a manifestação do pensamento (representação), observa-se que aquilo que esta em nossa mente só se realiza através do aprendizado, e este se concretiza, na forma de linguagens (TURIN, 2007, p. 43).

Segundo Turin (2007) a linguagem pode ser empregada como ideia, religião, folclore, natureza ou até figuras abstratas que quando codificadas auxiliam na escrita, reduzindo o seu detalhamento visual ao estado mínimo. O abstrato, além de ser voltado para os símbolos, destaca-se como uma representação, quando a informação se torna mais abrangente que seu significado, ou seja, o abstrato mesmo puro ou não, atinge consciente ou inconscientemente a percepção dos indivíduos (DONDIS, 2000). O modelo proposto por Twyman (1979) divide-se em dois canais de comunicação sendo estes: auditivo e visual. Já a estrutura da linguagem define-se como: auditiva (verbal e não verbal) e visual dividida como gráfica (pictórica, verbal e esquemática) e não gráfica. A estrutura da linguagem visual, esta descrita no diagrama da Figura 12, observando sua decomposição em gráfica e não-gráfica.

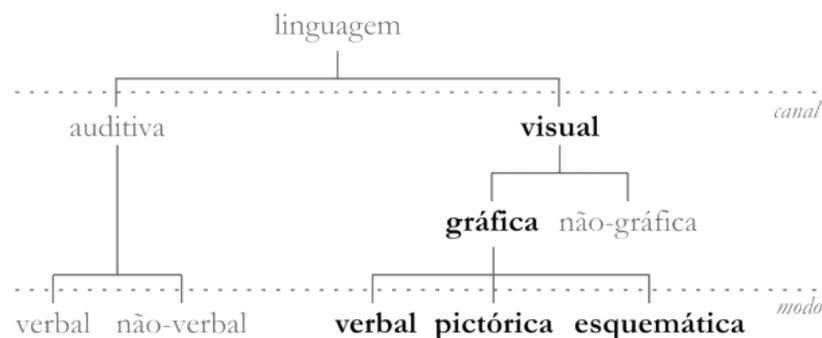


FIGURA 12: A CLASSIFICAÇÃO DA LINGUAGEM

FONTE: (TWYMAN,1979)

Entretanto, Spinillo (2010) com base na referência de Twyman, acrescenta um canal de comunicação, utilizado pela pessoa cega, a linguagem tátil. Em uma

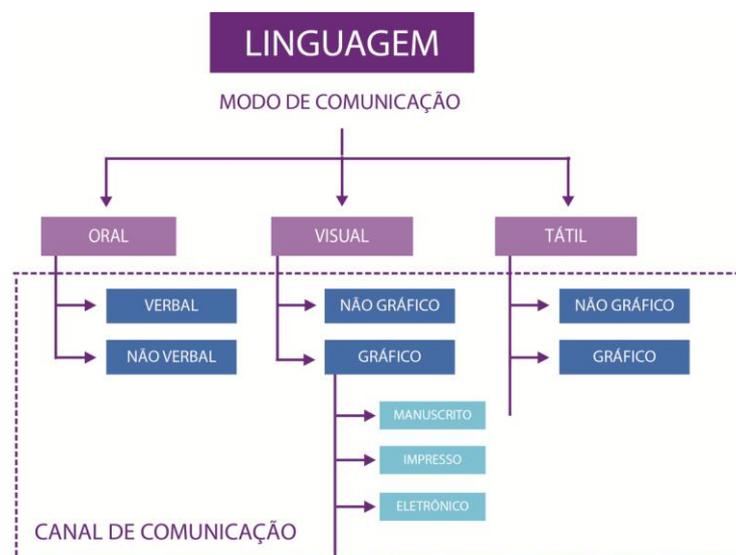


FIGURA 13: A CLASSIFICAÇÃO DA LINGUAGEM ADAPTADA POR SPINILLO

FONTE: (SPINILLO, 2010)

nova classificação, na figura 13, a linguagem tátil insere-se como um canal comunicativo dividido em gráfico e não gráfico. Nessa mesma linha, Twyman (1979) e Spinillo (2010) caracterizam os modos de representação como:

1. **Modo Pictórico:** ideia representada por figuras ou ilustrações;
2. **Modo Verbal:** ideia representada por símbolos que são pronunciáveis;
3. **Modo Esquemático:** Seleção de elementos que formam uma composição representativa, analogia de diagramas, gráficos e dados.

Os modos de representação se organizam espacialmente, indicando como a linguagem é simbolizada, seja através de palavras e dígitos (verbal-numérico); desenhos e fotografias (pictórico), ou ainda esquemáticos (gráficos e tudo que não for decididamente verbal ou pictórico). Nessa mesma linha, Spinillo (2010) destaca os níveis da linguagem como processo de combinação e seleção, os quais organizam-se em:

- a. Nível sintático: Investigação de detalhes do objeto obtido a partir da associação de modo a analisar sinais simples até o mais complexo;
- b. Nível semântico: Visão literal do objeto como um todo e sua compreensão imediata;
- c. Nível Pragmático: Interpretação final do objeto, a partir do repertório cultural e social do indivíduo através da linguagem;

Com base em Twyman, Bertin publicou o livro "*Semiologia gráfica*" onde definia elementos básicos da informação visual, nos níveis sintáticos e semânticos estabelecendo as categorias de classificação dos elementos por tamanho, orientação, cor e forma. Essa classificação origina-se dos princípios básicos do desenho, conhecido popularmente como *Teoria da Forma*. De acordo com a proposta por Wong (2001) as variáveis gráficas classificam-se em quatro (4) grupos:

- Elementos conceituais: Ponto, Linha, Plano e Volume;
- Elementos visuais: Formato, Tamanho, Cor, Textura;
- Elementos relacionais: Direção, Posição, Espaço, Gravidade;
- Elementos práticos: Representação, Significado e Função;

As formas, no aspecto gráfico expressam uma idéia, propondo uma comunicação não-verbal e imediata da informação. A finalidade da classificação das variáveis gráficas visa elucidar os princípios da percepção do objeto (MIJKSENAAR, 1997). Bertin (1967) define as variáveis gráficas como a representação graficamente e visualmente de uma informação na construção dos chamados mapas, ou diagramas, para “ver” e não para “ler”. O autor privilegia a clareza e o menor uso de imagens ambíguas para facilitar a compreensão dos usuários. Na figura 14, Bertin (1986) divide as variáveis em macro-categorias intituladas: imagem e separação, onde cada categoria contém os seguintes elementos.

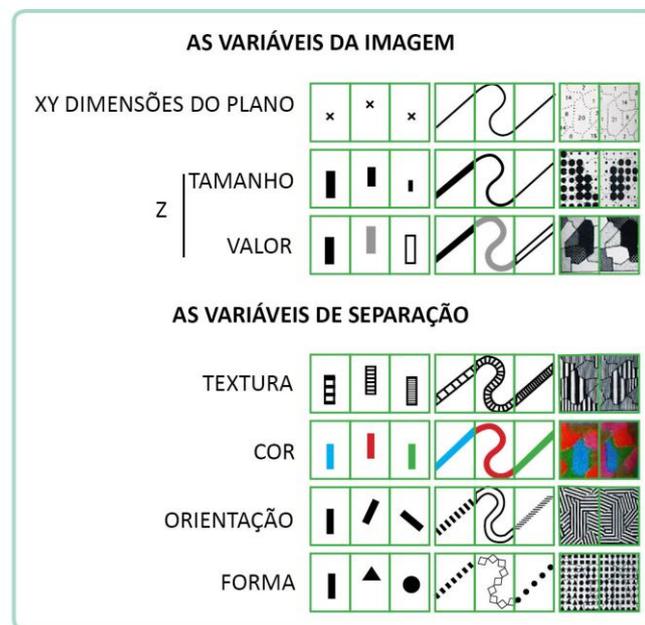


FIGURA 14: VARIÁVEIS GRÁFICAS

FONTE: BERTIN (1986)

- **Posição:** dimensões X e Y dentro de um plano – variação de posição em um determinado espaço gráfico;
- **Tamanho:** variação de dimensão (largura, altura) da área ou do elemento gráfico;
- **Valor:** variação de tonalidade, saturação do elemento gráfico;
- **Textura:** variação na formação, na espessura dos elementos, na padronagem utilizada para preenchimento de áreas do elemento gráfico, com finalidade de separação das demais e comparação no todo; que constituem uma área gráfica;

- **Cor:** variação cromática ou de tonalidade de cor dentro de um mesmo valor (claridade, escurecimento);
- **Orientação:** variação de orientação, angulação, inclinação, em posição horizontal a vertical, de linhas ou padrões;
- **Forma:** variação da configuração da forma do elemento usado para a composição da mensagem;

As variáveis permitem uma construção adequada da informação e a percepção dos dados. Para Bertin (1986), esse processo de percepção, ocorre em dois tipos de identificação: **externa e interna**. A percepção externa isola os conjuntos através da superfície. A percepção interna descobre as relações de fatos isolados das variações visuais (semelhança, ordem e proporcionalidade). Na morfologia de Horn (1998) o ponto, a linha e a superfície compõem os elementos básicos da geometria em termos formais, demonstrando um conjunto de teorias sobre a linguagem visual. Além disso, conforme a figura 15 define a informação de modo a privilegiar a compreensão do não verbal de maneira infográfica:

•	—	□
<p><b>PONTO</b></p> <p>É o que não tem partes.</p>	<p><b>LINHA</b></p> <p>É o que só tem comprimento, sem largura.</p> <p>A linha considera-se produzida do fluxo ou movimento de um ponto.</p>	<p><b>SUPERFÍCIE</b></p> <p>É o que só tem comprimento e largura.</p> <p>A superfície considera-se produzida do movimento de uma linha.</p>
<p><b>PONTO</b></p> <p>Digo inicialmente que devemos saber que o ponto é um sinal que não podemos dividir em partes.</p> <p>Chamo aqui sinal qualquer coisa que esteja na superfície, de modo que o olho possa vê-la.</p>	<p><b>LINHA</b></p> <p>Os pontos, se em sequência se juntarem um ao lado do outro, produzirão uma linha.</p> <p>Para nós a linha será uma figura cujo comprimento pode ser dividido, mas será de largura tão tênue que não poderá ser cindida.</p> <p>Das linhas, umas se chamam retas; outras, curvas.</p>	<p><b>SUPERFÍCIE</b></p> <p>A superfície é uma parte extrema de um corpo que é conhecida não por sua profundidade, mas tão somente por seu comprimento, sua largura e, ainda, por suas qualidades.</p> <p>As qualidades permanentes são de dois tipos. Uma se reconhece pelo limite último que fecha a superfície, e será esse limite fechado por uma ou mais linhas. Quando por uma só, esta será circular; quando por mais de uma, estas serão uma curva e uma reta ou diversas retas.</p>

FIGURA 15: ELEMENTOS BÁSICOS

FONTE: HORN (1998)

Segundo JACOBSON (2000), as variáveis gráficas aplicam-se nos formatos:

- **Círculo:** margem curvilínea com linha contínua, iniciando de um ponto e terminando em outro. A função do círculo inclui área de elementos internos e externos, além de ser aplicado para construir diagramas, displays e modelos;
- **Quadrado retângulo ou quadrado de 90 °:** Armazena textos e descrição de combinações de elementos, além de ser aplicado para fazer diagramas, displays e modelos;
- **Triângulo:** retas com três lados, classificados como três lados cujos ângulos são iguais (equilátero); dois lados iguais (isósceles) e um triângulo criado pela intersecção de linhas formando ângulos diferentes. A função significa pensamento, comparação, contraste dos aspectos da entidade aplicado para fazer diagramas, displays e modelos com linhas horizontais. A arquitetura natural de entidade e organizações curtas em taquigrafia (método abreviado da escrita que auxilia na velocidade);
- **Linha:** união de inúmeros pontos equivalentes que podem estar em movimento sendo tão próximos um dos outros de modo a ser difícil de enxergá-los individualmente, como mostra a figura 16:

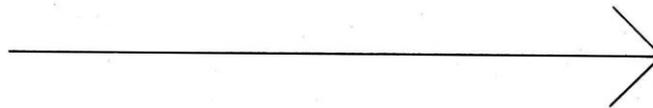


FIGURA 16: REPRESENTAÇÃO DA LINHA

FONTE: DONDIS (2007)

A linha divide-se em horizontal, vertical, diagonal, contínua, espiral, com diversas espessuras e duas ou mais linhas correspondentes uma a outra. Além disso, conectam entidades, sistemas, links, feedbacks, separa, divide e enfatiza o tamanho. As linhas constituem-se em: horizontal e vertical. A direção visual apresenta um significado associativo com mensagens gráficas;

- **Ponto:** unidade de comunicação visual e tátil. Ele está presente em esboços, desenhos, obras artísticas, e até em instrumentos de notação como a escrita. Independente do meio em que ele é usado é considerado um instrumento essencial para a pré-visualização de um objeto, ou meio palpável na

imaginação (DONDIS, 2007). Ele é atrativo visualmente e pode ser pequeno, médio, simples, complexo, decorativo, texturizado, isolado ou em conjunto;

- **Combinações:** duas ou mais ferramentas gráficas que juntas podem formar infinitas, linhas, esboços e formas que a imaginação humana pode expressar:

Para Wong (1998) os elementos do desenho tais como: visuais (formato, tamanho, cor e textura), conceituais (ponto, linha, plano e volume) relacionais (direção, posição, espaço e gravidade) e práticos (representação, significado e função) relacionam-se entre si com a experiência visual, originando a forma do desenho. Um exemplo de elementos conceituais pode ser demonstrado na figura 17.

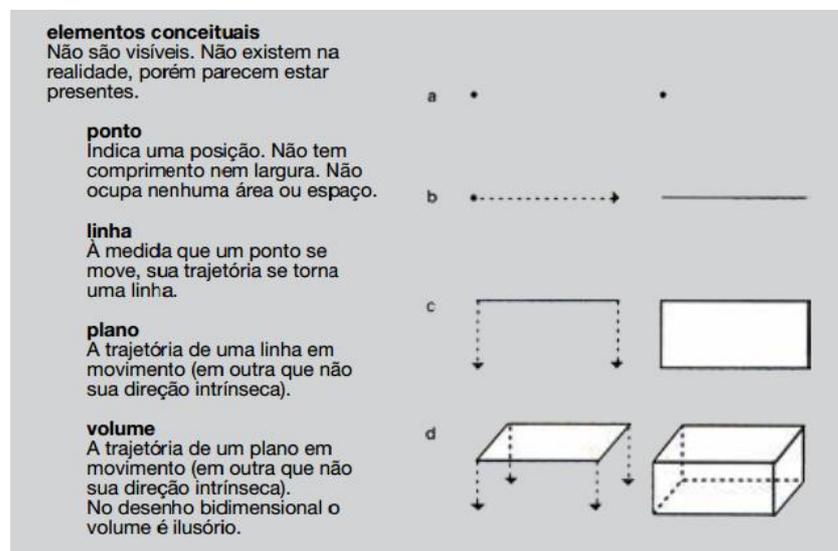


FIGURA 17: ELEMENTOS CONCEITUAIS

FONTE: WONG (1998)

Para Mackinlay, a eficiência gráfica baseia-se na comparação do tempo de uma tarefa quando aplicada a diferentes linguagens, ou seja, linguagem considerada mais eficiente caso se perceba a informação desejada. Esta depende da capacidade de percepção, sendo de motivação intuitiva e consiste em uma corrente empírica de verificação do conhecimento sobre a capacidade humana de percepção (MACKINLAY, 1986).

Cleveland & MacGill (*apud* MACKINLAY, 1986), com base em Bertin, converteram a tabela das variáveis gráficas em uma grade de dados mais precisas (posição) até as menos precisas (cor, densidade). Isso serviria para avaliar composições gráficas obtidas a partir de combinações das variáveis gráficas, onde

as qualidades quantitativas em junção com os fatores ordinais ou elementos compõem o objeto na figura 18:

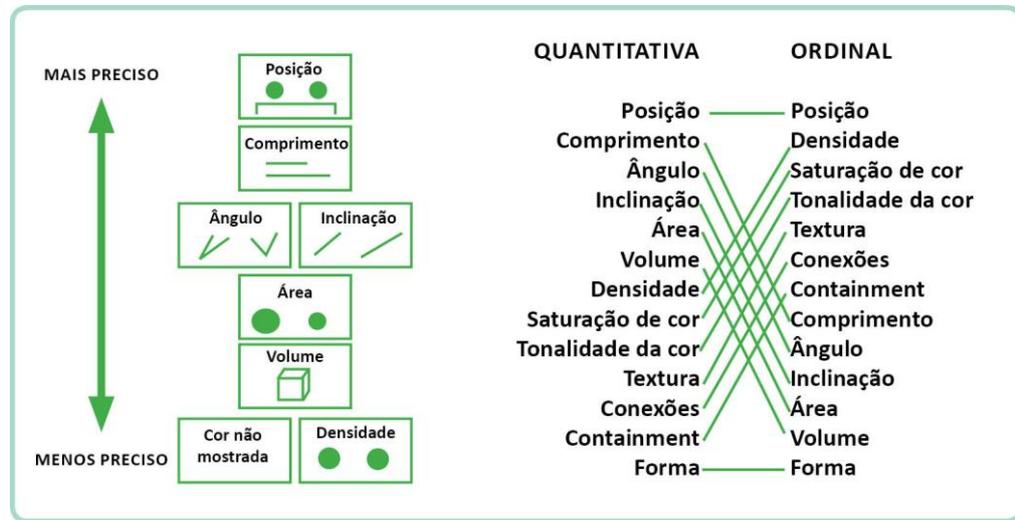


FIGURA 18: VARIÁVEIS DE MACGILL E CLEVELAND

FONTE: MACKINLAY (1986)

Para Paul Mijksenaar (1997), Bertin não se tornou muito conhecido no meio gráfico, sendo mais popular na cartografia, devido à dificuldade de aplicação de seus critérios no design. Contudo, verificando a importância das variáveis de Bertin, foi estabelecida uma nova tabela com as variáveis gráficas para o uso do design dividindo as variáveis em duas categorias ditas como distinção e hierarquia representada na figura 19.

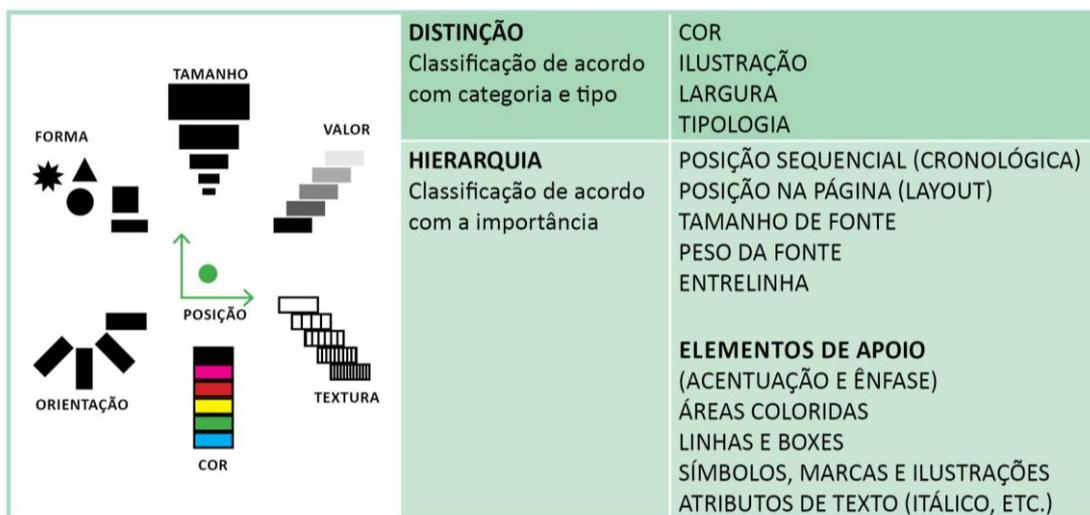


FIGURA 19: MODELO DE MIJKSENAAR, COM BASE EM BERTIN.

FONTE: MIJKSENAAR (1997)

- **Distinção:** variáveis que indicam diferentes categorias como cor, ilustrações, colunas e etc.
- **Hierarquia:** variáveis que indicam diferentes graus de importância, como tamanho, intensidade, posição e espaço, no subgrupo onde estão elementos chamados de suporte nomeados de apoio, como áreas coloridas, linhas, símbolos, logos e etc (MIJKSENAAR, 1997).

Paul Mijksenaar (1997) define o design na construção de gráficos e representações, dando forma à informação, empregando as seguintes ações:

- Ênfase ou compreensão;
- Comparação ou ordem;
- Agrupamento ou dispersão;
- Seleção ou omissão;
- Percepção imediata ou complexa;
- Apresentação da informação de determinada forma ou estilo;

Baer (2008) propõe uma maneira de criar as representações gráficas levando em conta os princípios do bom design, estabelecidos de forma sistematizada. Assim, os principais elementos sintáticos constituem:

- **Cor:** estabelecendo diferenças e semelhanças na informação;
- **Tipologia:** senso de hierarquia;
- **Tamanho e escala:** acelerando a leitura, áreas de prioridade e da informação;
- **Estrutura:** grids auxiliam a navegar por informações complexas;
- **Agrupamento:** acelera a leitura, hierarquiza as informações;
- **Elementos gráficos:** auxiliam na navegação do conteúdo, linhas, pautas, *bullets*, pois atraem o olhar, providenciando direção e pontuação;
- **Imagens:** junção de texto e imagem, redundâncias e complementos;
- **Som e movimento:** canais de percepção que potencializam a eficiência da informação. O movimento pode gerar narrativas e prender a atenção deixando impressões na memória dos usuários;

Os conceitos abordados neste tópico buscam garantir a parte funcional da transmissão da mensagem na educação dos cegos, através da apreensão e assimilação proporcionada por um material físico. O uso das variáveis gráficas (orientação da linha, áreas, união de pontos, exploração da forma, elevação da textura - espessura ou altura) são aspectos sensoriais utilizados para construir características táteis em objetos tridimensionais para pessoas cegas. Portanto, pertinentes no processo de percepção tátil dos cegos. Já que facilita a configuração da mensagem de um determinado objeto, para em seguida iniciar o processo de representação gráfica de formas geométricas, aprofundadas no próximo tópico.

### 3.4.3 A elaboração do desenho pelos cegos congênitos

Para Arnheim (1980) o ato de desenhar na infância conceitua muito mais do que apresentar uma percepção visual, como também estabelece a relação dos objetos com o mundo. A prioridade do desenho não é a exatidão com o assemelhamento visual, mas a apresentação simples e "*lógica*" de um determinado objeto, sua "*compreensão*" (LUQUET, 1913)

Adotando essa mesma linha, Kennedy (2009) e Duarte (2004, 2011) referem-se ao desenho como uma metodologia que auxilia na compreensão dos elementos utilizados pelo sistema tátil a fim de reconhecer figuras/objetos. Na visão de Duarte (2011) a variável cor entre o objeto e o seu fundo, provoca a primeira percepção da diferença em um desenho. A distinção da figura em relação ao fundo configura a silhueta do objeto. Esta se dá pela diferença de cor, mas também pelas bordas, ou seja, a linha que separa uma cor da outra. Portanto, a autora ressalta que as linhas de contorno, delimitam os limites do objeto. Na figura 20 a mancha de cor preta diferencia a figura geométrica do círculo de um fundo retangular e cinza.

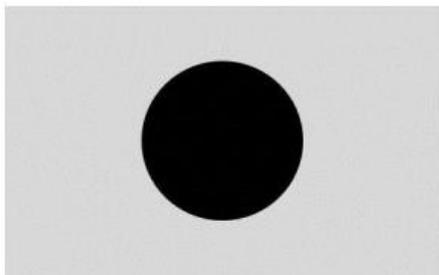


FIGURA 20: A SILHUETA DO CÍRCULO

FONTE: DUARTE (2011)

Nessa mesma linha, Kennedy (2009) relata que para auxiliar o desenho do cego congênito faz-se necessário decompor um objeto e detalhá-lo através dos contornos que reforçam sua forma ou saliência, estimulando a habilidade dos cegos em diferenciar figura e fundo, na demonstração dos efeitos da forma unilateral. Para o autor o termo “*desenhar*” configura-se na transformação da visão tridimensional de um objeto em representação plana, bidimensional e linear. Consequentemente apoiando essa afirmação Duarte (2011) menciona que o reconhecimento das figuras planas, ocorre primeiramente no contato com os padrões tridimensionais e em seguida, no bidimensional, seguidos pelos padrões bidimensionais em relevo e, somente ao final, pode-se realizar o ensino do desenho e seu reconhecimento (DUARTE, 2011, p. 139-140). Portanto, a visão planificada de uma esfera, por exemplo, destaca-se como um círculo sob um fundo qualquer, por contraste de cor ou tonalidade, a linha de contorno exigida pelo desenho na figura 21:

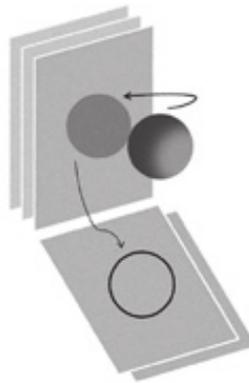


FIGURA 21: A PLANIFICAÇÃO DA FORMA (O CÍRCULO) E O DESENHO LINEAR (A CIRCUNFERÊNCIA). FONTE: DUARTE (2011)

Na concepção de Darras (2003), o estudo do desenho deve ser relacionado com o contexto em que este foi produzido. Os aspectos sócio-culturais influenciam na realização, portanto, o seu resultado gráfico estreitamente ligado à função comunicacional, entre as pessoas e o seu entorno. Este foco de estudo aborda o sentido das imagens e como elas são internalizadas pelo indivíduo, por meio de processos cognitivos, numa relação deste indivíduo com o mundo em que vive. Nesse sentido, o desenho enquanto signo tem uma função comunicacional, produzido com a mesma função.

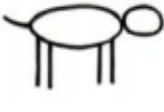
Darras & Duarte (2007) observam que no ponto de vista global o desenho não está separado de seu ambiente de ação e de comunicação. Com base em

estudos provenientes da psicologia cognitiva, em especial de Eleanor Rosch, a respeito dos níveis de abstração, Darras (1998) investiga o processo da produção de desenhos da criança e do adulto não-artista. A partir de um modelo semi cognitivo de sistemas de representação figurativa, o autor prioriza parte de suas discussões, principalmente sobre os esquemas do nível de base. Estes níveis de abstração propostos por Darras (1998) são:

- a. Esquemas de nível super-ordenado: os desenhos são extremamente abstratos, com poucas propriedades figurativas e, devido ao alto grau de generalização que ocorre neste nível, ele pode ser denominado esqueleto semântico visual do objeto. Exemplo: um animal quadrúpede;
- b. Esquemas do nível de base: contêm propriedades figurativas mais gerais, simplificadas e neutras, e são os mais usados na comunicação cotidiana entre as pessoas. Exemplo: um cão;
- c. Esquemas do nível sub-ordenado: representadas as particularidades do objeto, sem grande abstração, demonstrando propriedades figurativas memorizadas. Exemplo: um cão da raça Cocker;

O Quadro 3 exemplifica tipos de representações gráficas relacionadas aos níveis de abstração:

QUADRO 3: NÍVEIS DE ABSTRAÇÃO DO DESENHO

	1. Exemplar do nível super-ordenado		2. Exemplar do nível de base		3. Exemplar do nível sub-ordenado
---	-------------------------------------	---	------------------------------	---	-----------------------------------

FONTE: DARRAS (1998)

Segundo Darras (1998), a atividade gráfica na infância é intensa e os esquemas produzidos pelas crianças, com características simplificadas, generalizantes e neutras, podem ser considerados como sendo do nível de base. Essa produção acaba gerando um automatismo gráfico, o qual persistirá provavelmente até a idade adulta. Assim, os adultos não-artistas, quando desenhavam, acabam utilizando um registro gráfico que está armazenado na sua

memória. Neste sentido, Darras (1998) contribui com uma análise enriquecedora para esta pesquisa, no que diz respeito a processos de comunicação, de cognição e de produção de imagens, manifestadas através do desenho.

Na visão de Duarte (2008-d, p.1290), os esquemas de nível base, mencionados por Darras, intitulam-se como esquemas gráficos. As conceituações dos esquemas gráficos destacam-se como representações simplificadas e generalizantes dos objetos do mundo. A autora aponta em seus estudos, técnicas que repetem freqüentemente desenhos de objetos nas produções de esquemas gráficos mediante ao tempo. Consequentemente essa técnica aprimora a memória dos indivíduos com procedimentos. Ou seja, um desenho aprendido e memorizado, por repetição, corresponde a padrões neuronais responsáveis por uma imagem visual cerebral do desenho. Este depende de uma seqüência motora de gestos necessários para a realização e fixação do traçado. Com base nesses conceitos a autora promoveu técnicas de traço nas atividades propostas, na tentativa dos usuários cegos apreenderem os esquemas gráficos com os seguintes exercícios:

- a. A construção de uma linha de contorno: percepção tátil permite a linha de contorno separa um determinado objeto do fundo ou de outros objetos;
- b. O liga-pontos e a posição da linha: solucionar o problema das linhas retas, utilizou o método liga-pontos que consiste traçar uma linha entre dois pontos;
- c. A linha em movimento: capaz de realizar o movimento da pessoa cega necessita repetir o mesmo exercício inúmeras vezes, através da imitação sensorial motora, onde a mão do aprendiz acompanha a mão do professor;
- d. A linha como enclausuramento do plano: O primeiro objeto a ser trabalhado para representação gráfica foi uma bola. O círculo era facilmente identificado quando apresentado na forma plana ou linear, porém difícil de desenhar. Para conseguir êxito, a pessoa cega utilizou giz para grafar a linha com a mão direita e acompanhar o grafado com a mão esquerda a fim de adquirir controle sobre os movimentos;

Gombrich (1999) destaca que os “*esquemas gráficos*” formam a imagem mínima ou conceito de um objeto, satisfazendo rapidamente a economia cognitiva, no seu reconhecimento e identificação. Todavia os esquemas gráficos originam-se na construção de linhas, horizontais e verticais, intituladas formas geométricas, tais

como: o círculo, o quadrado, o triângulo e suas variações. O que corresponde a primeira visão do objeto tridimensional, em paralelo ao conceito representativo direto e simples do objeto (ARNHEIM, 1980). Portanto, os esquemas gráficos conforme Duarte (2011) divide-se, na seqüência grafada em relevo a fim de estabelecer uma leitura através da percepção tátil envolta das linhas e das figuras. Os esquemas gráficos ensinados aos cegos nomeiam-se “*esquemas-táteis visuais*” e contêm os seguintes passos:

- a. Passo 1: Grafia de linhas simples, onde o cego realiza a passagem entre o desenho e as figuras;
- b. Passo 2: Elaboração dos esquemas gráficos tátil-visual apreendido;
- c. Passo 3: Elaboração de esquemas gráficos tátil-visual com a inclusão da seqüência de aprendizagem;

A relação da repetição e do movimento da linha grafada fixa a execução do traçado. Conforme Duarte (2011), antes de iniciar o processo de representação gráfica dos cegos, faz-se necessário o desenvolvimento de exercícios sistemáticos, que estimulem a repetição motora e a seqüência tátil (da esquerda para direita – sentido da escrita). Em um primeiro momento inicia-se pela estimulação tátil, seguida da repetição sensória motora e passando pelo reconhecimento de elementos básicos do desenho. Assim a pessoa cega aperfeiçoa a precisão do mesmo, levando em conta a metodologia de ensino e o tempo de execução.

A linha estática, por exemplo, são aquelas grafadas em um gesto único. Essas linhas podem conter um ponto de partida e um ponto de chegada e foram exercitadas pelas crianças cegas através do jogo que Duarte (2011) nomeia de liga-pontos. Conseqüentemente o usuário preenche a seqüência pontilhada, com cartelas perfuradas nas dimensões e espessuras da linha para o usuário percorrer com maior facilidade o lápis, reiterando a importância do desenvolvimento motor do traçado em conjunto da memória. Portanto enquanto uma mão do usuário faz o traçado, a outra acompanha a textura do papel, conforme a figura 21 que demonstra os exercícios das linhas em movimento:

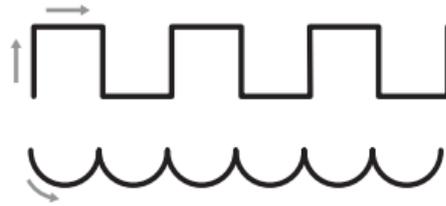


FIGURA 21: COMBINAÇÃO DE LINHAS EM MOVIMENTO  
FONTE: DUARTE (2011)

As linhas estáticas podem apresentar inúmeros sentidos, quando movimentadas em direções diferentes, auxiliando na construção da forma geométrica do quadrado, por exemplo, conforme a figura 22.

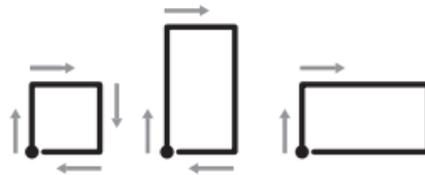


FIGURA 22: CONSTRUÇÃO DO QUADRADO  
FONTE: DUARTE (2011)

O adjetivo estático foi acrescentado para significar a ausência de movimentos livres no traçado dessas linhas, cuja grafia requer uma maior precisão de formato, direção e dimensão. Dessa forma, o triângulo pode ser desenhado com a combinação da diagonal das linhas encontradas de acordo com a figura 23:

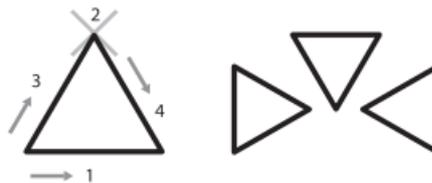
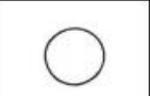
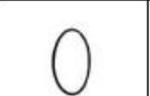
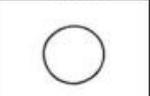


FIGURA 23: CONSTRUÇÃO DO TRIÂNGULO  
FONTE: DUARTE (2011)

A partir desse exercício pode-se perceber uma estreita relação entre os “*elementos do desenho*” e os componentes gráficos do estudo de Coutinho (1998). O componente de um objeto, segundo a autora, é compreendido como sendo uma de suas partes que, combinado com outras partes formam o objeto como um todo. Isto se aplica também à representação bidimensional do objeto. Além dos aspectos formais, os componentes podem ser identificados por sua função, cor ou tamanho. Tomando-se como exemplo o elemento de desenho “*linha curva*”, observa-se que

ela se manifesta na pétala da flor, na asa da borboleta e na copa da árvore. No entanto, se ocorrer somente 'um' traçado da linha curva, este simples elemento não poderá representar o conjunto de pétalas necessárias para construir a flor, da mesma maneira que, mesmo ocorrendo um conjunto de linhas curvas sem constar o círculo no centro (o miolo), esta ainda não será uma flor. Entende-se, portanto, o elemento do desenho será usado para construir o seu componente, que por sua vez, dentro do contexto, vai construir o esquema do objeto como um todo (Quadro 4), assim tem-se para a flor, nesse estudo específico, como seus componentes: as pétalas, o miolo, o caule e a folha.

QUADRO 4: ELEMENTOS DO ESQUEMA GRÁFICO

Elementos de desenho	 Linha vertical	 Círculo	 Linha curva	 Oval	
Componentes de desenho	 Caule de flor	 Miolo de flor	 Pétalas de flor	 Folha de flor	

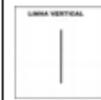
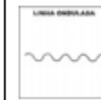
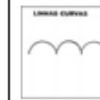
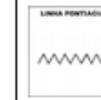
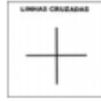
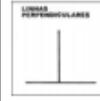
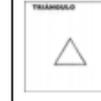
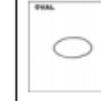
FONTE: COUTINHO (1998)

A proposta metodológica de Coutinho para o ensino do desenho de esquemas gráficos para crianças cegas compreende basicamente três etapas:

- a. Etapa 1: aprendizado dos elementos do desenho;
- b. Etapa 2: aprendizado dos componentes do desenho;
- c. Etapa 3: aprendizado do desenho final do esquema gráfico do objeto;

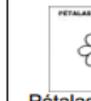
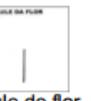
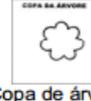
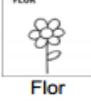
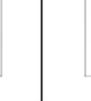
Apoiando essa idéia, do ponto de vista de Piekas (2010) a autora relata que o ensino do desenho para cegos é pertinente para compreender as percepções dos cegos em relação a um objeto junto aos elementos que o compõem, estes caracterizados como: elementos do desenho (linhas e figuras geométricas), componentes do desenho (partes que compõe a figura representada no desenho) e esquemas gráficos (desenho em si). A autora elaborou cartelas, no formato 21 x 21 cm, contendo elementos do desenho (Quadro 5), componentes do desenho dos esquemas gráficos e por fim, os esquemas gráficos (Quadro 6).

QUADRO 5: CARTELAS COM ELEMENTOS DO DESENHO

							
Linha pontilhada	Linha tracejada	Linha horizontal	Linha vertical	Linha ondulada	Linhas curvas	Linha oblíqua	Linha pontiaguda
							
Linhas paralelas	Linhas cruzadas	Linhas perpendiculares	Linha em espiral	Círculo	Quadrado	Triângulo	Oval

FONTE: PIEKAS (2010)

QUADRO 6: CARTELAS COM COMPONENTES DO DESENHO

					
Miolo de flor	Pétalas de flor	Miolo com pétalas de flor	Caulo de flor	Folha de flor	Caulo com folha de flor
					
Corpo de borboleta	Corpo de borboleta	Antenas de borboleta		Copa de árvore	Tronco de árvore
					
Flor	Borboleta	Árvore			

FONTE: PIEKAS (2010)

Duarte (2011) acredita que o ensino do desenho para o sujeito cego o ajudará: a compreender a aparência visual dos objetos; entender como são as coisas muito grandes, como edifícios, árvores ou a extensão de uma rua; entender mapas, pois para isso é preciso primeiro compreender o que é uma planificação de figuras e esta compreensão vem do desenho; a ler as imagens visuais dando mais autonomia e independência à pessoa cega. Desenhar um objeto, segundo Duarte (2011), define-se como um exercício de recorte, de diferenciação entre o objeto e seu fundo ou entre o objeto e outros objetos. Para a autora, no cotidiano do ser humano comum, o desenho é utilizado para registrar ou indicar objetos. Cabe ressaltar que o uso educativo do desenho para a pessoa cega requer tempo e paciência, e que o treino inicial do traço influencia na geração do desenho.

Segundo Rudolf Arnheim (1980) o desenho propriamente dito começa com o fechamento da linha e a configuração de um espaço interior, o qual o contorno o

delimita. O autor ainda atribui o movimento do desenho como uma alavanca, próprio à anatomia do braço e do gesto que produz os primeiros desenhos a levar ao fechamento de uma figura no espaço. A partir do fechamento da figura, a pessoa cega constrói as primeiras representações, como por exemplo, a figura humana, o sol ou a forma das árvores. Em relação às técnicas de Duarte (2011) Loch (2008) e Lima (2011) vão mais além e relatam que os cegos congênitos totais não estão acostumados com a linguagem pictórica adotada pelos videntes. Loch (2008) expõe em sua pesquisa, técnicas para usuários cegos reconhecerem as formas geométricas e interagir com estas no plano tridimensional, o estímulo de tatear objetos com diferentes formas: triangular, esférica e quadrangular e em seguida as mesmas formas no plano bidimensional (Figura 24) desenhadas em uma folha A4 (Figura 25).

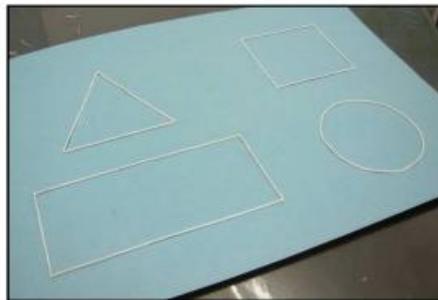


FIGURA 24: FORMAS EM BARBANTE

FONTE: LOCH (2008)

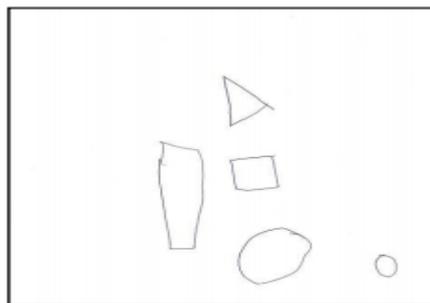


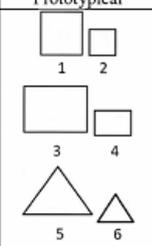
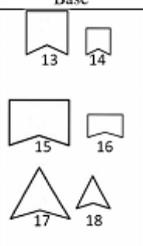
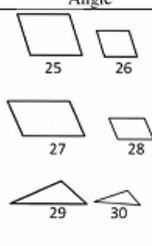
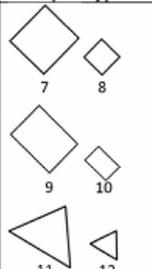
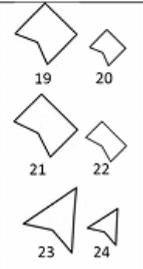
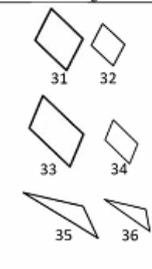
FIGURA 25: MESMAS FORMAS EM DESENHO DE CEGO

FONTE: LOCH (2008)

A habilidade de reconhecer representações gráficas não depende do tato ou dos recursos tecnológicos, mas também de mudanças atitudinais. Os autores citam exemplos de baixo custo como a utilização de materiais de armarinho como barbantes, linhas e o uso da áudio-descrição ou informações gerais por meio da fala e sobre categorias que orientem o reconhecimento háptico na elaboração do desenho. Lima (2011) cita experimentos de Heller *et al* (1996) com relação à

perspectiva geométrica em alto-relevo e conclui que cegos congênitos são capazes de entender e reconhecer figuras bidimensionais desde que seja dado tempo e acesso suficientes para este estudo.

Novamente surge na literatura a afirmação de que os cegos têm dificuldades devido à falta de informação e não devido a problemas com a cognição. Lima (2011) comenta ainda sobre outros experimentos de Heller (1989a e b), os quais confirmam que a dificuldade em reconhecer desenhos em relevo diminui à medida que os cegos têm acesso às descrições das figuras. Conclui-se que o estímulo favorece o reconhecimento das representações gráficas em alto relevo e que algumas dificuldades podem ter como origem problemas de categorização ou nomeação das figuras e não somente de percepção dos padrões. Sob este aspecto, Heller *et al* (2005) julgam ser difícil interpretar resultados de experimentos que envolvem nomes de figuras. Theurel *et al* (2012) comprova as palavras de Lima (2011b) quanto à percepção de figuras planas, em um teste com adolescentes cegos congênitos que participaram da atividade de reconhecimento de figuras como triângulo, quadrado e retângulo, o qual cada categoria haviam formas corretas e distorcidas, como mostra o quadro 7:

Target shapes	Distractor shapes	
Prototypical	Base	Angle
		
Non prototypical	Base	Angle
		

QUADRO 7: FORMAS GEOMÉTRICAS

FONTE: THEUREL *ET AL* (2012)

Percebe-se na pesquisa de Theurel *et al* (2012) e na experiência a ser relatada a forte influência dos trabalhos de Piaget, fazendo a relação de pessoas vendadas com os cegos congênitos para comparar o grau de percepção das

formas. Esta afirmação revela a idéia de que pessoas cegas congênitas tendem a imaginar os sólidos tridimensionalmente e na sua totalidade. Todavia, este pensamento é contrário das pesquisas de Duarte (2011), Sacks (2006) e Ormelezi (2000) as quais sugerem que a percepção do cego é fragmentada.

Vivenciando esta dificuldade, Morais (2011) afirma que os alunos cegos congênitos dificilmente conseguem desenhar algo que não podem tocar na sua totalidade. Deste modo a forma de abordagem para ensinar o desenho para esses indivíduos deve ser diferente. Segundo a autora, deve ser sistemático, iniciando pela estimulação tátil, passando pelo reconhecimento de elementos básicos do desenho até chegar no ensino de imagens mais complexas.

Logo, colaborando com Arnheim (1980), Coutinho (1998), Darras (2003), Loch (2008), Piekas (2010), Lima (2011), Duarte (2011) e Morais (2011) é possível constatar que o desenho trata-se de um mecanismo o qual permite ao cego congênito se expressar através do papel, além de promover o exercício motor, a relação da repetição do movimento da linha grafada e o entendimento da composição de desenhos, esclarecendo aos cegos congênitos como os videntes representam as coisas vistas ou tocadas através do tato.

#### 3.4.4 Maquetes táteis no reconhecimento de formas geométricas

Segundo Loch (2008) a concepção de mapas táteis, equivale-se ao mapas convencionais, isto é, que existem dois momentos: o da elaboração e o do uso deles. Desta forma, devem ser levados em conta a finalidade do mapa e o público-alvo, ou seja, seus usuários. O acesso a mapas táteis, maquetes e atividades práticas de campo possibilita ao aluno treinar suas percepções a partir dos outros sentidos, principalmente quando o processo inicia-se na fase da escolarização, proporcionando uma melhor compreensão das informações disponíveis e facilitando a vida da pessoa com deficiência visual. O acesso aos materiais didáticos ainda é bastante restrito para as pessoas cegas, devido a pouca disponibilidade de materiais adaptados, como também a confecção de recursos inacessíveis a esses indivíduos o que dificulta o processo de ensino-aprendizagem gerando a exclusão desses alunos (LOCH, 2008).

Os mapas com finalidade educacional são aqueles de referência geral, concebidos em escala pequena, como os mapas de atlas e os geográficos de parede, além dos mapas de livros didáticos (LOCH, 2008). A autora aborda que os mapas táteis sejam confeccionados em tamanho adequado para a exploração pelo tato (tamanho de, no máximo, duas mãos do cego), eles permitirão que seu usuário possa decodificá-los com a ajuda da legenda para localizar lugares e objetos geográficos, estimar distâncias e estabelecer relações entre eles. Ou seja, os dados representados no mapa podem tornar-se informações espaciais.

A concepção dos mapas táteis para a educação e para a mobilidade distingue-se, analogamente dos mapas convencionais que lhes dão origem. Os mapas para a educação, na sua grande maioria, devem localizar fenômenos geográficos e lugares para o ensino das disciplinas de Geografia e História. Há consenso entre professores e pesquisadores que produtos cartográficos são importantes para a compreensão e ensino de conceitos geográficos, ambientais, culturais e históricos dos diferentes lugares, por isso eles fazem parte do material didático dos Ensinos Fundamental, Médio e Superior.

Desta forma, quando surgiram as políticas educacionais voltadas às pessoas cegas, observou-se um incremento na busca pelo desenvolvimento de materiais cartográficos adaptados às necessidades educacionais de deficientes visuais. Segundo Soler (1999), citado por Ventorini (2007), o tato é o sentido que oferece ao cérebro humano uma gama de tipologias de informações dos meios externo e interno. Todavia, a identificação de objetos por meio do tato não se realiza simplesmente pelo toque e pela exploração, é preciso desenvolver uma sensibilidade tátil para percebê-los e conhecê-los. Por isso, as pessoas cegas devem ser estimuladas a desenvolver a sensibilidade tátil desde o início do diagnóstico médico. Esta estimulação pode ser realizada com o manuseio de diversos objetos de tamanhos, formas e texturas superficiais distintas e adequadas à inspeção, por meio de tato, considerando o grau de maturação da pessoa e que não se trata de as mãos substituírem os olhos.

Conforme exposto por Vygotski (1997), outros órgãos não assumem diretamente as funções fisiológicas dos olhos, mas sim, existe uma complicada reestruturação da atividade psíquica provocada pela alteração da função principal, e orientada através da associação, da memória e da atenção a criar um novo equilíbrio do organismo, em substituição daquele perturbado.

No processo de ensino-aprendizagem os materiais didáticos são uma importante ferramenta para viabilização das atividades desenvolvidas em sala, bem como um facilitador no processo de construção do conhecimento. Segundo Cerqueira e Ferreira, (1996) os recursos didáticos são recursos físicos, utilizados com maior ou menor freqüência durante as aulas em todas as disciplinas, no desenvolvimento de estudos ou atividades, independente das técnicas que forem aplicadas. A utilização de recursos didáticos visa auxiliar o professor e o estudante nos processos educativos, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar a mediação.

Considerando algumas questões como, a dificuldade de contato e compreensão do ambiente físico pelo deficiente visual, as elucidações desvinculadas com a realidade, assim como a falta de motivação dos alunos no processo de aprendizagem, fazem com que o uso de recursos didáticos específicos possa suprir a lacuna no processo de construção do saber desses alunos (CERQUEIRA & FERREIRA, 2009). Portanto, a aquisição dos conhecimentos cartográficos, que tem seu processo iniciado nas aulas de Geografia, torna-se fundamental para auxiliar nas análises e desenvolver as habilidades de observação, percepção e representação do espaço, evidenciando a importância do processo, desde o manuseio até construção dos mapas.

Segundo Almeida (2007) diagramas, gráficos, mapas de qualquer natureza, trazem a possibilidade de desenvolver o conhecimento geográfico e facilitam a compreensão do mundo que o cerca. Por isso, é preciso adaptar as representações gráficas para que possam ser percebidas pelo tato, proporcionando às pessoas com deficiência visual oportunidades semelhantes àqueles que podem ver. Os recursos que possibilitem uma orientação espacial mais independente à pessoa cega, inclui um treinamento em orientação e mobilidade nas propostas pedagógicas e o acesso a mapas táteis, maquetes e gráficos (SEEMANN, 2003).

Nogueira (2009), afirma que os mapas táteis buscam atender principalmente a duas necessidades: a educação e a orientação e mobilidade.

Duarte (2011) também desenvolveu um projeto denominado, com maquetes tridimensionais para cegos, enfatizando o aspecto geral, cuja geometria é característica ao objeto. A hipótese deste estudo destaca que o cego teria uma percepção tátil similar à percepção visual. Duarte (2011) nomeou as maquetes como “*maquetes generalizantes*”, pois apresentam as seguintes questões:

- a. Percepção tátil do objeto ou de sua maquete tridimensional (tatos ativo e passivo), reconhecendo as características gerais do objeto;
- b. Delimitação das bordas de superfície do objeto/maquete em ação tátil linear (tátil ativo, procedimento sensório-motor<sup>3</sup>) com o dedo indicador;
- c. Percepção tátil do esquema gráfico planificado em material emborrachado (E.V.A) - tatos ativo e passivo;
- d. Delimitação das bordas de superfície do esquema gráfico em material emborrachado – do todo e das partes que compõem o esquema na seqüência prevista para o desenho – em ação tátil linear (tato ativo, procedimento sensório-motora);
- e. Percepção tátil do esquema gráfico em desenho linear em relevo (tatos ativo e passivo);
- f. Percorrer em tato ativo as linhas de contorno da figura e as partes que compõem o esquema gráfico (procedimento sensório-motor);
- g. Realização do desenho em giz de cera sobre papel sobreposto à prancha recoberta com tela (a fim de garantir o relevo tátil das linhas grafadas) em procedimento tátil<sup>4</sup> e sensório-motor;
- h. Leitura de imagem tátil do desenho realizado (tatos ativo e passivo);

Segundo os estudos de Lessan (2009) o potencial didático do trabalho com maquetes muitas vezes não é explorado, mesmo o objeto assumindo um significado para torna-se uma maquete. Dessa forma, quando o aluno apresenta dificuldades em conceituar um desenho no plano, é recomendado o uso de maquetes como recurso auxiliar, na tentativa de transmitir a informação. A utilização de mapas e maquetes táteis deve priorizar sempre a clareza nas informações e contar com o auxílio do professor, que necessita refletir sobre as metodologias e os recursos usados em sala de aula, com o intuito de construir um ambiente que possibilite o aprendizado com significado (FAÉ, 2009).

---

<sup>3</sup> A imitação “*sensório-motor*” denominada por Duarte (2008a) para se referir a uma experiência onde a mão da criança fica sobreposta à mão de quem for desenhar. Desta forma a criança acompanha os movimentos necessários para compor o desenho.

<sup>4</sup> No tato os sujeitos apenas observam os estímulos que são colocados em suas mãos, sem interagir propositalmente sobre o estímulo. Já no tato ativo, o sujeito pode manipular o objeto, explorando-o hapticamente e ativamente (LIMA, 2011b).

Já as representações gráficas, assim como os gráficos e diagramas, fazem-se significativos para entender textos e dados de forma eficaz e sintetizada. As informações instantaneamente devem comunicar através de representações visuais ou adaptadas para a forma tátil, com dados monossêmicos, ou seja, sem ambigüidade, permitindo uma única leitura (SILVA, 2008).

Kirner *et al* (2010) desenvolveram uma maquete espacial em realidade aumentada, com o auxílio de áudio, para ensinar conceitos de tridimensionalidade para os deficientes visuais. Para isso, foram construídas algumas maquetes em relevo e baixo relevo, conforme mostra a figura 26, permitindo ao deficiente visual tocá-las e receber respostas sonoras.



FIGURA 26: PAINEL FOTOGRÁFICO COM PLACA INFORMATIVA E SONS DA MATA  
DISPONÍVEL EM: [www.aceso.umic.pt/2010/baes.zip](http://www.aceso.umic.pt/2010/baes.zip)

Ao explorar as maquetes, o usuário exercitava os conceitos difíceis de serem aprendidos, como planos de profundidade, linhas de fuga, perspectiva, alteração de escala e distância. A realidade aumentada, segundo Kirner *et al* (2010), implementa as ações tangíveis, com retorno sonoro, na medida em que um ponteiro físico com um marcador acoplado toca certos pontos da maquete, emitindo sons e narrações. Além dos mapas, as maquetes também utilizadas aproximam a realidade cotidiana do aluno com os conteúdos a serem trabalhados. Para o aluno com deficiência visual a utilização de materiais concretos como os mapas e as maquetes torna-se imprescindível para o processo de abstração e construção do conhecimento (SENA & CARMO, 2009).

A Maquete Geográfica Tátil ou Modelo Topográfico Reduzido Tátil denomina-se como a representação tridimensional parcial ou total da superfície terrestre com texturas, textos em Braille, formas, cores fortes, sons, ou outros

elementos táteis para deficientes visuais obterem informações geográficas a respeito da área estudada (LABTATE, 2010).

As maquetes geográficas táteis destacam-se por ser um recurso didático para o ensino da Cartografia e Geografia, tanto para alunos videntes como para deficientes visuais. Por ser um recurso de representação tridimensional, muito utilizados para ensinar as dinâmicas de relevo, possibilitam uma melhor demonstração da realidade (SENA & CARMO, 2009).

Portanto, a utilização de recursos como mapas e maquetes é significativo no processo didático-pedagógico, pois prioriza o desenvolvimento cognitivo do aluno. Esse fator ocorre em especial com o aluno cego, impossibilitado de compreender determinados conceitos do conteúdo devido a inexistência de materiais adaptados. O conhecimento da existência de tais recursos pelas instituições de ensino é fundamental para que o processo de ensino aprendizagem ocorra de forma completa, contribuindo para barreiras informacionais sejam efetivamente superadas.

#### 3.4.5 A Cartografia Tátil na educação dos cegos congênitos

A cartografia tátil é um ramo específico da Cartografia, que se ocupa da confecção de mapas e outros produtos cartográficos que possam ser lidos por pessoas cegas ou com baixa visão (LOCH, 2008). Os gráficos táteis podem funcionar como recursos educativos, quanto como facilitadores de mobilidade em edifícios públicos de grande circulação, como terminais rodoviários, metroviários, aeroviários, no shopping center, nos campos universitários, caminhos e itinerários e, também, em centros urbanos. Desta forma, os produtos da cartografia tátil podem ser enquadrados como recursos da tecnologia assistiva por auxiliarem e promoverem a independência de mobilidade e ampliar a capacidade intelectual de pessoas cegas ou com baixa visão (LOCH, 2008).

No Brasil, nos países da América Latina a produção da cartografia tátil ainda é precária. Algumas pesquisas sobre mapas táteis, conforme foram feitas na USP, por Vasconcellos (1996) na década de 1990. Os resultados alcançados levaram à implantação do Laboratório de Ensino e Material Didático – LEMADI, no Departamento de Geografia da USP, onde são desenvolvidas pesquisas para a elaboração, aplicação e avaliação de representações gráficas táteis para alunos

deficientes visuais. Alguns Institutos e Fundações de apoio à pessoa com necessidades especiais ligados ao Ministério da Educação, como o Instituto Benjamim Constant (IBC) e a Fundação Catarinense de Educação Especial (FCEE), além de entidades filantrópicas, como a Fundação Dorina para Cegos, e a Laramara – Associação Brasileira de Assistência ao Deficiente Visual adaptam e distribuem materiais para atividades pedagógicas e vida diária de pessoas cegas ou com baixa visão. Entre tais materiais, encontram-se mapas, plantas baixas genéricas e gráficas. Entretanto, apesar dos esforços dessas instituições no que concerne aos mapas táteis, não foi possível atingir um padrão cartográfico eficiente ou suficiente para o ensino e nem atender a demanda em nível de Brasil.

Os mapas táteis no estado de Santa Catarina são produzidos pela FCEE, organismo do governo estadual que, entre tantas atividades de apoio à educação de pessoas com necessidades especiais, tem se esforçado para atender às escolas da rede pública estadual no que concernem os mapas para o ensino de História e Geografia. A FCEE faz a transformação dos mapas de livros didáticos para mapas táteis dos livros didáticos em Braille. Foi essa assessoria que deu origem aos projetos de mapas táteis e ao Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da UFSC – LABTATE, criado em 2006 pelo Departamento de Geociências (LOCH, 2008).

Loch (2008) relata que para confeccionar mapas táteis o cartógrafo deve traduzi-lo e saber como fazê-lo (generalização) para diferentes faixas etárias, além de considerar a noção do grau de desenvolvimento cognitivo e espacial do usuário, especialmente, a pessoa cega. O cartógrafo deve ainda estar ciente da tecnologia disponível para tal tarefa (criação e reprodução) e da necessidade de realizar testes cognitivos com cegos congênitos, pois na maioria das vezes aquilo que ele considera bom para a tradução gráfica tátil, não é considerado para a leitura esperada quando o mapa é examinado pelo seu usuário em potencial.

No Quadro 8 os procedimentos a serem considerados na cartografia tátil, bem como sua confecção, nos dois momentos do processo cartográfico: sua produção e uso. Este quadro resume experiências na tentativa de padronizar mapas táteis para o Brasil.



QUADRO 8: CONSTRUÇÃO DE MAPAS TÁTEIS

FONTE: LOCH (2008)

### 1º Procedimento: Escolha dos mapas convencionais

Como os mapas táteis são confeccionados a partir de mapas convencionais, é preciso escolher os mapas-base conforme os propósitos de uso e as necessidades dos usuários. Assim, é preciso pensar na generalização desses mapas para adaptá-los para o modo tátil. Isto é necessário porque nem tudo em um mapa convencional pode ser transcrito para a leitura tátil. Pequenos elementos ou áreas podem sofrer quatro tipos de generalização: fusão, seleção, realce ou deslocamento, conforme sua importância; as linhas devem ser generalizadas por suavização ou realce. Contudo, a generalização para esse tipo de mapa não é decorrente da redução da escala do mapa (muitas vezes ele é ampliado), mas sim porque, para ser recriado na forma tátil, o mapa deve ser tão rústico que permita a implantação de texturas em relevo para que na leitura tátil o DV faça a diferenciação das linhas, pontos e áreas que o compõem. Portanto, na cartografia tátil, podem-se fazer ampliações e deformações que jamais seriam permitidas na cartografia convencional.

## **2º Procedimento: Escolha da simbologia e das variáveis gráficas**

Na gramática cartográfica, ponto, linha e área, ao serem transcritos para os mapas táteis podem sofrer variações na forma, no tamanho, em orientação, ou seja, utilizam três das seis variáveis gráficas de Bertin (1996). Mas é preciso lembrar que essas variáveis visuais devem ser transformadas em variáveis táteis, isto é, elas aparecerão em um mapa tátil sempre em relevo, o que não chega a ser exatamente uma terceira dimensão e nem mesmo podem ser interpretadas como volume, salvo a variável tátil volume. Os pontos, linhas e/ou áreas de um mapa tátil destacam-se do substrato de suporte do mapa como se fosse um relevo imposto na base plana que contém o mapa, seja ele um papel, um plástico ou uma placa de metal ou emborrachada. Desta forma, as mãos que fazem a leitura tátil podem acompanhar cada linha, identificar e localizar pontos, definir e diferenciar áreas. De modo geral, essa textura tem menos de 0,2 centímetros de altura; a partir daí já pode ser entendida como diferenças no volume, o qual é de difícil construção para a maioria dos métodos de produção de mapas táteis, pois as alturas entre as áreas precisam ter degraus facilmente sensíveis ao tato.

## **3º Procedimento: Uso das variáveis gráficas táteis em mapas**

Para utilizar as variáveis gráficas táteis na construção de mapas é preciso levar em consideração as ações cognitivas derivadas do tato. Nesse contexto, as variáveis gráficas hápticas utilizadas nos mapas táteis podem ser correlacionadas às variáveis visuais, conforme mostrado no quadro 9, com as considerações específicas que exige a discriminação tátil. A variável gráfica tátil pode ser utilizada em até três tamanhos bem distintos, pois o cego contém dificuldades para fazer associações ou detectar diferenças. O menor tamanho do ponto é entre 0,2 centímetros e 1,2 centímetros de diâmetro; a partir daí ele pode ser confundido como sendo área. Para a pessoa cega distinguir uma feição linear (rio ou estrada), o menor tamanho esta em 1,3 centímetros; menor interpretada como símbolo pontual.

VARIÁVEIS GRÁFICAS TÁTEIS		
TAMANHO	Ponto	
	Linha	
FORMA	Ponto	
	Linha	
PADRÃO	Área Pontos e linhas bem diferentes para formar Padrões	
VOLUME	Visto em perfil	
	Visto de topo	

QUADRO 9 : VARIÁVEIS GRÁFICAS

FONTE: LOCH (2008)

Nos mapas táteis os temáticos físicos, como das bacias hidrográficas, dos tipos de clima são construídos em escala muito pequena, a solução apresentada acima pareceu ser mais eficiente para a leitura tátil, que utilizando variáveis gráficas para preencher áreas.

#### 4º Procedimento : A determinação do layout e do texto

A determinação do layout e do texto sobre o mapa é tão importante na cartografia tátil quanto na cartografia convencional, pois um mapa deve ser compreendido a partir dos textos que ele traz no seu corpo ou na legenda. A orientação geográfica (marcação da direção Norte) é muito importante para o posicionamento de leitura de um mapa tátil em escala pequena, assim como a escala gráfica, que auxilia a pessoa cega a imaginar as dimensões ou extensões na realidade.

### 5º Procedimento: Fatores importantes

Outro importante fator a ser considerado na concepção de mapas táteis diz respeito à quantidade de atributos ou classes que um mapa pode conter, quando elaborado com as variáveis táteis. Verificou-se nos testes táteis efetuados, por cegos congênitos, que não deve haver mais de dois atributos em cada mapa temático físico. Uma coleção de mapas seria uma solução para o problema de muitos atributos, mas constatou-se que os cegos têm dificuldades em “juntá-los” mentalmente para entender sua distribuição espacial e compor o todo em análise. Nesse sentido, os padrões propostos para o Brasil, estudados exhaustivamente no projeto mapas táteis, admitiram duas formas de produção desses mapas, considerando as limitações técnicas e de custos: elaboração digital (em parte) e reprodução manual, e, o uso da tecnologia automatizada com reprodução em papel *microcapsulado*. Os padrões desenvolvidos são aplicáveis para ambos os casos. Foram estudados para a tradução dos componentes visuais dos mapas: a Moldura, o símbolo de Norte, o lugar do Título, da Escala e da Legenda, os quais, junto ao mapa são importantes para a sua apresentação (o layout). Os resultados desse estudo conduziram ao padrão apresentado na Figura 27.

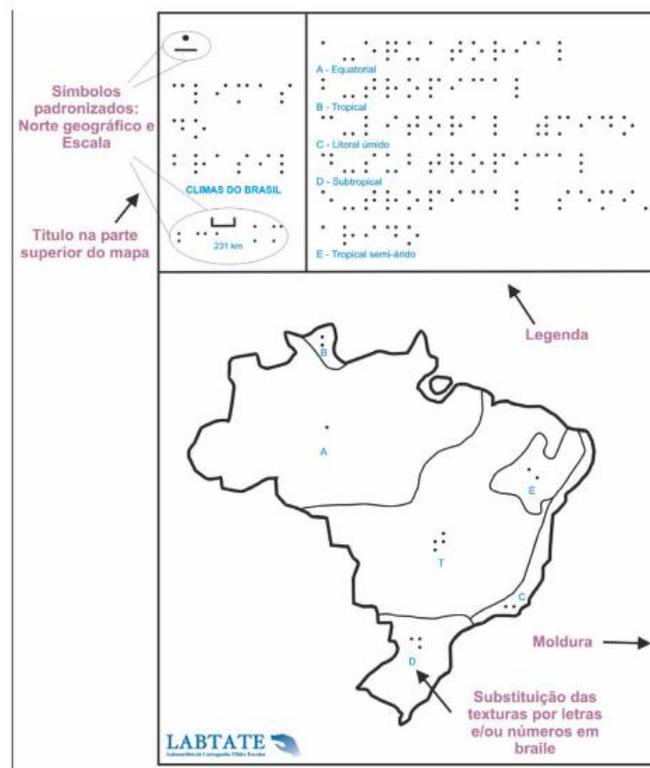


FIGURA 27: LAYOUT PADRÃO DE MAPAS TÁTEIS

FONTE: LOCH (2008)

Nessa mesma linha de raciocínio a pesquisa das plantas táteis de edifícios públicos e de centros urbanos faz-se muito recente. Até o momento ainda não chegou a resultados satisfatórios para propor padrões táteis, mas eles serão disponibilizados no Laboratório de Cartografia Tátil Escolar da UFSC. Portanto, os mapas e gráficos táteis podem funcionar como recursos educativos, além disso, a cartografia tátil pode ser enquadrada como recursos da tecnologia assistiva, considerados assim por auxiliarem e promoverem a independência de mobilidade e ampliar a capacidade intelectual de pessoas cegas ou com baixa visão. Desse modo, pretende-se continuar as pesquisas para a confecção de mapas táteis, usando tecnologias de produção automatizada para a confecção e reprodução de dispositivos que permitam criar interfaces sonoras.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO

Com base nas referências anteriores, conclui-se que o Design de Interação contribui para aplicação das Tecnologias de Informação e Comunicação no contexto das necessidades educativas especiais. Nesse âmbito, um dos problemas atuais, destaca-se por disponibilizar o acesso às TICs para as pessoas cegas e alternativas adotadas a fim de melhorar a comunicação desses indivíduos em espaços virtuais. Todavia, os mecanismos de interação: Tecnologias Assistivas (TAs) e Objetos de Aprendizagem (OA) devem atender as necessidades dos cegos com uso de ferramentas que explorem a multisensorialidade das percepções. Há também a questão das interfaces tangíveis e o uso de manipulativos na área da Geometria e como eles contribuem na identificação de objetos geométricos. As interfaces tangíveis propõem formas de interação mais apropriadas para os usuários, enquanto que os manipulativos tais quais; mapas, maquetes, gráficos táteis e a cartografia tátil funcionam como recursos educativos, que promovem a independência da mobilidade e ampliam a noção da percepção espacial de cegos congênitos. Para o futuro, recomenda-se a confecção de mapas táteis, com o auxílio das tecnologias para manter o “*objeto real*” e o virtual (Plano) no mesmo contexto, juntamente com recursos sonoros e o apoio das TAs a fim de complementar as informações conceituais e reduzir as distâncias entre a informação e as pessoas.

## **CAPÍTULO 4. METODOLOGIA DE PESQUISA**

### 4.1 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo descrevem-se métodos, técnicas e classificações que servirão de base na execução das Fases da pesquisa. Dessa maneira, pode-se traçar o perfil dos participantes da pesquisa na execução de técnicas que auxiliem no desenvolvimento da representação gráfica de cegos congênitos, bem como analisar as características palpáveis de objetos tridimensionais que auxiliam no reconhecimento tátil do cego congênito.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Conforme Löbach (2001) o design industrial atua no processo de adaptação de produtos de uso fabricados industrialmente, às necessidades físicas e psíquicas dos usuários ou grupo de usuários. Logo, o designer gráfico atua como articulador da transmissão de mensagens e informações por meio de configurações visuais e gráficas (FLUSSER, 2007).

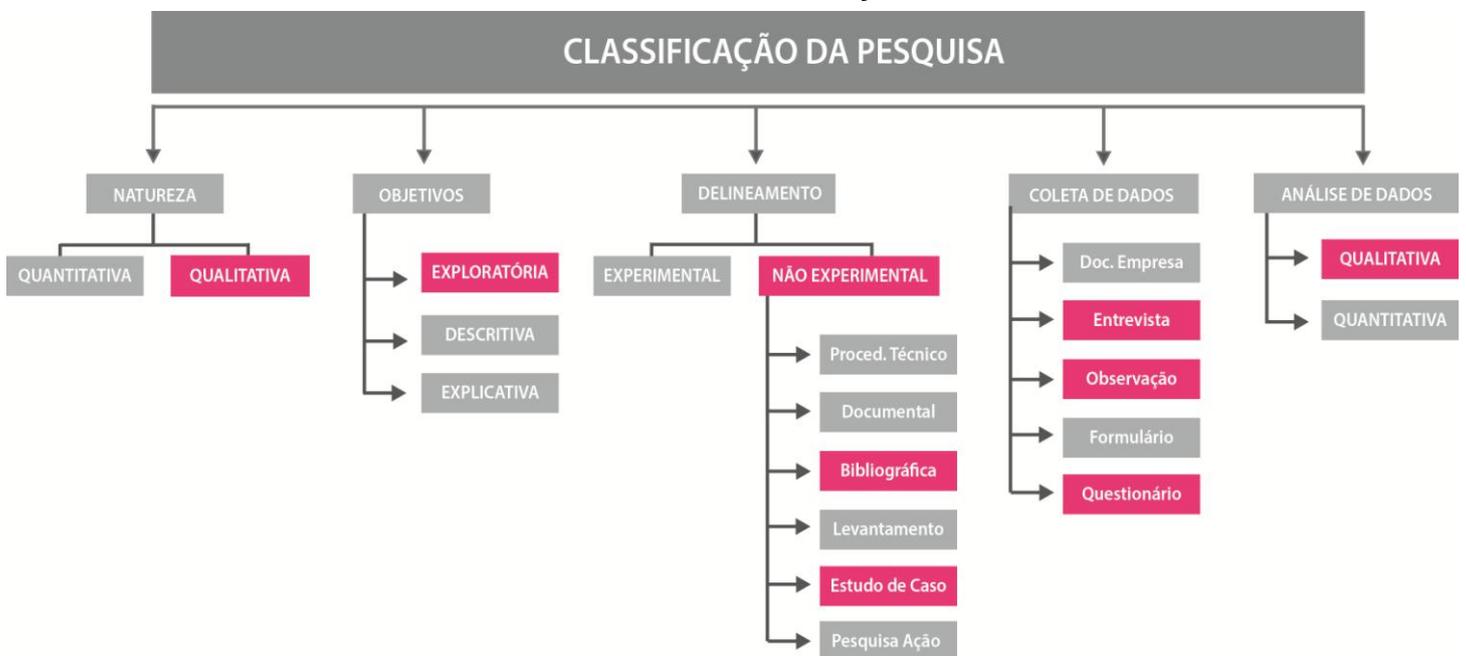
Considerando essas definições, nota-se que a pesquisa provém de um problema originado da necessidade de transmitir e reconhecer uma informação. O conteúdo deve ser apresentado de maneira adequada em conjunto ao contexto de valores que poderão auxiliar na percepção tátil de pessoas cegas. Assim é efetiva a compreensão eficiente no reconhecimento de objetos geométricos, bem como sua transposição para o bidimensional. Portanto, para atender aos objetivos propostos desta pesquisa, descrevem-se alguns métodos, técnicas e classificações que servirão de apoio para a compilação das etapas da mesma na construção dos resultados.

De acordo com Marconi & Lakatos (2009), o método da dissertação se enquadra em um paradigma funcionalista, pois considera uma estrutura complexa de indivíduos ou grupos os quais agem e reagem socialmente e, também estão em um sistema de instituições correlacionadas entre si, conceituando a sociedade como um *“todo funcionamento, um sistema em operação”* (MARCONI & LAKATOS, 2009).

Conseqüentemente, partiu-se de um método de design que pudesse ser adotado para analisar o processo de representação gráfica dos cegos. Analisando as propostas percebe-se que o método que se enquadra com o perfil do público-alvo é o Estudo de Caso, proposto por (YIN, 2010).

Logo, pode-se classificar a dissertação de acordo com a referência de Silva & Menezes (2000) e Appolinário (2006), segundo as seis dimensões da pesquisa quanto a: natureza, finalidade, tipo, estratégia, temporalidade e delineamento. Segue resumo da classificação metodológica da pesquisa na figura 28:

FIGURA 28: CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA



FONTE: AUTORA (2015)

- I. *Natureza*: Esta dissertação é predominantemente **qualitativa**, no entanto por utilizar um questionário misto com perguntas abertas e fechadas, considera-se também quantitativo. Em relação à coleta de dados não ser quantificada em um controle prévio de variáveis, a pesquisa tem como foco o público-alvo e o contexto inserido.
- II. *Finalidade*: Trata-se de uma pesquisa **aplicada**. Para Silva & Menezes (2001) e Marconi & Lakatos (2009) este tipo de pesquisa tem como objetivo prever, objetivar e gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos.

- III. *Tipo:* Considera-se a pesquisa como **exploratória**, devido aos resultados restritos da Revisão Sistemática da Literatura (RSL) em relação às variáveis do problema. Segundo Gil (2010), a pesquisa exploratória envolve um levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que vivenciam o problema e a análise dos exemplos que estimulam a compreensão.
- IV. *Estratégia:* Com relação à coleta de dados, esta dissertação se enquadra na definição de **pesquisa de campo**, pois os dados coletados dependem do contexto inserido o qual não contém controle rígido de variáveis e onde a unidade pesquisada é um sujeito.
- V. *Temporalidade:* Esta pesquisa contém caráter **transversal** por analisar o comportamento dos sujeitos em um mesmo período de tempo.
- VI. *Delineamento:* O delineamento destaca-se como **descritivo e não experimental**, pois investiga características de uma determinada realidade e descreve as variáveis envolvidas em um fenômeno.

Portanto, essa dissertação caracteriza-se em um panorama geral como: **qualitativa, aplicada, exploratória, pesquisa de campo, transversal, descritiva e com delineamento não experimental**. Em relação aos objetivos, na visão de Gil (2002), a pesquisa exploratória envolve os seguintes procedimentos técnicos:

1. *Levantamento bibliográfico:* A pesquisa contempla o estudo **da Revisão Sistemática da Literatura (RSL)**, com o levantamento inicial de documentos, basicamente materiais publicados (artigos, anais e teses);
2. *Levantamento através do Estudo de Caso:* O **Estudo de Caso** contém aspecto revelador (descoberta de fenômenos inacessíveis), ao qual contribui no reconhecimento de fenômenos individuais, grupais, organizacionais, sociais, políticos e busca compreender os fenômenos sociais complexos, observando características holísticas e significativas

de eventos da vida real (YIN, 2010). Com base nesses conceitos o levantamento destaca-se pela observação dos usuários com uso de entrevistas, um questionário acompanhado por uma dinâmica e o *Focus group* com cegos congênitos situados no Paraná;

3. *Análise de exemplos que estimulem a compreensão: Conclusões finais* sobre instrumento e método utilizado, recomendações futuras para o **Design** na construção de Objetos de Aprendizagem (OA);

As informações abordadas neste tópico facilitaram o norteamento e dimensões da pesquisa, bem como sua classificação, dessa maneira, pode-se dividir a dissertação em 4 (quatro) fases, conforme descritas no próximo tópico.

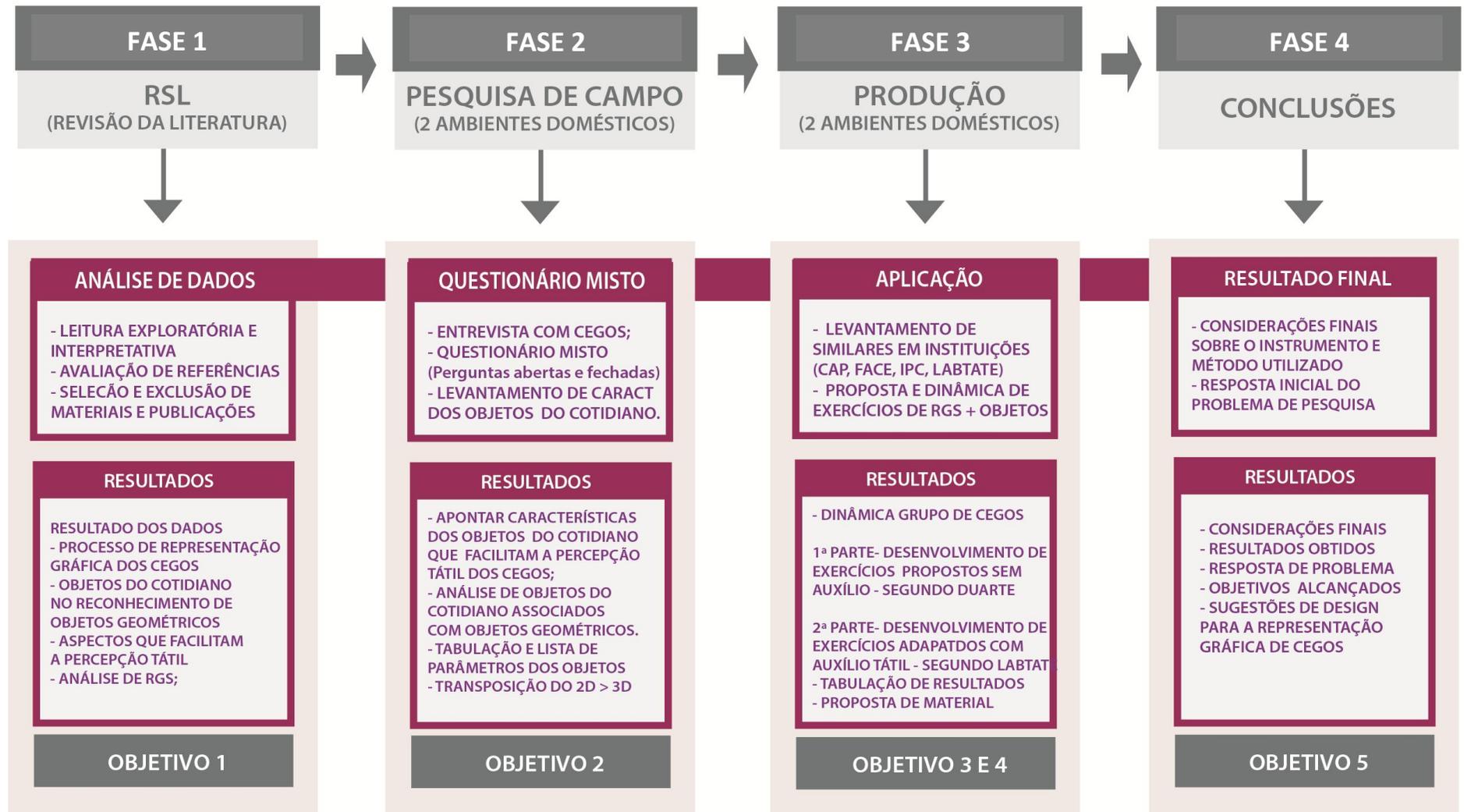
#### 4.3 FASES DA PESQUISA

O método científico, de acordo com Silva & Menezes (2000) destaca-se como o raciocínio adotado no processo de pesquisa em conjunto com operações mentais, as quais devem ser empregadas na investigação.

O estudo das principais fases da pesquisa, ações e resultados esperados visam solucionar o problema inicial a fim de atingir os objetivos propostos da dissertação.

Conseqüentemente, a investigação divide-se respectivamente em quatro (4) fases, onde a pesquisadora pondera cada objetivo alcançado em suas etapas, conforme o quadro 10:

QUADRO 10: FASES DA PESQUISA



FONTE: AUTORA (2015)

#### 4.3.1 FASE 1: Revisão Sistemática da Literatura (RSL)

A **1ª fase** da dissertação destaca-se pela pesquisa bibliográfica exploratória, seletiva, analítica e interpretativa da Literatura (GIL, 2002), com o levantamento e fichamento de documentos digitais (artigos, teses, anais e dissertações). Segundo Silva (2011) a Revisão bibliográfica pode ser contextualizada como método científico na seleção e análise de artigos, onde há uma gama de dados e fontes de informações. Esse tipo de operação afunila as referências analisadas para a teorização específica de referências, a fim de caracterizar a pergunta projeto respondendo as questões ou objetivos da pesquisa, conforme os dados coletados (YIN, 2010).

*Cochrane Collaboration* (2013) destaca a principal contribuição desse tipo de método teórico-prático, na sistematização utilizada como referência para futuros pesquisadores da mesma área como norteamento pontual de pesquisa. O método de pesquisa denomina-se a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) adaptada pelas recomendações propostas pela Colaboração Cochrane (CASTRO, 2010; COCHRANE, 2010; GUIDUGLI, 2000; HIGGINS & GREEN, 2011) e Levy & Ellis (2006), com intuito de listar as publicações relevantes sobre o processo de representação gráfica de cegos congênitos com filtro entre os anos de 2010 a 2015, na busca de publicações artigos, anais, teses e materiais impressos do tema proposto. Inicialmente o processo de Revisão Sistemática da Literatura contempla as seguintes etapas:

1. Definição das Temáticas;
2. Pré-problema de Pesquisa;
3. Seleção dos Bancos de Dados;
4. Definições de estratégias de busca;
5. Busca por periódicos/Tese/Dissertações;
6. Seleção e Exclusão de Artigos;
7. Fichamento e catalogação de dados;
8. Seleção de Citações + importantes;
9. Início do Desenvolvimento teórico;

As etapas de busca, descritas anteriormente, foram realizadas entre os anos de 2010 a 2015 nos idiomas inglês e português composto pelos respectivos banco de dados: *CAPEL*, *SCIELO*, *IEEE*, *SCOPUS* e *SPRINGER*, locais de busca que contém documentos digitais (artigos, teses, anais e dissertações) com o intuito de gerar resultados abrangentes. A busca teórica realizada contém três (3) etapas:

- **Busca inicial:** Listar a relevância do tema em questão;
- **Segundo refinamento:** Refinar a busca anterior;
- **Terceiro refinamento:** Listar publicações relevantes na área;

As strings de busca dividem-se em: *Representação Gráfica + Percepção Tátil + Cegos + Manipulativos + Objetos de aprendizagem*. As buscas foram atualizadas entre junho de 2013 a fevereiro de 2015, re combinadas com a busca booleana (BRAGA & ULBRICHT, 2011) na inclusão da palavra *Interface Tangível* inserida conforme os respectivos cruzamentos de campo, título e assunto.

TABELA 4: RESULTADO FINAL DO REFINAMENTO E SELEÇÃO DE ARTIGOS RELEVANTES.

BASE DE DADOS	RESULTADO	SELEÇÃO
CAPEL	33	06
SCIELO	10	02
SCOPUS	09	01
SPRINGER	17	01
IEEE	11	03
TESES E DISSERTAÇÕES	03	02
<b>TOTAL</b>	<b>83</b>	<b>15</b>

FONTE: AUTORA (2015)

A tabela 4 contém o número de artigos resultantes da busca classificados como relevantes a partir da leitura do resumo (incluindo 02 dissertações encontradas). Obteve-se 17 documentos relevantes, nos quais 02 artigos foram excluídos da análise, devido à falta de acesso e relevância ao conteúdo, totalizando 15 documentos finais. Na tabela 5 pode-se visualizar os documentos finais da referente dissertação:

TABELA 5: SÍNTESE DE PUBLICAÇÕES

TÍTULO	AUTOR	TEORIA	ANO	B.DADOS
1.A Percepção do Espaço Tridimensional e Sua Representação Bidimensional: A Geometria ao Alcance das Pessoas Cegas em Comunidades Virtuais de Aprend.	Tatiana Takimoto	Percepção Tátil Cegos Representação bidimensional	2014	TESE
2.Interfaces tangíveis para a educação de cegos	Taciana Pontual Falcão, Alex Sandro Gomes	Interface tangível Cegos	2013	CAPES
3.Design de interfaces tangíveis para aprendizagem de conceitos matemáticos no ensino fundamental	Taciana Pontual Falcão	Interface Tangível	2013	TESE
4.Avaliação da acessibilidade e da usabilidade de um modelo de ambiente virtual de aprendizagem para a inclusão de deficientes visuais	Carina Morais Mari Magri	Objetos de Aprendizagem Cegos	2013	CAPES
5. Vocabulário pictórico para educação inclusiva	Mari Inês Piekas , Maria Duarte	Percepção Tátil Representação Manipulativos	2013	SCIELO
6. A desconstrução do esquema gráfico aplicado ao ensino de desenho para crianças cegas.	Mari Inês Piekas	Objetos de Aprendizagem Interface Tangível	2013	SCOPUS
7.Utilização de interfaces multi-toque em ambientes virtuais de aprendizagem para ampliação da acessibilidade de deficientes visuais	Antônio Gerard T.S. Filho, Antúlio de Oliveira, Fernando da Fonseca de Souza	Objetos de Aprendizagem Cegos Interface Tangível	2013	SPRINGER
8.Desenvolvimento de aplicação multi-toque como ferramenta complementar ao ensino da geometria	Laura Serafim de Queiroz	Percepção Tátil Manipulativos	2012	CAPES
9.Exploração do Espaço de design das interações humano computador: uma abordagem da gestão do conhecimento ergonômico	Richard Fausto	Manipulativos Objetos de Aprendizagem	2012	CAPES
10.Superação tátil e mapeamento de Objetos Virtuais	Luca Brayda, Claudio Campus, and Monica Gori	Percepção Tátil Objetos de Aprendizagem	2011	IEE
11.Cartografia Tátil: mapas para deficientes visuais.Portal da Cartografia	Ruth. E Nogueira	Percepção Tátil Representação bidimensional	2008	CAPES
12. Motivações hodiernas para ensinar geografia: representações do espaço para visuais e invisuais.	Ruth. E Nogueira et Al	Percepção Tátil Cegos	2009 LIVRO	IEEE
13. Percepção Háptica: Tutorial	Klatzky e Lederman	Percepção Tátil Manipulativos	2009	SCIELO
14.Ilusões táteis induzidas através do fluxo tátil	Antonio Bicchi, Davide Dente and Enzo Pasquale Scilingo	Percepção tátil Cegos Manipulativos	2009	CAPES
15. Como as pessoas cegas aprendem com a imagem? A familiaridade de figuras universais que ajudam o reconhecimento do desenho para cegos.	John. M Kennedy	Percepção Tátil Representação bidimensional Manipulativos	1983* REF Pontual	IEE

FONTE: AUTORA (2015)

Conforme Marconi e Lakatos (2010) a RSL se trata da identificação de fontes de documentação indireta, secundárias, com o objetivo de obter dados prévios sobre o assunto. A escassa disposição de artigos exigiu uma complementação da literatura tradicional. Este modelo de revisão da literatura utiliza materiais bibliográficos como teses, dissertações, artigos publicados em periódicos, livros e anais de eventos científicos. Após as leituras exploratórias e seletivas, pode-se obter um referencial teórico conciso para embasar a dissertação, através de subsídios que fortaleçam a estruturação dos elementos principais que norteiam o tema, partindo-se para a próxima etapa do processo: a pesquisa de campo.

#### 4.3.2 FASE 2: Pesquisa de Campo

Conforme Marconi & Lakatos (2010), a pesquisa de campo destaca-se como fonte direta da documentação, por ser proveniente do local onde os fenômenos ocorrem. Nesta pesquisa, por ser exploratória e qualitativa, busca-se o aprofundamento das questões propostas para identificar as características e ações das pessoas envolvidas no processo que está sendo pesquisado (GIL, 2002).

A pesquisa de campo ocorre em dois (2) ambientes distintos cujos participantes são compostos por dois (2) grupos de cegos também distintos, porém residentes na mesma cidade. Optou-se por esse método, com o intuito de facilitar o resultado das análises apontando as diferentes percepções de cada grupo de cego em relação aos objetos inseridos em cada local.

Creswell (2007) relata que existem três métodos de investigação: qualitativo, quantitativo e misto. O método quantitativo utiliza instrumentos de pesquisa baseado em questões fechadas. O método qualitativo utiliza instrumentos de pesquisa baseado em questões abertas e o método misto combina questões abertas e fechadas.

Nesta dissertação, utilizou-se o método qualitativo em conjunto com as seguintes técnicas de coleta: **a entrevista estruturada, entrevista com aplicação de um questionário misto em paralelo a dinâmica proposta, grupo focal e a observação.** O último mencionado distingue-se por conseguir dados relevantes de determinados aspectos da realidade. Na pesquisa de campo, utilizam-se três tipos de observação no contato com o público-alvo, sendo elas: **a observação direta**

**intensiva, observação direta extensiva e a participante**, cujos objetivos consistem em identificar práticas comuns aos entrevistados e expor opiniões e expectativas sobre informações para o estudo.

A observação não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos os quais o observador, deseja estudar (LAKATOS; MARCONI, 1990, p. 194). Conseqüentemente, adotaram-se em particular o método misto e o grupo focal nas residências visitadas, pois essas técnicas visam entender melhor os problemas de pesquisa, mediante a coleta de dados. Assim, a pesquisa delimitou-se de acordo com o quadro 11:

QUADRO 11: ETAPAS DA COLETA DE DADOS

ETAPA	MÉTODO	TÉCNICA	PARTICIPANTES
1 <sup>a</sup> (início)	Qualitativa	Entrevista Estruturada - Cenário Experimental	Coordenadoras do IPC, SIANNE e ACIC
2 <sup>a</sup>	Misto	Entrevista com Questionário Misto e Grupo Focal – Ambiente 01 - Dinâmica com objetos do uso cotidiano	Cegos congênitos indicados pelo IPC (Grupo 01)
2 <sup>a</sup>	Misto	Entrevista com Questionário Misto e Grupo Focal – Ambiente 02 - Dinâmica com objetos do uso cotidiano	Cegos congênitos indicados pelo SIANNE (Grupo 02)
3 <sup>a</sup>	Qualitativa	Atividade Individual- Ambiente 1 Exercícios do tridimensional para o bidimensional	Cegos congênitos indicados pelo IPC (Grupo 01)
3 <sup>a</sup>	Qualitativa	Atividade Individual- Ambiente 2 Exercícios do tridimensional para o bidimensional	Cegos congênitos indicados pelo SIANNE (Grupo 02)

FONTE: AUTORA (2015)

Por meio destas técnicas tenta-se traçar um panorama geral sobre o processo de representação gráfica das pessoas cegas em relação a objetos tridimensionais, buscando recomendações que levem em conta a compreensão da mensagem sobre o objeto manipulado, ou seja do processo entre a passagem do tridimensional para o bidimensional. Na próxima seção segue maior detalhamento da aplicação dessas técnicas.

#### 4.3.2.1 Entrevista Estruturada em Cenário das Instituições

Lakatos & Marconi (1990) afirmam que a técnica de entrevista consiste na obtenção de informações de um entrevistado sobre determinado assunto, podendo ser classificada como padronizada ou estruturada (roteiro previamente estabelecido) e despadronizada ou não-estruturada (sem rigidez). Para essa pesquisa optou-se pela entrevista inicial **padronizada ou estruturada** com responsáveis de Instituições do Paraná, onde o usuário segue um roteiro pré-estabelecido do tema, a fim de obter diferentes respostas para a mesma pergunta. O instrumento mediador da entrevista (APÊNDICE C) foi dividido em dois níveis: em um primeiro momento sobre informações pessoais dos entrevistados (questões 1 a 6) e em um segundo momento sobre a metodologia de ensino de pessoas cegas (questões 7 a 15). As perguntas foram validadas pelas coordenadoras do Instituto Paranaense de Cegos (IPC), do Serviço de Inclusão e Atendimento aos Alunos com Necessidades Educacionais Especiais (SIANNE) e pela professora de desenho da Associação Catarinense para Integração do Cego (ACIC) em Santa Catarina. O contato prévio com as Instituições possibilitou a indicação de cegos congênitos na contribuição do questionário da pesquisa.

#### 4.3.2.2 Entrevista com questionário misto e Grupos Focais

A entrevista com questionário destaca-se como uma ferramenta de coleta de dados construída por uma série ordenada de perguntas (abertas e/ou fechadas) ao qual o usuário preenche e desenvolve o questionário. A escolha do questionário se justifica, pela economia de tempo, tanto do entrevistado, quanto do entrevistador para responder as perguntas, sem expor o mesmo (MARCONI & LAKATOS, 2010). Além disso, apresenta **caráter misto**, de múltipla escolha, composta por perguntas de opinião ou fatos, que acompanhados por uma atividade complementar, no caso da referente dissertação um roteiro para uma dinâmica, conforme as questões eram respondidas. A dinâmica proposta foi realizada com 02 (dois) grupos focais de cegos congênitos, intitulados *Grupo 1* e uma segunda equipe de usuários, descritos como *Grupo 2*, ambos residentes em Curitiba, aprofundados.

#### 4.3.2.3 Participantes da Pesquisa

Com base ao acesso inicial às Instituições, pode-se traçar o perfil do público-alvo: **cego congênito total** (que nasceu cego ou que perdeu a visão com menos de cinco anos de idade), entre 18 a 40 anos, com grau de instrução superior (incompleto) residentes na cidade de Curitiba, de acordo com a Figura 29.

FIGURA 29: PERFIL DO PÚBLICO-ALVO



FONTE: AUTORA (2015)

A escolha dos participantes deu-se mediante a memória visual armazenada desse público-alvo, apresentando uma percepção diferenciada do mundo que o cerca. Portanto, necessitando de um método condizente da sua percepção diferenciada da realidade e da Geometria. Além disso, esses cegos cursaram o ensino médio, contendo a formação mínima necessária para compreender o conteúdo da matemática, incluindo maturidade para abordar livremente sobre o assunto e facilitar a análise do processo de representação gráfica dos cegos. Portanto os nomes dos participantes foram reservados, nessa dissertação e os usuários se identificam como *Grupo 1* residentes no *Ambiente 1* e *Grupo 2* moradores do *Ambiente 2*. O *Grupo 1* compõe-se por quatro (4) cegos congênitos, recomendado pelo Instituto Paranaense de Cegos (IPC), o qual três (3) nasceram com a deficiência e um (1) adquiriu com quatro anos. O *Grupo 2* possui seis (6) cegos congênitos, recomendado pelo Serviço de Inclusão e Atendimento aos Alunos com Necessidades Educacionais Especiais (SIANEE), onde quatro (4) nasceram

com a deficiência e dois (2) adquiriram com menos de três (3) anos. Totalizando dez (10) entrevistados conforme mostra o quadro 12:

QUADRO 12: SELEÇÃO DE PARTICIPANTES

<b>Grupo 1</b>	<b>Sexo</b>	<b>Idade</b>	<b>Limitação Visual</b>	<b>Grau de Instrução</b>
<b>Participante A</b>	Masculino	27 anos	Nasceu	Graduação em Música
<b>Participante B</b>	Masculino	23 anos	Nasceu	Graduação em Psicologia
<b>Participante C</b>	Feminino	21 anos	desde (4) anos	Graduação em Artes
<b>Participante D</b>	Masculino	28 anos	Nasceu	Graduação Psicologia
<b>Grupo 2</b>	<b>Sexo</b>	<b>Idade</b>	<b>Limitação Visual</b>	<b>Grau de Instrução</b>
<b>Participante E</b>	Masculino	32 anos	Nasceu	Pós-Graduação em Direito
<b>Participante F</b>	Feminino	26 anos	desde (3) anos	Graduação em Jornalismo
<b>Participante G</b>	Feminino	27 anos	Nasceu	Graduação em Psicologia
<b>Participante H</b>	Masculino	40 anos	desde (1) ano	Graduação em Psicologia
<b>Participante I</b>	Feminino	22 anos	Nasceu	Graduação em Ed. Física
<b>Participante J</b>	Feminino	35 anos	Nasceu	Pós-Graduação em Política

FONTE: AUTORA (2015)

Os usuários participaram de um questionário misto constituído: por informações pessoais dos participantes (questões 1 a 7) seguida por uma dinâmica pré-estabelecida conforme os itens eram respondidos. Essa proposta buscou compreender como a percepção tátil auxilia no processo de associação de objetos cotidiano dos cegos com objetos educacionais da Geometria.

Esta técnica permitiu um debate aberto e interativo, característico da pesquisa exploratória, com a emergência de idéias, opiniões, relatos e sugestões. As questões foram apresentadas de forma flexível, com alguns ajustes realizados em função da interatividade. Por se tratar de dois (2) Ambientes abordados, a pesquisa de campo dividiu-se em dois momentos a análise do *Grupo 1* e *Grupo 2*.

Apesar de apresentarem retornos distintos em cada ambiente, o procedimento da dinâmica foi o mesmo em ambas as residências. Conseqüentemente, pode-se desenvolver um roteiro da Dinâmica, apresentado no tópico seguinte.

#### 4.3.2.4 Dinâmica Proposta

A dinâmica iniciou-se com uma breve apresentação, com finalidade de eliminar a tensão e promover uma relação entre a pesquisadora e os participantes. O grupo de participantes, individualmente, foi convidado a fornecer informações sobre os seus dados pessoais. Em seguida a pesquisadora propôs uma *Atividade em Grupo* para os participantes em um cenário investigativo, com instruções detalhadas da atividade.

A atividade com os Grupos focais contém a finalidade de investigar quais objetos presentes na residência dos cegos são utilizados em seu dia a dia e a localização destes, em cada cômodo. Por fim o grupo de participantes recebe instruções detalhadas, conforme as questões são respondidas. Todas essas informações coletadas em cada ambiente foram obtidas como base para fase posterior e serão detalhados mais a frente no capítulo *Resultados da Pesquisa e Ambiente Proposto*, partindo o andamento da dissertação para fase seguinte.

#### 4.3.3 FASE 3: Construção e Validação de Instrumento Adaptado

A **3ª Fase** caracteriza-se pela validação da dissertação. Posteriormente a pesquisa de campo, a pesquisadora inicia uma compilação de dados obtidos nas fases anteriores. Conforme as informações obtidas na 2ª Fase nota-se a carência de materiais didáticos e de instrução por parte dos professores que os impedem de interagir com os alunos cegos, na tentativa de transferir a realidade concreta para a abstrata, através de um modelo tátil acessível. Logo, a pesquisadora busca conter essa dificuldade na criação de um modelo adaptado que facilite o processo de percepção e elaboração de representações gráficas dos cegos.

Para verificar o nível da capacidade de representação gráfica e também a percepção dos cegos, um novo cenário investigativo foi reformulado, em função da disponibilidade e disposição dos participantes. Dentre os dez (10) participantes do Grupo 1 e Grupo 2, um (1) participante do Grupo 1 e dois (2) participantes do Grupo 2 aceitaram participar da fase de validação. A rejeição por parte dos cegos em participarem da pesquisa de campo, deve-se ao fato, dos usuários se sentirem constrangidos em colaborar na elaboração de desenhos de objetos físicos.

Conseqüentemente, optou-se em formular um novo procedimento de pesquisa, para essa fase, que se delineou conforme o quadro 13:

QUADRO 13: CENÁRIO INVESTIGATIVO PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

CENÁRIO INVESTIGATIVO			
Objetivo: Investigar o processo de representação gráfica dos cegos congênitos			
Grupo Focal	Local	Material	Procedimentos
Participante A do Grupo 1	Residência 1	RGS - técnica de Duarte (2011) + RGS - LABTATE (2014)	Exercício de RGS + objeto Cotidiano
Participante G do Grupo 2	Residência 2	RGS - técnica de Duarte (2011) + RGS - LABTATE (2014)	Exercício de RGS + objeto Cotidiano
Participante I do Grupo 2	Residência 2	RGS conforme técnica de Duarte (2011) + RGS - LABTATE (2014)	Exercício de RGS + objeto Cotidiano

FONTE: AUTORA (2015)

Portanto, originou-se um novo cenário investigativo, testado com três (3) cegos congênitos disponíveis das atividades anteriores da pesquisa de campo. A validação ocorreu segundo dois (2) procedimentos: no primeiro, utiliza-se a técnica de elaboração de representações à mão livre de acordo as instruções de Duarte (2011) com a técnica de representação com o auxílio de um instrumento adaptado, conforme as orientações de acessibilidade do LABTATE (2014).

#### 4.3.4 FASE 4: Conclusões

Por fim, a **4ª fase**, ocupa-se das conclusões acerca dos métodos utilizados e do instrumento construído em relação ao processo de representação gráfica dos cegos congênitos. Marconi & Lakatos (2006) definem para conclusão desta pesquisa três níveis de análise propostos:

- Interpretação: cruzamento das informações nas fases dessa dissertação;
- Explicação: esclarecimento das junções de dados;
- Especificação: explicitação das variáveis encontradas na pesquisa;

Esta fase constitui-se na análise dos conteúdos, redação e averiguação dos resultados de todas as técnicas metodológicas utilizadas e considerações finais sobre o instrumento, sua aplicação e uso, assim como sugestões para futuros trabalhos.

#### 4.4 APARATOS E MATERIAIS

Gil (2002) aborda que a pesquisa, trata-se de uma amostra estratificada, pois atende a um dado público-alvo. Portanto, além das técnicas utilizadas, a pesquisa faz uso de materiais específicos, conforme mostra a figura 30 e aparatos nas fases anteriores, correspondentes a materiais pedagógicos adaptados para conteúdos do estudo da geometria para o cego.



FIGURA 30: SÓLIDOS GEOMÉTRICOS E FORMAS PLANAS

FONTE: AUTORA (2015)

Na fase dois (2) da pesquisa de campo, antes de investigar os ambientes domésticos dos cegos, a pesquisadora entrou em contato com as Instituições a fim de coletar materiais-pedagógicos utilizados pelos cegos na área da Geometria. De forma unânime, as instituições informaram utilizar os sólidos geométricos tridimensionais e as formas planas dos objetos apresentarem aspectos simples e fácil manuseio.

Portanto, a pesquisadora aderiu o uso desses materiais na fase da pesquisa de campo para ajudá-los na identificação e associação de objetos. Todavia, na 4ª Fase, a pesquisadora, fez uso de materiais para confeccionar o instrumento adaptado como auxílio para as pessoas cegas, enquanto elabora o processo de representação gráfica.

Os materiais são demonstrados na figura 31, e destacam-se: cola Cascorex, despejada em um pote de cola colorida e a prancha de reglete de plástico, junto a um dispositivo de punção.

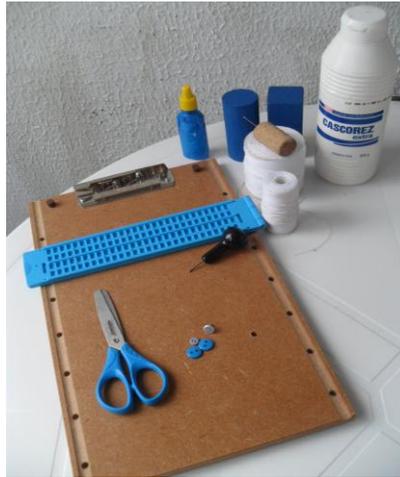


FIGURA 31: MATERIAIS PARA CONFECÇÃO DE INSTRUMENTO ACESSÍVEL  
FONTE: AUTORA (2015)

Para os papéis destacam-se o *microcapsulado* e o *Sulfite A1* de gramatura 150 gramas. Para o suporte é utilizado o carpete de borracha - E.V.A, dois (2) rolos de linha Urça 250 gramas e outra com espessura de 150 gramas. Além disso, há materiais de armarinho e bijuteria como botões e texturas, além da tesoura e uma rolha com alfinete para direcionar o barbante enquanto cola.

#### 4.5 ESTRATÉGIA DE ANÁLISE DE DADOS

A estratégia de análise de dados foi efetuada de acordo com as fases realizadas. A realização desses testes de campo foi possível após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP (Anexo A até C) o qual foi assinado e carimbado pelos respectivos coordenadores das Instituições. Em seguida com a assinatura da carta de consentimento (Apêndice A) pode-se aplicar as técnicas da entrevista estruturada com o público, junto a um questionário misto acompanhado da dinâmica proposta com dois grupos focais em ambientes domésticos (1 e 2). Assim, o estudo de caso e a análise da representação gráfica desenvolvida pelos cegos congênitos, foi mediado por um instrumento confeccionado e criado pela própria pesquisadora, conforme as diretrizes teóricas de Duarte (2011) e LABTATE (2014). Com o consentimento dos participantes, gravou-se o áudio e utilizou-se mecanismos de filmagem e fotografia para registro. Logo, os participantes expuseram suas reclamações e sugestões a respeito das observações coletadas em cada ambiente, fundamentada para fase posterior e detalhadas mais a frente no Capítulo de Resultados da pesquisa e Ambiente proposto.

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS DA PESQUISA

### 5.1 RESULTADOS DA PESQUISA E AMBIENTE PROPOSTO

A partir das informações obtidas através dos distintos ambientes, tornou-se necessário concatenar os resultados para apresentar recomendações no processo de elaboração de desenhos para as pessoas cegas. Este capítulo apresenta o resultado obtido do questionário misto em conjunto com a dinâmica, o teste com o instrumento adaptado e os grupos focais. Após a análise dos resultados, apresenta-se as recomendações no reconhecimento de objetos tridimensionais visando atender o objetivo geral desta dissertação. Inicialmente a pesquisa de campo dependeu da definição do **Ambiente da pesquisa**, em virtude da escolha do público-alvo e a questão de acessibilidade das Instituições em fornecer dados pessoais de seus alunos. Assim, faz-se necessário enunciar primeiramente os conceitos e contatos dos Ambientes de pesquisa, para posteriormente analisar os resultados obtidos, conforme visto no próximo tópico.

### 5.2 AMBIENTE DE PESQUISA

O ambiente de pesquisa destacou-se pelas pessoas que contribuíram com a dissertação e pelo local onde ela será realizada. Em vista disso, segundo Takimoto (2014) o chamado “*universo*” explicita o perfil dos participantes bem como sua respectiva rotina. Em virtude de encontrar o público-alvo específico, – cego total congênito, adulto e com grau de instrução superior (incompleto) e do tema, esta dissertação adaptou-se à demanda das oportunidades empíricas. Portanto a escolha do ambiente baseou-se no contato com as Instituições as quais definiram o público-alvo.

Os critérios da pesquisa indicaram inicialmente o contato com o Instituto Paranaense de Cegos (IPC), onde a pesquisadora já contém vínculos de projetos anteriores com pessoas cegas. A coordenação do IPC convidou a pesquisadora para uma visita técnica e, nesta oportunidade, foi realizada uma entrevista estruturada com a professora de Desenho e Artes e a coordenação do mesmo Instituto elegeu quatro (4) pessoas residentes em Curitiba, com o perfil necessário para a pesquisa.

Para ampliar o número de participações a pesquisadora entrou em contato com outras Instituições de Curitiba, o Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento as pessoas cegas (CAP) e a Fundação de Assistência a Criança Cega (FACE). Contudo por se tratar de uma pesquisa bastante específica, não haviam pessoas com o mesmo perfil que pudessem participar, mas a pesquisadora conseguiu um breve levantamento pertinente sobre materiais de apoio e objetos tridimensionais.

As instituições recomendaram os sólidos geométricos básicos caracterizados como não-poliedros como suporte para elaboração de representações gráficas, destacando, por exemplo: o paralelepípedo, a pirâmide, o cubo e o cilindro no reconhecimento de Formas Geométricas, os quais serão mais aprofundados no tópico de Materiais e Aparatos.

Em continuidade, a pesquisadora entrou em contato com a Associação Catarinense para Integração do Cego (ACIC), situado na cidade de Florianópolis, Santa Catarina, através de um evento de educação para pessoas cegas. No evento, pode adquirir um conhecimento básico de como ensinar pessoas cegas na elaboração de representações gráficas.

O evento contribuiu para o contato com a equipe do Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da Universidade Federal de Santa Catarina (LABTATE), um dos poucos laboratórios de materiais educacionais no Brasil, que adaptam conteúdos de geografia, biologia e matemática para pessoas cegas. Por ser em Santa Catarina, a opção mais viável para coleta das informações foi à entrevista estruturada.

Além disso, o grupo ofereceu uma oficina de cartografia tátil de três (3) dias para a pesquisadora adaptar materiais com o uso do Braille. Por fim, a pesquisadora também entrou em contato com a coordenação do Serviço de Inclusão e Atendimento aos Alunos com Necessidades Educacionais Especiais (SIANEE) residentes em Curitiba.

O serviço SIANEE agendou um horário com a pesquisadora e elegeu mais seis (6) cegos congênitos para a pesquisa. No quadro 14, pode-se levantar a relação das Instituições contatadas, as quais acrescentaram positivamente na pesquisa.

QUADRO 14: INSTITUIÇÕES PESQUISADAS

<b>INSTITUIÇÕES DO PARANÁ</b>
<b>IPC</b> – Instituto Paranaense de Cegos
<b>SIANNE</b> - Serviço de Inclusão e Atendimento aos Alunos com Necessidades Educacionais Especiais
<b>FACE</b> - Fundação de Assistência a Criança Cega
<b>CAP</b> - Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento as pessoas cegas
<b>INSTITUIÇÕES DE SANTA CATARINA</b>
<b>ACIC</b> - Associação Catarinense para Integração do Cego
<b>LABTATE</b> - Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da UFSC

FONTE: AUTORA (2015)

Esta amostragem, segundo Gil (2010), destaca-se como probabilística por julgamento especializado ou intencional, utilizando de julgamentos feitos pelas coordenações das organizações procuradas, que de modo intencional selecionaram os elementos e o público-alvo que apresentam as características desejadas.

Através dos contatos adquiridos, podem-se utilizar distintos métodos e técnicas a fim de obter respostas às questões propostas. No próximo tópico segue um maior detalhamento da pesquisa de campo. O instrumento mediador da entrevista (APÊNDICE D) foi dividido em dois níveis: o primeiro sobre informações pessoais dos entrevistados (questões 1 a 6) e o segundo sobre a metodologia de ensino de pessoas cegas. As perguntas foram validadas pelas coordenadoras das Instituições IPC, SIANNE e pela professora de desenho da ACIC. Com base nas informações coletadas, através dos responsáveis por cada Instituição, pode-se desenvolver uma síntese da entrevista.

### 5.2.1 Síntese e Cenário das Instituições

Com o intuito de atender às questões 7 a 12 da entrevista, questionou-se aos profissionais das Instituições, no ponto de vista dos educadores, a relação da Geometria para o cego congênito.

A coordenadora do IPC relaciona a geometria com o cotidiano do cego para o ensino da matemática, no entanto os cegos desconhecem essa relação. Ela ainda afirma que utiliza em suas aulas com os cegos, materiais didáticos (miniaturas, sólidos geométricos, réguas, compassos, esquadros adaptados e o multi-plano) e objetos do cotidiano (garrafa, copo, livro e etc) na elaboração de representações gráficas, para facilitar a compreensão do objeto manipulado.

Contudo, a autora ressalta que a representação fiel de objetos tridimensionais ainda é um desafio, pois depende de inúmeras variáveis e da mensagem transmitida para o cego do ensino fundamental. O cego congênito, não contém noção de perspectiva, o que dificulta o conhecimento sobre dimensões. Entretanto, a coordenadora do SIANNE afirma não ser assim para todos os cegos. Há cegos com habilidades maiores que outros na percepção da forma ou contorno em relação ao desenho.

Dependerá da vivência e da experiência pessoal de cada um. Por fim a professora da ACIC, que também é cega congênita, afirma que a vivência da geometria no dia-a-dia é distinta da sua utilização enquanto instrumento de trabalho. Afirma ainda não existirem materiais corretamente acessíveis para que a representação bidimensional ocorra.

Contudo, se houver uma dedicação por parte dos educadores e designers em desenvolver materiais que estimulem exercícios sistemáticos, com a repetição e a sequência tátil (da esquerda para direita – sentido da escrita) iniciando pela estimulação tátil com a imitação sensório-motora e passando pelo reconhecimento de elementos básicos do desenho, pode ser possível um aperfeiçoamento da precisão do desenho. Porém deve-se levar em conta a metodologia de ensino e o tempo de execução.

Em relação às tecnologias assistivas, referentes às questões 12 a 16, os três (3) participantes afirmam que as tecnologias assistivas são essenciais para o desenvolvimento da educação dos cegos, contudo em todas as Instituições há poucos recursos utilizados devido ao fator financeiro. Consideram caro o desenvolvimento de ferramentas e tecnologias para uma minoria e, por este motivo, não há investimento.

A coordenadora do SIANNE e IPC utilizam os programas de leitura de tela *DoxVox* e *Jaws* para exercícios explorados no computador, no entanto utilizam com maior frequência e consideram mais eficazes recursos manuais acompanhados do Braille.

Segundo a professora da ACIC, a forma mais acessível para os cegos é o programa Word, acompanhado pelo mecanismo Daisy e a áudio-descrição, o qual descreve literalmente as figuras, legendas e objetos a fim de relacionar com a geometria. Portanto faz-se necessário verificar os motivos da falta de utilização de recursos virtuais em comunidades do Paraná.

### 5.3 ENTREVISTA EM AMBIENTES DOMÉSTICOS

As análises apresentadas nas fases da pesquisa, levantaram informações para atender os objetivos da dissertação e responder as questões do item 4 do método de pesquisa, decorrente da análise dos trabalhos relacionados. Portanto, apresentam-se os resultados dessas questões, utilizando como referência a análise do conteúdo coletado.

Conforme mencionado anteriormente, na fase dois (2) onde ocorreu a pesquisa de campo, os usuários participaram de um questionário misto constituído: por informações pessoais dos participantes (questões 1 a 7) seguida por uma dinâmica pré-estabelecida (questões 8 a 14) conforme os itens eram respondidos. A dinâmica foi aplicada com dois (2) grupos focais de cegos congênitos, recomendados pelas Instituições do Paraná.

Essa proposta buscou compreender como a percepção tátil auxilia no processo de associação de objetos cotidianos com objetos educacionais da Geometria.

A técnica permitiu um debate característico da pesquisa exploratória, onde as questões foram apresentadas de forma flexível, em função da interatividade.

Mesmo com distintos resultados nos dois (2) Ambientes, o procedimento foi o mesmo e conseqüentemente, gerando o roteiro da Dinâmica.

#### 5.3.1 Roteiro da Dinâmica

A dinâmica iniciou-se com uma breve apresentação, a fim de eliminar a tensão e promover uma relação entre a pesquisadora e participantes. Todavia, propõem-se uma atividade em Grupo para os participantes em um cenário investigativo.

Os participantes recebem instruções detalhadas, conforme as questões eram respondidas. A dinâmica foi aplicada com dois (2) grupos focais de cegos congênitos, intitulados *Grupo 1 residentes no Ambiente 1* e *Grupo 2 moradores do Ambiente 2*. Eles responderam ao questionário misto composto por questões abertas e fechadas. Conseqüentemente, pode-se desenvolver um roteiro da Dinâmica.

Após a coleta das informações pessoais, os participantes executaram a atividade a fim de responder o questionário.

Descreve-se passo a passo a atividade do questionário, referente às questões 8 a 14. Ao longo do procedimento, os participantes foram instruídos a dividirem-se, durante 20 minutos, pelos cômodos da casa e selecionarem três (3) objetos utilizados com frequência em sua rotina para responder a questão 8.

---

Questão	8. Escolha os objetos da casa que você usa com maior frequência.
---------	--

Em seguida, os participantes devem repousá-los em um local apropriado para análise conjunta do grupo, verificando o porquê da escolha do objeto e compreender os aspectos táteis que facilitam o seu reconhecimento, de modo a responder a questão 9.

---

Questão	9. Após a escolha do objeto, como você o reconheceu? Por quê?
---------	---

O grupo deve detalhar verbalmente os objetos selecionados, apontando as características físicas e formais enquanto o manipulavam, a fim de responder a questão 10.

---

Questão	10. Quais características dos objetos facilita sua identificação? Descreva.
---------	---

Em relação à pergunta 10, notou-se em ambos os ambientes, que diferenciaram os objetos do cotidiano, através das propriedades da percepção: tamanho, volume, peso, temperatura, textura, rugosidade, dureza e *Braille*.

Em uma etapa posterior, os participantes, necessitaram comparar os objetos selecionados, ressaltando os elementos que os diferenciavam entre si de modo a atender a questão 11.

---

Questão	11. Qual a diferença do _(Objeto1)_ e o _(Objeto2)_? Cite as diferenças.
---------	--

Na seqüência, inicia-se a etapa de associação dos objetos selecionados com os poliedros regulares da Geometria, utilizados como suporte de materiais para a compreensão do conteúdo da matemática.

Assim, possibilita identificar os sólidos geométricos contém familiaridade com os usuários e detectar os elementos que permitam associá-los com os objetos do cotidiano, de modo a responder as questões 12 e 13.

Questão	12. Quais formas geométricas você reconheceu?
---------	---

Questão	13. Quais dos objetos você associaria com as formas geométricas?
---------	--

Para finalizar e responder a questão 14, pergunta-se (s) para os colegas(s) do grupo como reconheceu e associou o objeto cotidiano com o sólido geométrico, e a relação de um com o outro em relação às características físicas que possibilitaram a sua identificação através do tato.

Questão	14. Explique para outro cego, como reconheceu o objeto geométrico?
---------	--

#### 5.3.1.1 Resultados da Dinâmica

Os participantes expuseram suas reclamações e sugestões a respeito da dinâmica, com base na experiência de cada usuário.

A dificuldade dos cegos em ambos os ambientes domésticos, acentuou-se quando se solicitou que associassem os objetos cotidianos com objetos tridimensionais.

Em paralelo, para auxiliar na associação do objeto, eles citavam outros objetos de memória que facilitaram o reconhecimento dos objetos tridimensionais selecionados.

Nota-se também que os objetos mais utilizados pelo grupo 1, estavam presentes no cômodo da cozinha, onde a maioria dos participantes eram caracterizados pelo sexo masculino, conforme tabela 6:

TABELA 6: SELEÇÃO DOS OBJETOS DO GRUPO 1

OBJETOS SELECIONADOS	COMODOS DA CASA	PARTICIPANTES
GARRAFA DE DETERGENTE	COZINHA	B e D
CAIXA DE CHÁ	COZINHA	A, B e D
CAIXA DE COLCHÃO PEQUENA	QUARTO	C
GARRAFA DE ÁGUA	COZINHA	A, B e D
BULE DE CAFÉ	COZINHA	A e B
COPO DE PLÁSTICO	COZINHA	A, B, C e D
ENFEITE DE GIRASSOL	SALA	D

FONTE: AUTORA (2015)

O grupo 2, também indicou objetos presentes no cômodo da cozinha, entretanto, notou-se a inclusão de um novo cômodo, o banheiro, sendo a maioria dos participantes entrevistados composto pelo sexo feminino visto na tabela 7.

TABELA 7: SELEÇÃO DE OBJETOS DO GRUPO 2

OBJETOS SELECIONADOS	COMODOS DA CASA	PARTICIPANTES
CAIXA DE PASTA DE DENTE	BANHEIRO	E
CELULAR	QUARTO	G e F
LATA DE LIXO	BANHEIRO	H
POTE DE FERMENTO	COZINHA	J e I
CAIXA DE JÓIA (CUBO)	QUARTO	J e H
COPO DE ÁGUA	COZINHA	F e I
ESPELHO CIRCULAR	SALA	G

FONTE: AUTORA (2015)

A dinâmica identificou os aspectos físicos, durante a percepção tátil dos cegos, facilitando a manipulação de objetos tridimensionais. A partir da questão 9, notou-se que cada objeto contém elementos pontuais que facilitam a sua manipulação bem como distintos aspectos reconhecidos por cada usuário. Portanto foi possível estabelecer uma relação de todos os objetos selecionados em ambos os Ambientes Domésticos, a fim de apontar os detalhes reconhecidos junto a sua característica conforme mostra a tabela 8:

TABELA 8: RECONHECIMENTO DE ASPECTOS TÁTEIS DOS OBJETOS DO COTIDIANO.

OBJETOS	MATERIAIS	TEXTURA	PESO E VOLUME (DIMENSÃO)	FORMA	TEMPERATURA	TEMPO, MANUSEO E MOVIMENTO	BRILLE	AROMA	SOM	OUTROS
CAIXA DE CHÁ	BARBANTE, PAPELÃO	LISO COM TEXTURA E RELEVO	PEQUENO, LEVE, DIMENSÕES E LATERAIS	QUADRADO E CUBO	NORMAL	RÁPIDO, FÁCIL MOVIMENTO LIVRE	COM BRAILLE	SEM CHEIRO	SEM BARULHO	FORMA, BRAILLE E CONTEÚDO INTERNO
CAIXA DE COLCHÃO	MATERIAL INTERNO E PAPELÃO	TOTALMENTE LISO	GRANDE, PESADO, COM DIMENSÕES E LATERAIS	RETÂNGULO, QUADRADO E CUBO	NORMAL	RÁPIDO, FÁCIL COM MOVIMENTO LIVRE	SEM BRAILLE	SEM CHEIRO	SEM BARULHO	CONTEÚDO INTERNO
BULE DE CAFÉ	PLÁSTICO	DURO, LISO COM RUGOSIDADE	MÉDIO E PESADO	CÔNICA E CILÍNDRICA	QUENTE	DIFÍCIL DISTINGUIR	SEM BRAILLE	SEM CHEIRO	COM BARULHO	AFUNILA, PESO E MATERIAL
COPO PLÁSTICO	PLÁSTICO	DURO	PEQUENO E LEVE	CILÍNDRICA E NÃO AFUNILA	NORMAL	RÁPIDO, FÁCIL COM MOVIMENTO LIVRE	SEM BRAILLE	SEM CHEIRO	COM BARULHO	LEVE, DURO E MATERIAL
ENFEITE SEMI-CIRCULAR DE GIRASSOL	VIDRO	TOTALMENTE LISO	PEQUENO E PESADO	OVAL E ESFÉRICA	GELADO	NÃO RECONHECEU	SEM BRAILLE	SEM CHEIRO	COM BARULHO	PESO E FORMA
DETERGENTE YPE	PLÁSTICO	LISO COM TEXTURA E RELEVO	LEVE E MOLE	RETANGULAR, CILÍNDRICA E CONE	NORMAL	DIFÍCIL DISTINGUIR	SEM BRAILLE	COM CHEIRO	COM BARULHO	RÓTULO, FORMA, DIFERENÇA ENTRE TAMPAS E CHEIRO
GARRAFINHA DE ÁGUA	PLÁSTICO	LISO COM TEXTURA E RELEVO	LEVE E MOLE	RETANGULAR, CILÍNDRICA E CONE	GELADO	RÁPIDO, FÁCIL COM MOVIMENTO LIVRE	SEM BRAILLE	SEM CHEIRO	COM BARULHO	FORMA, DIFERENÇA DE TAMPA - ROSCA
CELULAR	PLÁSTICO	LISO COM TEXTURA E RELEVO	PEQUENO E LEVE	QUADRADO E CUBO	NORMAL	RÁPIDO, FÁCIL COM MOVIMENTO LIVRE	SEM BRAILLE	SEM CHEIRO	COM BARULHO	FORMA, LEVE, DURO E MATERIAL
CAIXA DE PASTA DE DENTE	PAPELÃO	LISO COM TEXTURA E RELEVO	PEQUENO, LEVE E MOLE	RETÂNGULO, QUADRADO E CUBO	NORMAL	RÁPIDO, FÁCIL COM MOVIMENTO LIVRE	COM BRAILLE	SEM CHEIRO	SEM BARULHO	LEVE, MOLE E FORMA
COPO DE VIDRO	VIDRO	TOTALMENTE LISO	PEQUENO E PESADO	CÔNICA E CILÍNDRICA	NORMAL	DIFÍCIL DISTINGUIR	SEM BRAILLE	SEM CHEIRO	COM BARULHO	PESO E FORMA
LATA DE LIXO	PLÁSTICO	TOTALMENTE LISO	GRANDE E LEVE	RETÂNGULO CILÍNDRICA E NÃO	NORMAL	RÁPIDO, FÁCIL COM MOVIMENTO LIVRE	SEM BRAILLE	COM CHEIRO	SEM BARULHO	LEVE E FORMA
CAIXA DE JÓIA (CUBO)	ALUMÍNIO	LISO COM TEXTURA E RELEVO	GRANDE E LEVE	OVAL E ESFÉRICA	GELADO	RÁPIDO, FÁCIL COM MOVIMENTO LIVRE	SEM BRAILLE	SEM CHEIRO	SEM BARULHO	FORMA, ABERTURA DE TAMPA
ESPELHO CIRCULAR	VIDRO	DURO, LISO COM RUGOSIDADE	PEQUENO E LEVE	OVAL E ESFÉRICA	GELADO	DIFÍCIL E COM EXCESSO DE INFORMAÇÃO	SEM BRAILLE	SEM CHEIRO	COM BARULHO	PESO E FORMA
POTE DE FERMENTO	PLÁSTICO	LISO COM TEXTURA E RELEVO	PEQUENO E LEVE	CÔNICA E CILÍNDRICA	NORMAL	RÁPIDO, FÁCIL COM MOVIMENTO LIVRE	COM BRAILLE	COM CHEIRO	SEM BARULHO	LEVE, DURO E MATERIAL

FONTE: AUTORA (2015)

Em seguida os participantes necessitaram detalhar verbalmente os objetos selecionados, apontando todas as características físicas e formais presentes no objeto enquanto o manipulavam, a fim de responder a questão 10.

Em relação à pergunta 10, notou-se que os participantes do Grupo 1 e os participantes do Grupo 2, em ambos os ambientes domésticos diferenciaram os objetos do cotidiano através das propriedades da percepção sendo elas: tamanho, volume, peso, temperatura, textura, rugosidade, dureza e *Braille*.



FIGURA 32: OBJETOS DO COTIDIANO

FONTE: AUTORA (2015)

A dificuldade de identificação dos objetos ocorreu com os mesmos que continham aspecto complexo e a combinação de duas formas geométricas. Em uma etapa posterior, os participantes de ambos os ambientes, necessitaram comparar os objetos selecionados, ressaltando os elementos que os diferenciavam entre si de modo a atender a questão 11.

Conseqüentemente, na análise dos objetos selecionados pelo Grupo 1 residente no Ambiente Doméstico 1 foi possível identificar a relação das características físicas dos objetos cotidianos quando comparados entre si. Além disso, notaram-se elementos significativos para o reconhecimento pelas pessoas cegas os aspectos táteis que se diferenciam enquanto há o processo manipulação, conforme é possível verificar na tabela 9:

TABELA 9: DIFERENCIAÇÃO DE OBJETOS COTIDIANOS SELECIONADOS PELO GRUPO 1

OBJETOS	CAIXA DE CHÁ	CAIXA DE COLCHÃO	BULE DE CAFÉ	COPO PLÁSTICO	ENFEITE SEMI-CIRCULAR DE GIRASSOL	DETERGENTE YPE	GARRAFINHA DE ÁGUA
CAIXA DE CHÁ		TAMANHO, MATERIAL INTERNO E BRAILLE	AFUNILAMENTO, MATERIAL, FORMA E BRAILLE	FORMA, MATERIAL, SOM (BARULHO) E BRAILLE	MATERIAL, FORMA, PESO E BRAILLE	FORMA, MATERIAL, FORMATO DE ELEMENTOS INTERNOS E BRAILLE	MATERIAL, FORMATO DE ELEMENTOS INTERNOS E BRAILLE
CAIXA DE COLCHÃO			AFUNILAMENTO, MATERIAL, FORMA, TAMANHO E PESO	FORMA, MATERIAL, TAMANHO E SOM (BARULHO)	MATERIAL, FORMA, PESO E TAMANHO	FORMA, MATERIAL, TAMPA DE PRESSÃO E TAMANHO	FORMA, MATERIAL, TAMPA DE ROSCA E TAMANHO
BULE DE CAFÉ				AFUNILAMENTO E FORMA	FORMA, MATERIAL, DUREZA E PESO	AFUNILAMENTO, FORMA, RUGOSIDADE E MATERIAL	AFUNILAMENTO, FORMA E MATERIAL
COPO PLÁSTICO					FORMA, PESO E SEM RUGOSIDADE EM AMBOS	TEMPERATURA, FORMA E MATERIAL	TEMPERATURA, FORMA E MATERIAL
ENFEITE SEMI-CIRCULAR DE GIRASSOL						AFUNILAMENTO, MALEÁVEL, FORMA, RUGOSIDADE, TAMPA DE PRESSÃO E SOM (BARULHO)	FORMA, MATERIAL, PESO E SOM (BARULHO)
DETERGENTE YPE							RÓTULO, FORMA, DIFERENÇA ENTRE TAMPAS E CHEIRO
GARRAFINHA DE ÁGUA							

FONTE: AUTORA (2015)

TABELA 10: DIFERENCIAÇÃO DE OBJETOS COTIDIANOS SELECIONADOS PELO GRUPO 2.

OBJETOS	CELULAR	CAIXA DE PASTA DE DENTE	COPO DE VIDRO	LATA DE LIXO	CAIXA DE JÓIA (CUBO)	ESPELHO CIRCULAR	POTE DE FERMENTO
CELULAR		TAMANHO, MATERIAL E FORMA	AFUNILAMENTO, MATERIAL E FORMA	FORMA, MATERIAL E TAMANHO	MATERIAL, FORMA, PESO E RUGOSIDADE	FORMA, MATERIAL, FORMATO DE ELEMENTOS INTERNOS E BRAILLE	MATERIAL, FORMA, PESO, AFUNILAMENTO E TAMPA
CAIXA DE PASTA DE DENTE			MATERIAL, FORMA, TAMANHO, PESO E MALEABILIDADE	FORMA, MATERIAL, TAMANHO E SOM (BARULHO)	MATERIAL, FORMA, PESO E TAMANHO	FORMA, MATERIAL, TAMPA DE PRESSÃO E TAMANHO	FORMA, MATERIAL, TAMANHO E MALEABILIDADE
COPO DE VIDRO				PESO, TAMANHO E VOLUME	FORMA, MATERIAL, DUREZA E PESO	AFUNILAMENTO, FORMA, RUGOSIDADE E MATERIAL	AFUNILAMENTO, FORMA E MATERIAL
LATA DE LIXO					FORMA, PESO, RUGOSIDADE, MATERIAL, FORMA E AROMA	TEMPERATURA, FORMA, MATERIAL E AROMA	AROMA, FORMA E MATERIAL
CAIXA DE JÓIA (CUBO)						FORMA, MATERIAL, PESO, VOLUME, TEMPERATURA E SOM (BARULHO)	FORMA, DUREZA E MATERIAL
ESPELHO CIRCULAR							TEMPERATURA, FORMA, DUREZA E MATERIAL
POTE DE FERMENTO							

FONTE: AUTORA (2015)

A mesma relação ocorreu na análise dos objetos cotidianos selecionados pelo Grupo dois (2) residente no Ambiente Doméstico dois (2), conforme é possível verificar na tabela 10.

Na seqüência, inicia-se a etapa de associação dos objetos selecionados com os poliedros regulares da Geometria, ou seja, os sólidos geométricos básicos utilizados como suporte de materiais para a compreensão do conteúdo da matemática. A fim de verificar quais sólidos geométricos contém familiaridade com os usuários e detectar os elementos pontuais que permitam associá-los com os objetos do cotidiano, de modo a responder as questões 12 e 13.

No processo de associação dos objetos do cotidiano com objetos geométricos, tanto os integrantes do Grupo 1 como do Grupo 2, relacionaram e reconheceram as formas geométricas básicas. É possível perceber essa interação na figura 33.

Já na tabela 11, os objetos cotidianos relacionados com as figuras planas e mais significativos para os usuários, foram para o Grupo 1 a caixa de chá e o copo plástico, enquanto que para o grupo 2 os objetos mais significativos foram a caixa de pasta de dente e o copo de vidro. Os demais itens não foram citados e nem relacionados com as formas básicas da geometria. A associação ocorreu respectivamente pelo formato e volume dos objetos, conforme o reconhecimento da palma da mão pela base, lateral e elementos internos que compõem o objeto. Notou-se que a percepção tátil caracteriza-se por ser abstrata, pois se restringe na ação do percurso do movimento e da manipulação do objeto pelo seu toque.



FIGURA 23: PARTICIPANTES DO GRUPO 1

FONTE: AUTORA (2015)

TABELA 11: FORMAS GEOMÉTRICAS ASSOCIADOS COM OBJETOS COTIDIANOS NOS AMBIENTES DOMÉSTICOS.

OBJETOS	 QUADRADO	 RETÂNGULO	 TRIÂNGULO	 CÍRCULO
CAIXA DE CHÁ	X SELECIONADO	X SELECIONADO		
CAIXA DE COLCHÃO		X SELECIONADO		
BULE DE CAFÉ				
COPO PLÁSTICO				X SELECIONADO
ENFEITE SEMI-CIRCULAR DE GIRASSOL				X SELECIONADO
DETERGENTE YPE				
GARRAFINHA DE ÁGUA				
CELULAR				
CAIXA DE PASTA DE DENTE		X SELECIONADO		
COPO DE VIDRO				X SELECIONADO
LATA DE LIXO				
CAIXA DE JÓIA (CUBO)	X SELECIONADO			
ESPELHO CIRCULAR				
POTE DE FERMENTO				

FONTE: AUTORA (2015)

Para finalizar a dinâmica e responder a questão 14, propõe-se que cada cego congênito explique para o(s) colegas(s) do grupo como reconheceu e associou o objeto cotidiano com o sólido geométrico.

O participante deve expor a relação de um objeto com o outro quanto às características físicas e formais, as quais possibilitam a identificação através do tato pelas pessoas cegas.

A dificuldade dos cegos em ambos os Ambientes Domésticos, acentuou-se quando a pesquisadora solicitou que eles associassem esses objetos cotidianos com objetos tridimensionais.

Os participantes de ambos os grupos decodificaram as informações perceptivas da forma, textura, proporção e da composição. No entanto, a informação foi obtida de maneira fragmentada. Eles não conseguiram estabelecer a percepção do todo.

Em paralelo, para auxiliar na associação do objeto os participantes de ambas as residências citavam outros objetos de memória que facilitaram o reconhecimento dos objetos tridimensionais selecionados para a análise.

O grupo 1, citou objetos como a casquinha de sorvete, para associar com o cone e o dado para associar com o cubo e a bola de futebol relacionado com a esfera.

No ponto de vista feminino do grupo 2, foi mencionada a caixa de jóias para associar com o retângulo, o papel higiênico com o cilindro e a coca-cola para representar o cone mesclado á um cilindro, conforme pode-se perceber na tabela 12.

Portanto, verifica-se que as informações obtidas dos objetos do cotidiano, transmitem mensagens codificadas para a pessoa cega. Essas informações foram coletadas em cada ambiente dos entrevistados obtidas com base na experiência de cada usuário.

TABELA 12: OBJETOS COTIDIANOS ASSOCIADOS COM OBJETOS TRIDIMENSIONAIS.

OBJETOS	 CUBO	 PIRÂMIDE	 CILÍNDRIO	 CONE	 ESFERA
CAIXA DE CHÁ	X SELECIONADO	X SELECIONADO			
CAIXA DE COLCHÃO	X SELECIONADO	X SELECIONADO			
CAIXA DE SAPATO	X SELECIONADO				
BULE DE CAFÉ			X SELECIONADO	X SELECIONADO	
COPO PLÁSTICO			X SELECIONADO		
ENFEITE SEMI-CIRCULAR DE GIRASSOL					X SELECIONADO
CASQUINHA DE SORVETE		X SELECIONADO	X SELECIONADO	X SELECIONADO	
DETERGENTE YPE			X SELECIONADO	X SELECIONADO	
GARRAFA DE ÁGUA			X SELECIONADO	X SELECIONADO	
GARRAFA DE FANTA			X SELECIONADO	X SELECIONADO	
GARRAFA DE GATORADE			X SELECIONADO	X SELECIONADO	
BOLA DE FUTEBOL					X SELECIONADO
CELULAR	X SELECIONADO				
CAIXA DE PASTA DE DENTE	X SELECIONADO				
COPO DE VIDRO			X SELECIONADO		
LATA DE LIXO			X SELECIONADO		
CAIXA DE JÓIA (CUBO)	X SELECIONADO				
ESPELHO CIRCULAR					X SELECIONADO
POTE DE FERMENTO			X SELECIONADO		X SELECIONADO
COCA-COLA			X SELECIONADO	X SELECIONADO	
PAPEL HIGIÊNICO			X SELECIONADO		

FONTE: AUTORA (2015)



### a. Síntese do Ambiente Doméstico 1

Os participantes residentes no Ambiente 1, destacam-se como quatro (4) cegos congênitos, recomendados pelo IPC. Dentre eles três (3) nasceram com a deficiência e um (1) adquiriu aos quatro (4) anos de idade. Eles são alunos regulares do Instituto e freqüentam as aulas de Artes com uma das professoras do IPC, além de participarem de uma oficina própria para objetos tridimensionais. Suas idades variam entre 20 e 40 anos e realizam faculdade de Música, Artes e Psicologia. Eles fazem uso das tecnologias de informação e comunicação que o vidente utiliza. Como *Facebook, celulares e e-mails*, através de programas de leitura de tela como *DoxVox, Jaws e Daisy*. No entanto para exercícios como artes e matemática os recursos manuais acompanhados do Braille, são mais eficazes. Os cegos do Instituto associam a geometria em relação ao modo como se locomovem. Para se locomoverem, por mais que não tenham forma consciente do formato relativo do retângulo, por exemplo, sabem que uma quadra geralmente apresenta este formato. Neste caso existe uma imagem mental associada à forma como se locomovem. Também compreendem que ao final da quadra terão que girar o corpo para seguir no sentido da direita ou esquerda. Da mesma forma, sabem andar na diagonal, porém não sabem explicar o conceito. Além disso, a professora do IPC faz uso de origamis - arte tradicional japonesa de dobrar papéis com formatos geométricos na tentativa de fixar a criação de objetos planos, através da repetição e memorização da seqüência tátil. Com o uso do áudio a professora informa os tipos de dobras e os procedimentos para se chegar em determinada forma. Considerando as questões 8 a 14 relativas a identificação dos objetos cotidianos e sua associação com os objetos da geometria, o Grupo 1 relata não conter a noção sobre termos da geometria e dimensões. Contudo reconhecem com facilidade os objetos do cotidiano. Na dinâmica, os integrantes do Grupo 1 reconheceram rapidamente os elementos de cada objeto, no entanto a dificuldade notou-se em relação a objetos mais complexos como o cilindro e a pirâmide, pois contem a combinação de duas formas geométricas. Os participantes compreenderam fielmente a percepção de objetos básicos como o cubo associado a uma caixa de chá, por exemplo, relatando as semelhanças entre os formatos. Portanto o Grupo 1 compreende que os objetos tridimensionais são compostos por formas geométricas, no entanto a dificuldade esta em associar as dimensões do objeto e relacioná-las a um todo.

## **b. Síntese do Ambiente Doméstico 2**

Os participantes residentes no Ambiente 2, destacam-se como seis (6) cegos congênitos, recomendado pelos coordenadores do SIANEE. Dentre eles quatro (4) nasceram com a deficiência e dois (2) adquiriram a cegueira com menos de três (3) anos de idade. Eles são vítimas da guerra civil da Angola e participaram do encontro realizado em sua própria residência com apoio do SIANEE. Os participantes foram trazidos para o Brasil quando crianças, através da parceria entre o governo do Paraná e a Angola, para serem alfabetizados e adquirirem escolaridade. Suas idades variam entre 20 e 40 anos e realizam faculdades de Jornalismo, Direito, Educação Física, Ciência Política e Psicologia. Também esteve presente uma das professoras do SIANEE, como ouvinte e acompanhante da pesquisa. Considerando as questões 8 a 14 relativas à identificação dos objetos cotidianos e sua associação com os objetos da geometria, fica evidente a diferença entre os que obtiverem durante o ensino fundamental, uma visualização das formas geométricas através do tato, com o auxílio de uma professora favorável ao ensino acessível em relação aos outros do grupo que não tiveram a mesma experiência. Dos seis (6) participantes somente um (1) contou com uma professora com experiência profissional na área de acessibilidade. Além de aprender o braille, esta professora levava para as aulas objetos tridimensionais e desenhos adaptados em alto-relevo para auxiliar o ensino da matemática. Por outro lado, os demais participantes relatam a dificuldade em aprender os conceitos da geometria. Ao começar pela nomenclatura, o termo sólidos geométricos, não foi compreendido pelo Grupo 2, dessa forma a pesquisadora reformulou o termo para objetos geométricos, pois a palavra obteve maior aceitação entre os usuários. O estudante de educação física afirmou precisar da geometria na disciplina de biomecânica, onde os conceitos das formas como triângulos, quadrados e seus respectivos ângulos são necessários. Além disso, outro estudante de psicologia relatou descobrir em uma aula a existência de vários tipos de triângulos. A dificuldade com relação à geometria, segundo esses participantes, deve-se a visualização do objeto através do tato. Para o cego congênito faz-se necessário tocar o objeto a fim de adquirir o conhecimento de sua forma. Como sugestão, unânime, o Grupo 2 recomenda o uso de maquetes e objetos adaptados. Enquanto participavam da dinâmica, além dos objetos cotidianos selecionados, os usuários faziam referências a outros materiais de

formatos diferenciados que permitiam a identificação e associação de cada objeto ao qual era repassado para o restante dos participantes. Em relação à prática de associação de objetos geométricos com os objetos do cotidiano, os cegos apresentaram dificuldades. Nenhum dos participantes utilizou conceitos da geometria para descrever o material manipulado. A pesquisadora necessitou reforçar a distinção entre cubo e quadrado, pirâmide e retângulo, esfera e círculo para em seguida iniciar as associações dos objetos. De acordo com os relatos, o cego congênito consegue entender os conceitos, porém não consegue formar a imagem mental da figura a qual a pesquisadora se referia. Um dos participantes perguntou “*qual a diferença entre o cilindro e o retângulo?...*” Para explicar a distinção, a pesquisadora descreveu os formatos dos objetos que se diferenciavam, enquanto os usuários tocavam o objeto geométrico. Embora reconheçam que têm o conhecimento, em relação a objetos tridimensionais apresentam dificuldades em formular a imagem mental do “todo”, priorizando mais detalhadamente suas partes. Portanto o acompanhamento de objetos apresentados em miniaturas é essencial para um perfeito entendimento e associação dos nomes com seus respectivos conceitos. Palavras como ângulos, graus, vértices e amplitudes não são traduzidas em imagens mentais, já que o aprendizado dos usuários é abstrato e depende exclusivamente do seqüenciamento do tato e a descrição

## 5.4 CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO ADAPTADO

Para verificar o nível da capacidade de representação gráfica e também a percepção dos cegos, um novo cenário investigativo foi reformulado, em função da disponibilidade e disposição dos participantes. Dentre os dez (10) participantes do Grupo 1 e Grupo 2, um (1) participante do Grupo 1 e dois (2) participantes do Grupo 2 aceitaram participar da fase de validação. Nessa fase, os participantes elaboram o desenho de objetos tridimensionais. Conforme mencionado na 3ª Fase, a produção do desenho ocorreu segundo dois (2) procedimentos: o primeiro, utilizando a técnica de elaboração de representações à mão livre de acordo as instruções de Duarte (2011) e o segundo com a técnica de representação com o auxílio de um instrumento adaptado, conforme as orientações de acessibilidade do LABTATE (2014).

### 5.4.1 Cenário investigativo do Procedimento 1 :

Antes de iniciar a representação do objeto, a pesquisadora adotou para os três (3) participantes da pesquisa, as técnicas de desenho propostas por Duarte (2011). A autora prioriza a relação da repetição e do movimento na linha grafada, a fim de fixar a execução do traçado. A linha estática, por exemplo, são aquelas grafadas em um gesto único.

Essas linhas podem conter um ponto de partida e um ponto de chegada e foram exercitadas através do jogo que Duarte (2011) nomeia de liga-pontos. Conseqüentemente o usuário preenche a seqüência pontilhada, com cartelas perfuradas nas dimensões e espessuras da linha para o usuário percorrer com maior facilidade o lápis. Antes de iniciar a atividade, o participante A exercitou a grafia de linhas retas, curvas e linhas em movimento, reiterando a importância do desenvolvimento motor do traçado em conjunto da memória.

Em seguida, inicia-se o processo de representação gráfica do objeto. O desenho foi realizado à mão livre para que não houvesse interferências e dúvidas com relação ao manuseio do instrumento e elaborado conforme a técnica de Duarte (2011), ou seja, enquanto uma mão faz o traçado, e a outra acompanha a textura do papel. O objeto cotidiano selecionado pelo usuário para a representação gráfica foi à caixa de chá (figura 34), devido aos elementos que facilitaram a sua manipulação,

tais como: o material, a textura, a aparição do Braille no objeto, as dimensões, o peso entre outros fatores que serão aprofundados no capítulo de Análise e Resultados.



FIGURA 34: MANIPULAÇÃO DO OBJETO COTIDIANO – CAIXA DE CHÁ  
FONTE: AUTORA (2015)

O participante A esboçou de forma espontânea e independente os traços do objeto, apesar de se mostrar inseguro na execução da atividade. Esse usuário freqüenta as aulas de desenho do Instituto, devido a esse fato, elaborou com maior facilidade a representação gráfica do objeto. O usuário cego ainda relata utilizar o objeto todos os dias ao preparar o café da manhã. De forma proposital, não foram fornecidas instruções de como proceder com o desenho, pois um dos objetivos era analisar a percepção e a desenvoltura na elaboração do mesmo, o resultado é apresentado na figura 35:

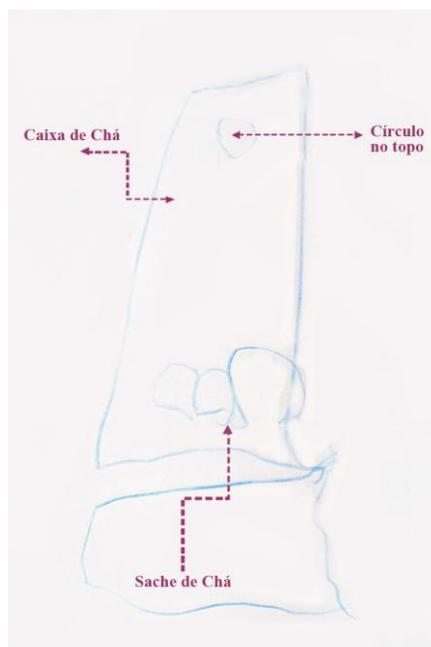


FIGURA 35: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PARTICIPANTE A  
FONTE: AUTORA (2015)

Assim como o participante A, os participantes G e I também exercitaram a grafia de linhas à mão livre com o exercício pré-inicial dos liga-pontos, mencionado anteriormente por Duarte (2011) a fim de memorizar o traço. Após essa etapa os estudantes selecionaram cada um deles, um objeto cotidiano, de seu critério, a fim de representá-lo no papel. O item escolhido pelo participante G foi o copo plástico (figura 36) e o item que a participante I optou foi o celular (figura 37). Ambos os objetos, são de uso freqüente dos usuários e de fácil percepção.



FIGURA 36: MANIPULAÇÃO DO OBJETO COTIDIANO – COPO DE PLÁSTICO  
FONTE: AUTORA (2015)



FIGURA 37: MANIPULAÇÃO DO OBJETO COTIDIANO – CELULAR  
FONTE: AUTORA (2015)

Diferente do 1º ambiente, esses cegos não contém aulas de desenho, por isso, apresentaram dificuldade em elaborar a representação gráfica do objeto, principalmente em relacioná-lo a um “*todo*”. Devido a esse impasse dos participantes em executar o traço do desenho, mesmo com a disposição dos exercícios iniciais, a pesquisadora forneceu instruções que facilitaram a percepção do desenho. Em paralelo aos esboços do participante G e I, a pesquisadora com o uso de barbante e alfinetes, delimitou o desenho esboçado pelos cegos, a fim destes acompanharem a

seqüência do movimento do traço, conforme é demonstrado na seqüência da figura 38, referente ao processo de desenho do participante G.



FIGURA 38: PROCESSO DE REPRESENTAÇÃO DO PARTICIPANTE G

FONTE: AUTORA (2015)

Para representar o esboço do copo, o usuário solicitou o auxílio do objeto geométrico conhecido como cilindro na Geometria, de modo a compreender suas partes. Ele identificou o formato das duas (2) laterais do cilindro, compostas pelo círculo. Em seguida, ao observar o topo do objeto, notou uma leve diferença em relação ao copo, identificou que o copo continha um círculo vazado em uma das laterais e a partir disso, tentou representá-lo no papel, o resultado final é apresentado na figura 39:

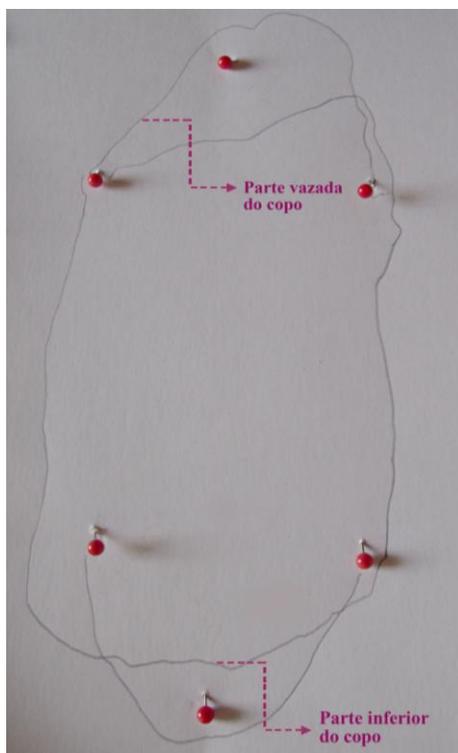


FIGURA 39: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PARTICIPANTE G

FONTE: AUTORA (2015)

Com relação à participante I, além de acompanhar o processo do desenho com o uso de barbantes e alfinetes, esta solicitou o auxílio do objeto geométrico conhecido como retângulo na Geometria, pois era o objeto que continha a forma mais semelhante com o celular, conforme visto na seqüência da figura 40:



FIGURA 40: PROCESSO DE REPRESENTAÇÃO DA PARTICIPANTE I  
FONTE: AUTORA (2015)

A participante I optou por não representar os botões do celular, devido à grande quantidade de informação contida no objeto cotidiano. Ela reconheceu as laterais retangulares do objeto e de forma proporcional, representou o formato de uma das faces do celular. O resultado final é apresentado na figura 41:

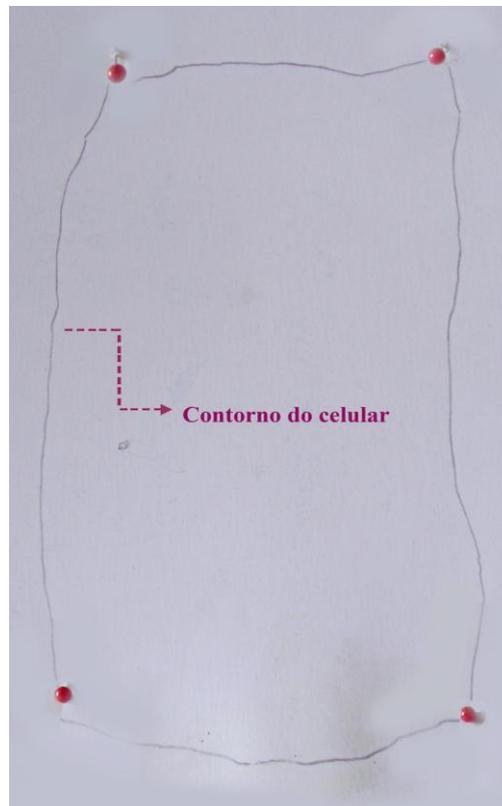


FIGURA 41: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PARTICIPANTE G  
FONTE: AUTORA (2015)

O procedimento durou com cada participante entorno de duas (2) horas e diferente de Moraes (2011) que explicita que a criança desenha verbalizando, os adultos cegos desenharam em silêncio, concentrados na atividade. Evidencia-se com o público alvo adulto, a dificuldade na representação gráfica em função da percepção do “*todo*”. Como eles percebem o volume dos objetos do cotidiano, a desenhá-lo por inteiro, atendendo a sua percepção. Dá-se aí a complexidade e a diferença entre as percepções do cego congênito e do vidente. A partir da compreensão das carências no ensino da geometria é possível prover um ambiente no qual o aprendizado será significativo e quais elementos da informação são relevantes para o reconhecimento tátil, já que para os cegos congênitos o tatear esta relacionada com a ordenação da leitura.

#### 5.4.2 Cenário investigativo do Procedimento 2:

Em decorrência das observações obtidas no primeiro procedimento, a pesquisadora desenvolveu um instrumento facilitador de inclusão social que auxiliasse o processo de representação gráfica pelos cegos.

O procedimento dois (2) constituiu-se na elaboração de um “*mock up*” adaptado que serviu de suporte para o desenho dos cegos. O instrumento foi elaborado conforme as recomendações da equipe do Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da Universidade Federal de Santa Catarina (LABTATE) os quais são instruídos pela coordenadora (Dra) Ruth Emília Nogueira Loch. Logo a pesquisadora, confeccionou o instrumento acessível embasada no processo de adaptação de mapas proposto por Loch (2008).

Para o usuário cego, nem todas as informações pode ser traduzidas de forma verbal ou transcritas pelo sistema Braille. As perspectivas espaciais não podem ser representadas eficientemente pelo sistema Braille. Segundo Loch (2008) as linhas retas e curvas, formas geométricas, contornos de objetos são exemplos de representações gráficas não representáveis pelo Braille. Por isso, elas podem ser recriadas a partir de códigos táteis diferenciados pela forma, tamanho, textura, e altura (ou espessura) em um trabalho artesanal minucioso ajustado inúmeras vezes e testado até ser apreendido.

A confecção do instrumento dependeu exclusivamente da utilização destas variáveis gráficas como a textura, o tamanho, a forma e a altura. Loch (2008) afirma ser imprescindível os símbolos táteis em materiais acessíveis, assim como os símbolos gráficos, os quais proporcionam uma decodificação imediata da informação.

Loch (2008, p.47) relata que pequenos elementos ou áreas podem sofrer quatro tipos de generalização: fusão, seleção, realce ou deslocamento, conforme sua importância e dessa forma, as linhas devem ser generalizadas por suavização ou realce.

A imagem deve ser ampliada e o material deve apresentar caráter rústico que permita a implantação de texturas em relevo para que na leitura tátil o cego congênito consiga estabelecer a diferenciação das linhas, pontos e áreas que compõem o desenho.

Almeida e Loch (2006) ainda destacam a necessidade de utilizar as variáveis gráficas levando em conta as considerações e as ações cognitivas derivadas do tato. Nesse contexto as variáveis gráficas hápticas utilizadas no instrumento proposto pela pesquisadora, podem ser descritas como:

- a. **Textura:** superfícies lisas ou enrugadas dos materiais táteis utilizados;
- b. **Altura:** faz referência à espessura ou relevo utilizados;
- c. **Forma:** indica variações geométricas ou não;
- d. **Símbolos especiais:** são emblemas;

Com base nesses conceitos a pesquisadora desenvolveu um modelo tátil capaz de auxiliar o usuário cego enquanto desenha, com o acompanhamento de linhas e fixação do traço.

No capítulo 3 o Design Interação, em conjunto aos conceitos da Cartografia tátil e a construção de mapas táteis para cegos congênitos auxiliam na percepção espacial dos usuários.

Conforme as orientações e técnicas propostas pela coordenadora de Cartografia tátil Loch (2008), a pesquisadora pode confeccionar o material. Dessa maneira, baseada nos conceitos de Loch (2008) a pesquisadora dispõe a construção do instrumento proposto da dissertação, para a confecção do “*mock up*” o qual se dividiu em três (3) passos:

- **1º Passo: Geração da Imagem através de software para vetorização:**

A pesquisadora utilizou o software *Inkscape* e o *Corel Draw*, para elaborar o esboço do instrumento. Essa etapa é característica pela generalização gráfica dos elementos e a sua vetorização. As representações selecionadas foram à combinação de linhas verticais, horizontais e em movimento. Além disso, exercícios de formas geométricos como o quadrado, o triângulo e o círculo. Referente aos abjetos tridimensionais a autora, retratou o processo de elaboração do cubo e do cilindro, os dois objetos geométricos mais representativos segundo as abordagens das fases anteriores.

- **2º Passo: Elaboração e Montagem do Desenho Tátil:**

Nessa etapa a escolha da simbologia e das variáveis táteis utilizadas são relevantes. Junto com a determinação do layout padrão - incluindo lugar para o título, direção de leitura, sentido do desenho, legenda e orientação geográfica para a compreensão da informação.

Após a seleção dos materiais (abordados no tópico Materiais e Aparatos) executa-se a montagem e a produção artesanal dos materiais propostos para a confecção do instrumento, onde é desenvolvida a colagem dos artefatos de armarinho como os botões, e barbantes especiais em relação ao contorno da imagem anteriormente vetorizada.

A linha Urça 250 é utilizada nas informações externas do desenho e a linha Urça 150 é utilizada para as informações internas das representações como por exemplo, as combinações dos exercícios iniciais e no desenvolvimento das representações de formas geométricas. Dessa forma, inicia-se a etapa final da confecção no 3º passo em papel *microcapsulado*.

▪ **3º Passo: Reprodução da Imagem Tátil e a aplicação do Braille:**

Para finalizar a confecção do instrumento acessível, com a *reglete* de plástico e a ferramenta de punção, a pesquisadora, reproduziu no papel micro capsulado os pontos do Braille de forma invertida no papel, para a ordem de leitura. A direção correta na hora da colagem, auxiliando no desenvolvimento de legendas, bem como título e as informações extras que o cego necessita para compreender a informação. O resultado final pode ser visualizado na figura 42:

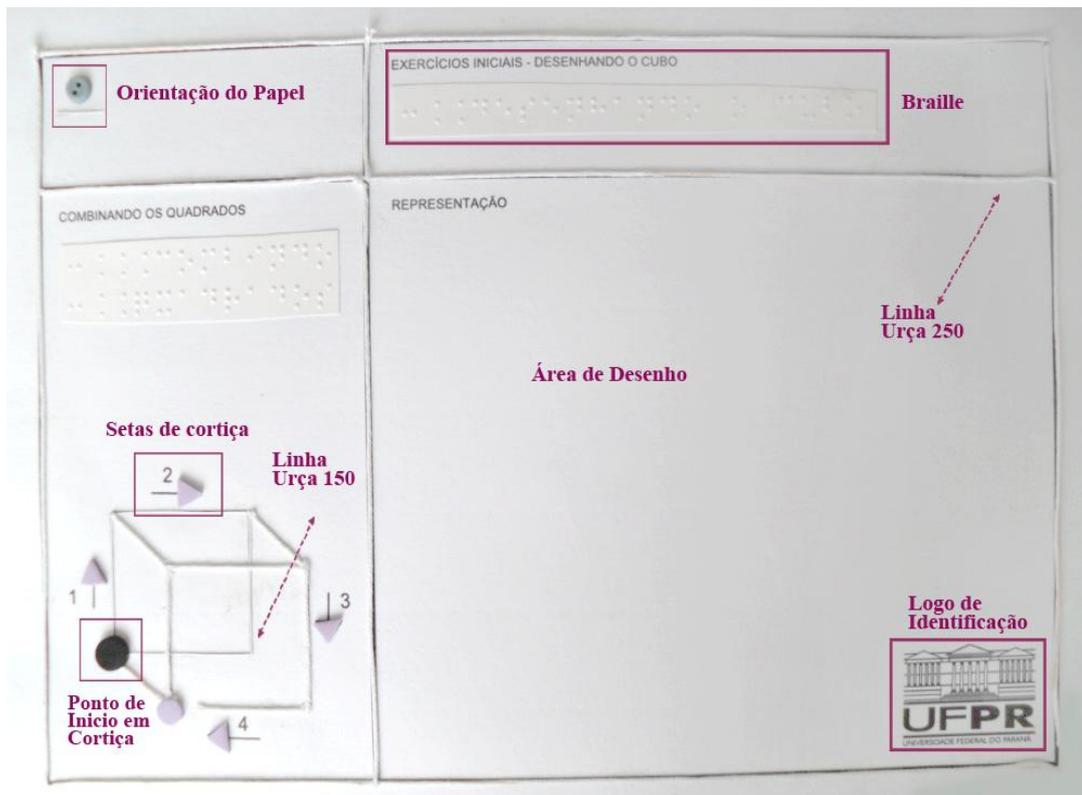


FIGURA 42: MATERIAIS PARA INSTRUMENTO ACESSIVEL

FONTE: AUTORA (2015)

A disposição dos elementos segue a forma mais ergonômica de leitura da língua escrita também utilizada no Braille, faz-se da esquerda para a direita e de cima para baixo. Já a orientação do papel é mediada pelo elemento do botão, o qual apresenta a linha Urça abaixo enunciando sua disposição.

Há também elementos como setas e pontos em cortiça delimitando o desenho do objeto geométrico na parte esquerda do documento, de modo a direcionar o movimento do traçado para o usuário cego antes de iniciar a representação.

Segundo Loch (2008), todo instrumento de representação gráfica, necessita de uma legenda e padronização de códigos, que facilitem o reconhecimento dos cegos congênitos.

Desse modo, foram considerados para o dado instrumento adaptado, elementos pontuais (ponto, linha e polígono) e outros elementos, cujas estruturas pontuais foram associadas a um símbolo orientável como um atributo da feição, da mesma maneira que foram associados a um símbolo pictórico. Por fim, o instrumento recebeu um layout padronizado, com título, área de desenho e a área para a percepção tátil da pessoa cega.

Também foi elaborada uma codificação generalizada, para cada categoria de símbolo, a fim de auxiliar na identificação e interpretação da pessoa cega, principalmente na categoria a qual pertence à representação gráfica. Através do conhecimento sobre o código, revelam-se algumas características, seguidas de outras informações como: título do instrumento, o tamanho e formato do ponto, o tamanho e formato da linha, o material utilizado e a apresentação do símbolo proposto, onde:

- a. **Categoria:** generalização de conjuntos específicos e feições necessárias para representação da gráfica, tendo a finalidade de organização;
- b. **Feição:** um objeto ou aspecto da superfície do desenho;
- c. **Codificação:** elemento com o propósito de identificar, principalmente a categoria a que pertence e a representação gráfica associada;
- d. **Cor:** seleção de cores pertencentes neutras, porém pertencentes ao sistema CMYK, que normalmente estão presentes nos softwares de produção. O sistema RGB é um modelo de visualização de cores, baseado na luz, largamente usado em sistemas de vídeo, câmeras de vídeo e monitores de computador, já o sistema CMYK caracteriza-se pela cor utilizada em material impresso.
- e. **Forma do traço:** são estilos de linhas mais utilizadas conforme o sentido horizontal, vertical, diagonal, ordenação, seqüência e traçado;
- f. **Tipo:** representação geométrica do elemento;
- g. **Símbolo:** proposta para representação do símbolo, combinando todos os elementos;

TABELA 13: LEGENDA DE INSTRUMENTO ADAPTADO

PONTO	LINHA	BASE DO MATERIAL	SÍMBOLO
Miçanga circular de 4 mm	Linha Urça Textura - 250g	Papel Cartão	
Sistema Braille 0.5 mm	_____	Papel Braille 120 g - Microcasulado	
COR CMYK	_____	Cartolina	
Cortiça circular de 2 mm	Linha Urça Textura - 250g	Papel Cartão	
_____	Linha Urça Textura - 550g	Papel Cartão	
Cortiça circular de 3 mm	Linha Urça Textura - 250g	Papel Cartão	
Cortiça Triângular 4 mm	Linha Urça Textura - 250g	Papel Cartão	

FONTE: AUTORA (2015)

Esta legenda, (vide tabela 13) identifica os elementos generalizados de conjuntos específicos necessários para a compreensão da representação gráfica, tendo a finalidade de organizar os dados do desenho e facilitar o reconhecimento da percepção tátil do cego congênito.

Após a criação do instrumento adaptado, em um novo encontro, o participante A do Grupo um (1), aceitou o desafio de testar o instrumento elaborado, a fim de levantar possíveis sugestões. Antes de iniciar a representação do objeto, a pesquisadora solicitou ao participante que o mesmo manipula-se o material proposto para identificar o que o mesmo percebia.

O usuário identificou que se tratava de exercícios iniciais para desenho, de acordo com a legenda ordenada da esquerda para a direita em Braille. Em seguida, com a memorização do traçado disposto das linhas de Urça e do reconhecimento do *Braille*, o cego iniciou no espaço do papel o esboço das grafias de linhas retas,

curvas e linhas em movimento, reiterando a importância do desenvolvimento motor do traçado em conjunto da memória, segundo Duarte (2011) na figura 43:

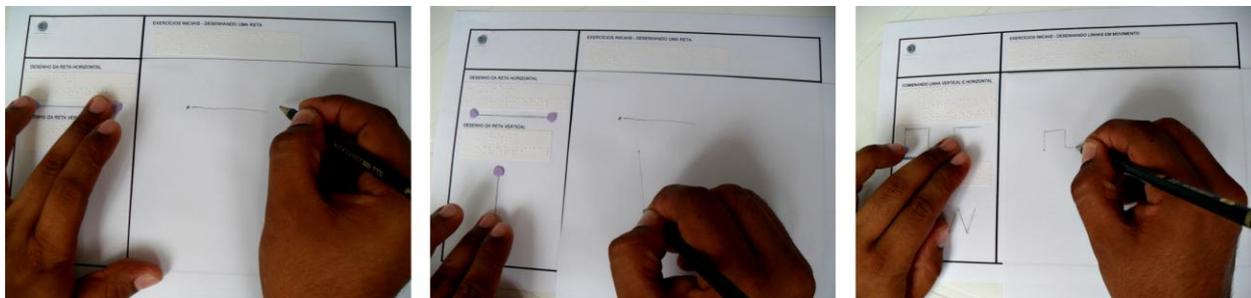


FIGURA 43: PROCESSO DE EXERCÍCIOS COM APOIO DE INSTRUMENTO ADAPTADO  
FONTE: AUTORA (2015)

Enquanto o usuário percorria a linha com os dedos, a pesquisadora notou um grande avanço no traço do usuário. Conforme ele desenvolvia os exercícios o mesmo cada vez mais fixava o traço e apresentava linhas mais precisas. Da mesma forma, ocorria com as linhas circulares que percorriam o papel com maior liberdade e facilidade (figura 44).

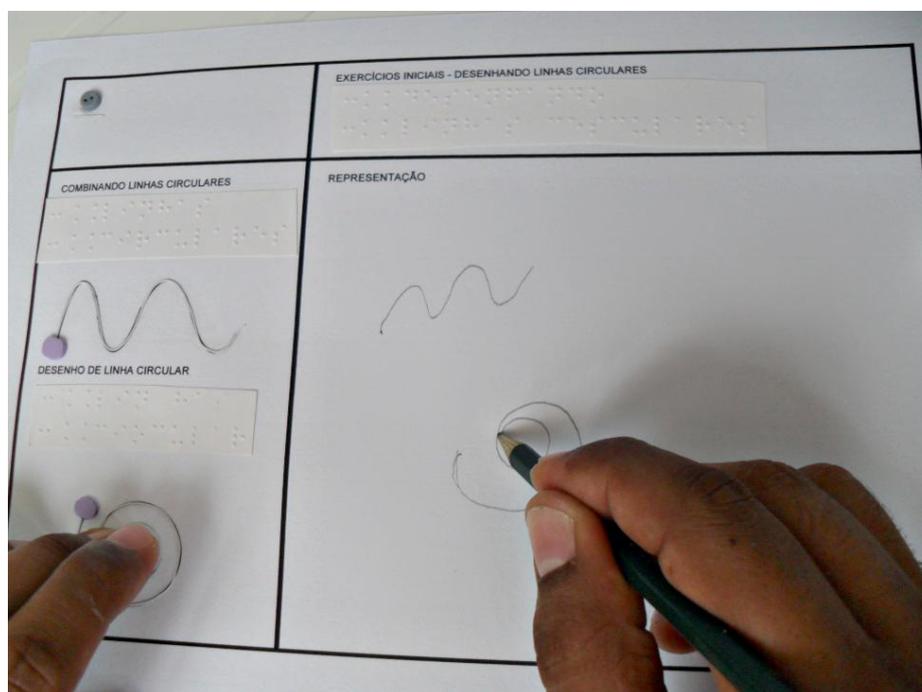


FIGURA 44: AVANÇO DA GRAFIA COM APOIO DE INSTRUMENTO ADAPTADO  
FONTE: AUTORA (2015)

Devido ao avanço do usuário, a pesquisadora lançou mais um desafio para o participante A, com a representação do cubo. Para conseguir efetuar essa atividade o mesmo solicitou novamente o objeto geométrico como suporte, para a memorização. Posteriormente a isso, o usuário percorreu as linhas dispostas do desenho e acompanhou seu movimento. Em paralelo o participante verbalizava para a pesquisadora que a material continha algumas informações desnecessárias que a autora poderia descartar.

As setas, por exemplo, que o usuário nomeava de “*ponta*” contidas no material eram desnecessárias e confundiam a leitura percebida. Por outro lado, o usuário de maneira positiva compreendeu o acompanhamento da linha e a disposição do movimento das retas na representação gráfica do cubo (figura 45), apresentando um avanço peculiar em relação ao primeiro desenho esboçado.

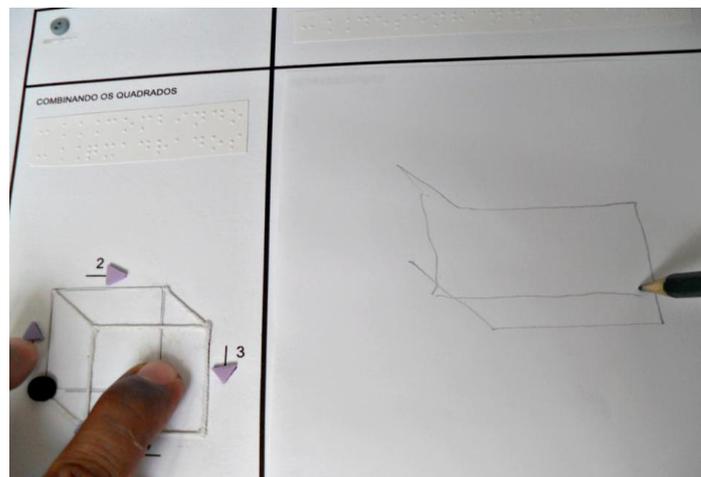


FIGURA 45: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO CUBO – PARTICIPANTE A  
FONTE: AUTORA (2015)

Portanto a aplicação do instrumento adaptado para os cegos congênitos, positivamente facilitou seu reconhecimento tátil, devido ao uso de variáveis gráficas que levam em conta as considerações e as ações cognitivas derivadas do tato, sendo eles a textura, a altura, a forma e os símbolos.

As orientações da LABTATE contribuíram para a criação do instrumento adaptado, no aprendizado operatório concreto, os quais necessitam de modelos palpáveis ou manipuláveis que possibilitem a percepção do espaço de maneira diferenciada pela pessoa cega.

## 5.5 COMPILAÇÕES DE DADOS

Com os resultados obtidos da visita de campo, nota-se que essa dissertação conta com uma fundamentação teórica que demarca o “*objeto de estudo*” e todo o contexto onde o mesmo esta inserido. Nesse tópico, podem-se indicar os aspectos de ênfase tátil que facilitam a percepção de materiais manipuláveis, assim como verificar os elementos gráficos mais significativos na representação gráfica de pessoas cegas.

Em uma primeira análise foi levantada as características físicas e formais dos objetos do cotidiano nos ambientes 1 e 2, na tentativa de compreender quais elementos contidos nesses objetos associavam-se a objetos da Geometria. Conforme os resultados apresentados anteriormente, no gráfico 1, pode-se constatar que a forma geométrica mais familiar para a pessoa cega é o quadrado.

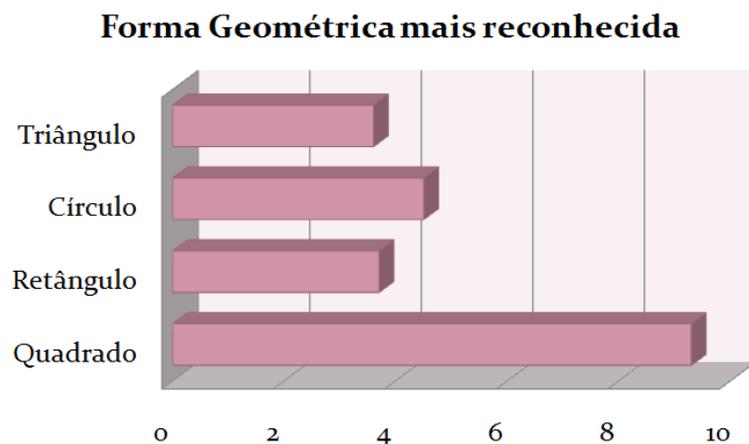


GRÁFICO 1: FORMAS GEOMÉTRICAS RECONHECIDAS PELOS CEGOS

FONTE: AUTORA (2015)

O quadrado, seguido do círculo, destacam-se por serem as formas mais simples da geometria, além de serem facilmente reconhecidas, por se encontrarem em grande parte dos objetos cotidianos.

O mesmo ocorre com objetos geométricos de aprendizagem, no entanto o sólido que mais se destacou entre os usuários pesquisados, foi o cilindro, conforme apresentado no gráfico 2. Este objeto condiz uma familiaridade aos cegos, devido ao formato do mesmo em suas extremidades conterem as duas bases superficiais circulares, seguido na sequência tátil do que os usuários chamam de “*corpo*” o qual descrevem como a junção entre o retângulo com a esfera.

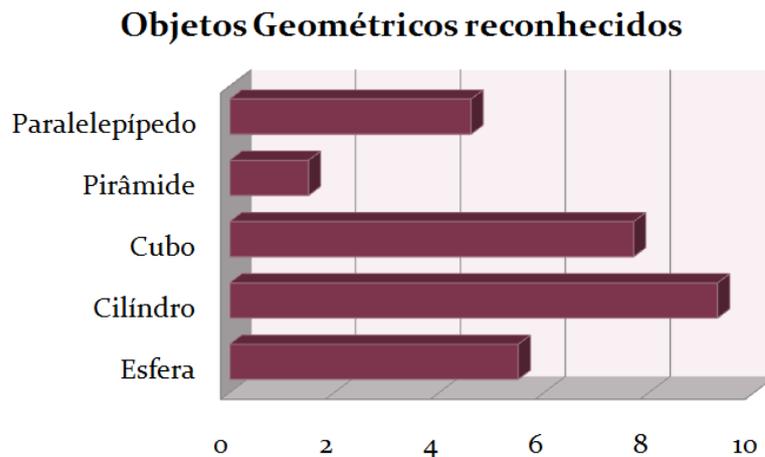


GRÁFICO 2: OBJETOS GEOMÉTRICOS RECONHECIDO PELOS CEGOS  
FONTE: AUTORA (2015)

Em relação a aprendizagem do desenho a maioria dos cegos que participaram do estudo, com exceção de um participante, não contém a prática de desenhar diariamente. Todavia mesmo todos os entrevistados serem alfabetizados com ensino superior, não continham aulas básicas de desenho no ensino médio, seguido de um usuário que teve o ensino de representações gráficas. Este, quando questionado relatava exercitar o desenho a mão livre, sem elaborar desenhos mais complexos de formas geométricas, tampouco compreender termos e conceitos da geometria, como é possível perceber no gráfico 3.

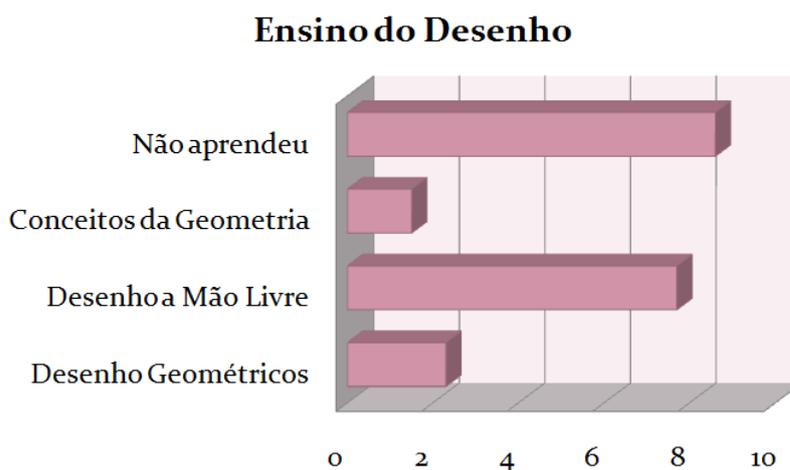


GRÁFICO 3: ENSINO DO DESENHO DE CEGO  
FONTE: AUTORA (2015)

O cego que continha experiência de exercícios de desenho no ensino médio, ainda relata conter aulas semanais no Instituto que frequenta e comenta que os temas abordados pela professora para exercitar o traço destacam-se por

representações de casas e paisagens. Em seguida, para fugir dos estereótipos, a educadora utiliza de objetos geométricos para associar com objetos presentes no dia a dia na vida do cego, partindo para o desenho de pessoas e por fim de formas geométricas, visto no gráfico 4:

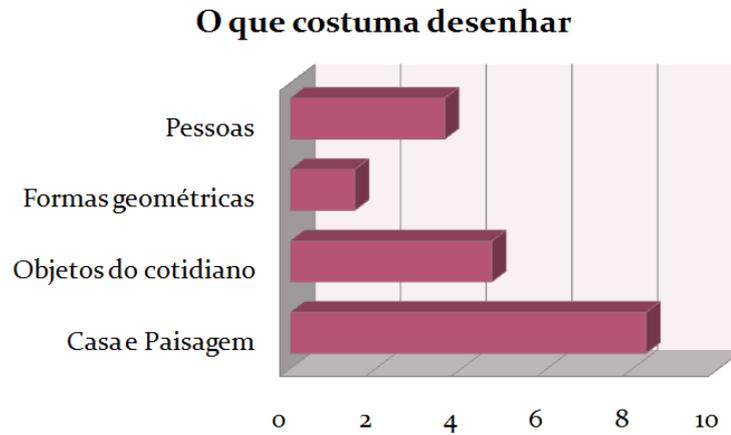


GRÁFICO 4: O QUE O CEGO COSTUMA DESENHAR

FONTE: AUTORA (2015)

O uso dos objetos geométricos facilita no processo de elaboração do desenho e permite segundo o ponto de vista do indivíduo, despertar a curiosidade de que um “copo” por exemplo onde o mesmo despeja sua água, tem a forma semelhante a um cilindro. Conseqüentemente, o cego poderá explorar em sua representação elementos gráficos obtido do repertório dele que demostre para o vidente e não-vidente a sua percepção de um dado objeto.

### Recursos Inclusivos para cegos

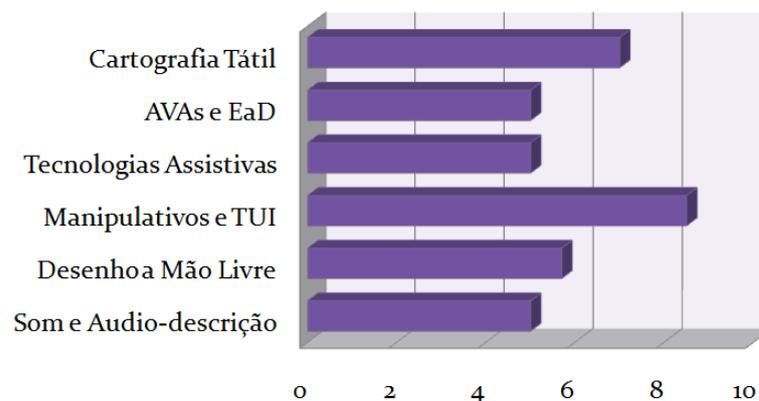


GRÁFICO 5: RECURSOS INCLUSIVOS PARA CEGOS

FONTE: AUTORA (2015)

Na categoria recursos inclusivos, constatou-se que o manipulativos e as Interfaces tangíveis (TUI) podem contribuir para a noção espacial do cego (vide gráfico 5), seguido da utilização da cartografia tátil e o desenho á mão livre.

Os recursos de tecnologia vem logo após, lembrando que essa análise prioriza a questão da percepção tátil e do reconhecimento de objetos tridimensionais, em outro contexto a tecnologia acessível auxilia com maior eficiência a educação da pessoa cega.

Em relação a percepção, nota-se no gráfico 6 que a mais utilizada foi a tátil, pois ela atribui uma leitura com as mãos para a pessoa cega, seguida da percepção espacial que depende da percepção anterior para ocorrer, no caso para as pessoas cegas.

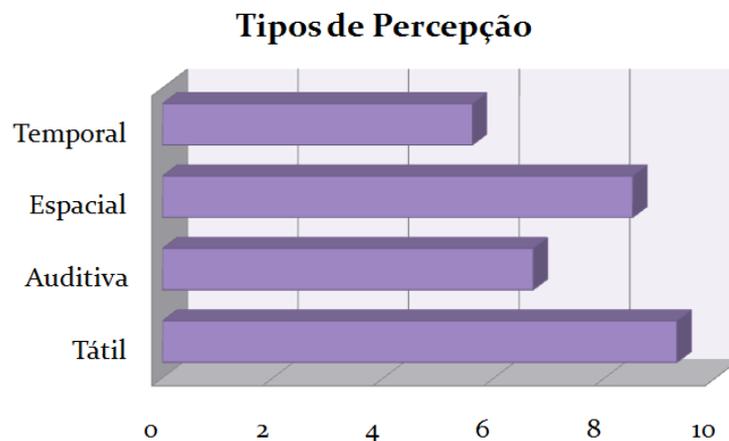


GRÁFICO 6: TIPOS DE PERCEPÇÃO

FONTE: AUTORA (2015)

O resultado do questionário misto, também apontou a questão das propriedades da percepção tátil e seus aspectos mencionadas por Soler(1999), conforme mostra o gráfico 7, o item que mais se destacou na identificação de objetos tridimensionais para a pessoa cega. Dentre as propriedades, a forma, destacou-se por ser um elemento o qual a pessoa cega reconhece em um primeiro momento, seguido da textura e dos restantes das propriedades.

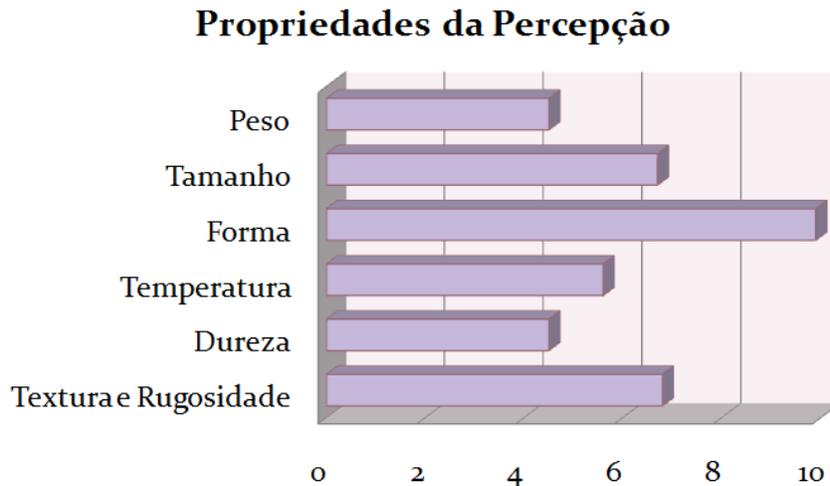


GRÁFICO 7: PROPRIEDADES DA PERCEPÇÃO

FONTE: AUTORA (2015)

Por fim, ainda na percepção, aponta-se a questão das variáveis gráficas propostas por Bertin(1896) como elementos de informação para o usuário cego, e o modo de como usá-las adequadamente para não gerar uma leitura incorreta para a pessoa cega. Dentre elas a que mais se destacou novamente foi a forma, seguida da textura, o tamanho e a orientação, conforme visto no Gráfico 8.

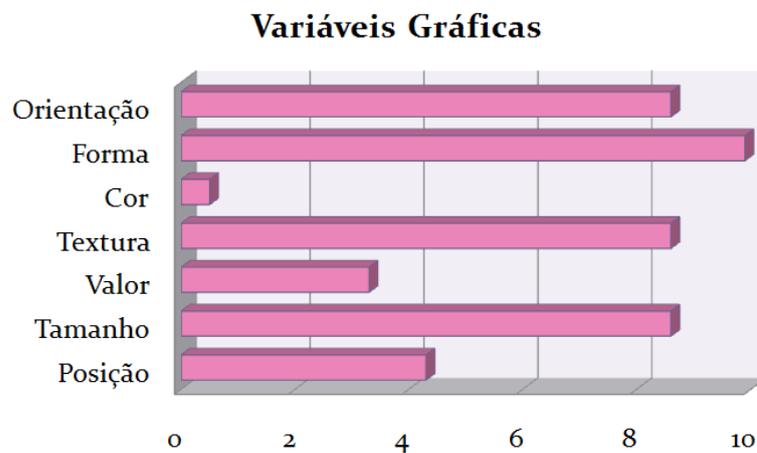


GRÁFICO 8: VARIÁVEIS GRÁFICAS

FONTE: AUTORA (2015)

## 6. CONCLUSÃO

O isolamento da pessoa cega se reflete na ausência de comunicação entre cegos e videntes. Para conter esse problema, a proposta de pesquisa teve como objetivo propor recomendações do design de interação a fim de contribuir no processo de representação gráfica bidimensional de pessoas cegas. A percepção do cego congênito depende das sensações sinestésicas no processo de formação da imagem mental derivadas dos outros sentidos, exclusivamente do tato. A imagem mental do objeto associa-se às propriedades da percepção tátil (temperatura, textura, rugosidade, forma, tamanho, peso e volume), sendo a percepção total restrita ao que cabe nas mãos. As variáveis gráficas: orientação da linha, união de pontos, exploração da forma, e a elevação da textura (espessura ou altura) tornam-se pertinentes nos aspectos físicos do objeto para construir códigos táteis no reconhecimento de objetos tridimensionais. A dinâmica evidenciou a relevância de um(a) professor(a) durante o ensino fundamental que instruisse de modo adequado o conteúdo da Geometria para os cegos congênitos. Os participantes compreenderam fielmente a percepção dos objetos, relatando as semelhanças entre as formas geométricas e compreendendo como se compõem. Os aspectos dos objetos tridimensionais permitiram diferenciá-los entre si e identificar as variáveis gráficas eficazes na transmissão da informação. Todavia, as propriedades geométricas “*forma*” e “*tamanho*”, facilitam a percepção tátil, enquanto que o reconhecimento baseou-se na identificação das laterais, bordas e elementos internos que compunham cada objeto. Portanto, a percepção tátil destaca-se como fragmentada e abstrata, restrita no percurso do movimento da mão da pessoa cega através do toque. No entanto, a dificuldade encontrada está associada em relacionar as dimensões a um “*todo*”. Os participantes relataram ainda não compreender a conceituação da geometria. Ao começar pela nomenclatura, o termo “*sólidos geométricos*”, foi substituído para “*objetos geométricos*”, pois não foi reconhecido. Os cegos relevam o uso de maquetes e objetos adaptados, além de citarem outros materiais de formato diferenciado que permitiram sua identificação. Também foi necessário reforçar a distinção entre cubo e quadrado, esfera e círculo para em seguida iniciar as associações dos objetos. Portanto, incentiva-se o estudo das formas geométricas como processo de organização cognitiva e constata-se que a percepção tátil de objetos tridimensionais deve ser mediada por um professor

(vidente), aproximando os dois mundos no compartilhamento de informações e significados. Os resultados obtidos no método de pesquisa foram satisfatórios e positivos quanto ao uso adequado de variáveis gráficas que facilitaram a percepção tátil de objetos presentes no cotidiano do cego. Notou-se com a comprovação da pesquisa de campo a necessidade de um instrumento adaptado que auxilie em paralelo no processo de elaboração do desenho e materiais adequadamente adaptáveis que traduzam de forma efetiva o conteúdo transmitido. Portanto a proposta promoveu contribuições para futuras pesquisas acadêmicas nas áreas da Educação Inclusiva, no Design e da Geometria, com o intuito de facilitar a elaboração das representações gráficas pelos deficientes e colaborar para futuros estudos sobre Objetos de Aprendizagem (OA). Conseqüentemente, apresentam-se as considerações finais e recomendações da autora para trabalhos futuros.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS DA PESQUISA

Apesar da curiosidade eminente a respeito dos diferentes mundos, cegos e videntes não se comunicam na plenitude necessária para se conhecerem e aprenderem sobre suas percepções. Evidenciou-se na convivência com esses usuários a falta de comunicação entre aluno-professor. A realidade brasileira não é inclusiva (DE SORDI, 2003). Durante a pesquisa, com os grupos focais, foi possível perceber que de modo geral, os cegos congênitos entrevistados entendem alguns conceitos da geometria, porém não os relacionam com os objetos tridimensionais e figuras correspondentes. Desta forma o aprendizado torna-se incompleto e esses alunos chegam despreparados em faculdades, com a noção básica da geometria e carecem de disciplinas que utilizam recursos geométricos para explicações, pois sentem dificuldade em entender seus conceitos. Confirmando a teoria de autores como Arnheim (1980), Coutinho (1998), Darras (2003), Loch (2008), Piekas (2010, Lima (2011), Quevedo & Ulbricht (2011), Duarte (2011) e Morais (2011) o processo de representação gráfica da pessoa cega, auxilia na formação da imagem mental desses objetos e as principais dificuldades de representação do espaço tridimensional em bidimensional. Esses estudos envolvendo o desenho facilitam a formação do indivíduo cego e da compreensão do mundo que o cerca. Constata-se que o desenho trata-se de um mecanismo que permite ao cego congênito se

expressar, entender a composição dos desenhos e esclarecer aos videntes como representam os objetos tocados através do tato.

De acordo com os relatos dos usuários, eles compreendem os conceitos do desenho, porém não formulam a imagem mental da figura de forma precisa o qual o professor se refere. Palavras como ângulos, graus, vértices e amplitudes não são traduzidas em imagens mentais. Mesmo no computador os gráficos não são inteligíveis. O conhecimento necessário para a compreensão dos gráficos resulta-se da criatividade e da busca de cada um em aprender sobre a geometria evitando a reprovação nas disciplinas. Logo, o aprendizado torna-se incompleto e abstrato. Em relação às Paisagens, objetos que não cabem nas mãos, prédios, dentre outros, são compreendidos tendo como base miniaturas e suas representações bidimensionais. Há também a dificuldade do cego com relação à leitura das figuras em alto-relevo. Isto fica claro em Ormelezi (2000) e com a análise dos grupos focais. Desenhar é considerado uma barreira e poucos videntes acreditam que exista potencial de desenvolvimento neste âmbito. Entretanto o experimento realizado com os participantes residentes nos ambientes demonstra a capacidade de abstração do cego em compreender como o vidente percebe e representa os objetos físicos em duas (2) dimensões. Constatando que na literatura pesquisada se refere à percepção do cego como fragmentada (DUARTE, 2011; ORMELEZI, 2000, SACKS, 2006), sendo confirmada no grupo focal de cegos pesquisados. A interpretação da pesquisadora baseia-se na percepção tátil adquirida através dos objetos cotidianos e do instrumento adaptado, testado nos ambientes domésticos. Concluindo, nota-se que a percepção do cego é fragmentada e que a percepção do todo, depende da compreensão do cego em relacionar os fragmentos das partes em um único objeto. Ao perceber o objeto, na avaliação da pesquisadora, ele precisa identificá-lo, reconhecê-lo, para assim em seguida representá-lo graficamente no papel a partir do que reconhece pelo tato.

## 8. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As recomendações desta dissertação foram obtidas através do embasamento teórico e da análise obtida dos resultados da pesquisa, durante a realização do questionário misto e a proposta de dinâmica desenvolvida pelos cegos congênitos. Além da validação do instrumento adaptado como suporte na elaboração das representações gráficas desses deficientes. Portanto a investigação conduziu para recomendações do design que devem ser aplicadas para pesquisas voltadas para futura construção de objetos de aprendizagem, sendo elas:

### 8.1 Percepção e Linguagem:

- a. Incentivar a conversação entre cegos e videntes, propondo situações onde possam apresentar suas distintas visões do mundo e promover um entendimento e compreensão de ambas as partes;
- b. Abordar assuntos cotidianos como idas ao supermercados, passeio de ônibus, faculdades e família bem como relacionando com os objetos geométricos;
- c. Fomentar diferentes situações onde o indivíduo cego possa ensinar seu modo de vida com relação ao convívio social, locomoção ou percepção do espaço;
- d. Incentivar o uso de objetos do cotidiano na aprendizagem da Geometria;
- e. Identificar barreiras na comunicação como dúvidas e palavras mal entendidas;
- f. Identificar pontos e nomenclaturas que facilite os conceitos da geometria;

## 8.2 Design de Interação, Tridimensionalidade e objetos manipuláveis

- a. Produzir objetos geométricos ou artefatos básicos como cubos, miniaturas, em grande escala, cilindros, cones e esferas, com uso de variáveis gráficas (textura, rugosidade, pontos, linhas e etc) incluindo o sistema Braille e enviá-los para os alunos cegos.
- b. Criar narrativas ou áudio-descrição interativa e relacioná-la com a manipulação de objetos cotidianos, explorando as propriedades do objeto tais como: Forma, volume, textura, dureza e rugosidade.
- c. Conceituar os objetos em uma linguagem compreensível para cegos congênitos conforme forem apresentados na narrativa.
- d. Criar narrativas sobre locomoção, distância, repetição e ordenação inserindo conceitos geométricos básicos, como diagonal e ângulo de  $90^{\circ}$ , da geometria a fim de introduzir noções de percepção espacial nos usuários.
- e. Incentivar o design de interação na construção de objetos de aprendizagem que possam explorar em conjunto com as tecnologias da informação (TICs) exercícios de desenhos para pessoas cegas;
- f. Incentivar as interfaces tangíveis na área do design de interação com o uso manipulativos voltados para a Geometria;
- g. Desenvolver plataformas nos mecanismos de interação: Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs), Educação a Distância (Ead), Tecnologias Assistivas (TAs) e Objetos de Aprendizagem (OA) voltados para a manipulação de Objetos Tridimensionais e a representação gráfica de deficientes visuais adaptados de forma adequada;
- h. Incentivar estudos da cartografia tátil, maquetes e outros materiais em 3D e relacionados às Tecnologias Assistivas, a fim de possibilitar através da percepção tátil a noção espacial dos usuários cegos;

### 8.3 Percepção Tátil, Desenho e Geometria

- a. Produzir desenhos em alto-relevo dos objetos geométricos, com identificação em Braille, e enviá-los para os alunos cegos;
- b. Trabalhar dobraduras no papel (origamis), com instruções através do áudio-descrição, conforme sugerido por Duarte (2011). Este procedimento reforçará o conceito, a linguagem, e as ações dos objetos na tridimensionalidade.
- c. Desenvolver um sistema de categorização e legenda para desenhos e representações gráficas dos cegos;
- d. Elaborar uma codificação própria para os cegos congênitos, composto por elementos básicos da geometria, tais como: ponto, linha e polígonos regulares (quadrado, cubo, esfera, círculo, triângulo e pirâmide);
- e. Propor atividades de interpretação de imagens e objetos do cotidiano, estabelecendo a associação com as formas geométricas.
- f. Introduzir nos desenhos dos cegos, variáveis gráficas em alto relevo e legendas em Braille, averiguando se o mesmo contém familiaridade com representações gráficas.
- g. Criar narrativas para apresentação dos desenhos em alto-relevo.
- h. Apresentar imagens em alto-relevo, somente após a associação da figura geométrica ser compreendida através do áudio e do toque tridimensional.
- i. Para as narrativas cujo objetivo é a geometria descritiva, criar uma sequência dos desenhos em alto-relevo, iniciando pela face posterior seguido do esclarecimento das faces dos objetos e suas formas com o desenho.
- j. Associar cada face à sua correspondente na perspectiva.

- k. Orientar a execução do desenho e seqüência tátil, da esquerda para direita da escrita e exercícios iniciais de desenho para fortalecer o traçado, técnica proposta por Duarte (2011).
- l. Incentivar a participação de professores de ensinos fundamental e médio na produção de desenhos e narrativas, com foco na ação e situação das salas de aula.
- m. Associar todas as imagens desenvolvidas em virtuais com o apoio da áudio-descrição detalhada e sem fatores ambíguos e ruidosos.

Estas recomendações poderão propiciar novas trocas de conhecimento entre videntes e cegos, considerando o desenvolvimento de artefatos que estimulem a elaboração da representação gráfica pelas pessoas cegas, conforme mencionado e sugerido nos grupos focais da dissertação. Além disso, recomenda-se realizar pesquisas envolvendo cegos congênitos para averiguar os requisitos apontados na confecção de instrumentos de desenho que ofereçam precisão nos exercícios manuais desse público. Dessa forma, será incluída a acessibilidade na área do design e da geometria, tanto manualmente como virtualmente. Por fim, é necessário estabelecer um vínculo ou parceria com as Instituições do Paraná, ligadas à tecnologia, como engenharia e design, de modo a contribuir na construção de objetos de aprendizagem (OA) que promovam a implementação dessa teoria. Todavia a autora relata que essas possibilidades não foram investigadas, mas que também devem ser consideradas em situações futuras para possíveis políticas públicas inclusivas.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2007.

AFONSO, A. *et al.* **Structural properties of spatial representations in blind people: Scanning images constructed from haptic exploration or from locomotion in a 3-D audio virtual environment**. *Memory & Cognition*, Orsay, v. 5, n. 38, p.1-14, 2010.

AGUIAR, M.; MARTINS, F.E.; BATTAIOLA, A.L. **Motivação e Ludicidade: Uma possível abordagem para o design de jogos educacionais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 8. 2008. **Anais**. São Paulo: P&D, 2008.

ALMEIDA, M. C.; CARIJÓ, F. H.; KASTRUP, V. **Por uma estética tátil: sobre a adaptação de obras de artes plásticas para deficientes visuais**. *Fractal: Revista de Psicologia*. Niterói. V. 22, n. 1, p. 85-100, jan-abr, 2010.

AMIRALIAN, M.L.T.M. **Compreendendo o cego: uma visão psicanalítica da cegueira por meio de Desenhos-Estórias**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997.

ANDRADE, A.L.P. *et al.* **Aplicação da Norma ISO/IEC 12119 na Avaliação da Qualidade de Produtos de Software**. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE SOFTWARE, 7. 1996, Curitiba. **Anais**. Curitiba: VII CITIS, 1996. p. 75-89.

ARNHEIM, R. **Arte e percepção visual. Uma psicologia da visão criadora**. Trad. Ivone Terezinha de Faria. São Paulo: Pioneira e EDUSP. Primeira Ed. 1980

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Dissertação. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 105 p.

BARBOSA, L.M. A visão dos dedos: as dificuldades do Braille. **Revista Profissão Mestre**. Disponível em: [www.profissaomestre.com.br/php/verMateria.php?cod=4023](http://www.profissaomestre.com.br/php/verMateria.php?cod=4023). Acesso em: 13/05/2013.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. MEC. Secretaria de Educação Fundamental. Secretaria de Educação Especial (SEESP). **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. MEC/SEESP, 2006. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/politica.pdf>. Acessado em 22/08/2013.

BARSALOU, L. W. Grounded Cognition. **Annual Review of Psychology**, v. 59, p. 617-645, 2008.

BATISTA, C. R. Técnicas de Navegação Adaptativa. In: ULBRICHT, V.R. **Ambientes Adaptativos: Trilhando novos caminhos para a hipermídia**. Florianópolis: Ciência Moderna, 2006. p. 137-148.

BARROS;DANIELA.**Wikispaces**.Disponível em: [portal.wikispacesbr/seesp/arquivos/apredizagem.pdf](http://portal.wikispacesbr/seesp/arquivos/apredizagem.pdf).2000. Acessado em 23/05/2014

BIBLIOTECA PÚBLICA DO PARANÁ. **Música na Biblioteca**. Disponível em: <<http://www.bpp.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=26>>. Acesso em: 13/03/2014.

BOURDIEU, P. **Coisas ditas**. São Paulo: Brasiliense, 1990.

CAMACHO, M.S.F.P. **Materiais Manipuláveis no processo:ensino/aprendizagem da matemática**. Curitiba, Madeira. 2012

CAREGNATO, S.E.(Org.). **Google acadêmico como ferramenta para os estudos de citações**: Avaliação da precisão das buscas por autor. Disponível em: <<http://www.brapci.ufpr.br/documento.php?dd0=0000011708&dd1=53667>>. Acessado em: 02/06/2013.

CAROLINE, Jay; STEVENS, Robert; HUBBOLD, Roger; GLENCROSS, Mashhuda. **Using Haptic Cues to Aid Nonvisual Structure Recognition**. Paraná.2012

CARDEAL, M. **Ver com as mãos: a ilustração tátil em livros para crianças cegas. 2009. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais)** – Centro de Artes, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

CASTELLAR, S. **Educação geográfica: teorias e práticas docentes**. São Paulo: Contexto, 2006. 167p.

CECATTO, C.A.; MACEDO, C.M.S.; FERRREIRA, C.L. Modelos de usuário para sistemas hipermídia adaptativa. In: ULBRICHT, V.R. O. **Ambientes Adaptativos: Trilhando Novos caminhos para a hipermídia**. Florianópolis: Ciência Moderna, 2006. p. 99-120.

CETIC. **TIC Domicílios e Usuários 2009**: Total Brasil. Cetic.br, 2010. Disponível em: <<http://www.cetic.br/usuarios/tic/2009-total-brasil/index.htm>>. Acessado em: 09/10/2013.

COBO, A. D.; RODRÍGUEZ, M. G.; BUENO, S. T. Desenvolvimento cognitivo e deficiência visual. Capítulo VI. In: MARTIN, M.B.; BUENO, S.T. (Orgs). **Deficiência visual**. São Paulo: Santos Livraria Editora, 2003.

COCHRANE REVIEWS (Org.). **About cochrane systematic reviews and protocols**. Disponível em: [www.thecochranelibrary.com/view/0/AboutCochraneSystematicReviews.html](http://www.thecochranelibrary.com/view/0/AboutCochraneSystematicReviews.html). Acessado em: 02/05/2013.

COHEN, E.B.; NICZ, M. **Learning Objects and E-Learning: an informing science perspective**. Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects, 2006.

COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. In: COLE, M.; JOHN STEINER, V.; SCRIBNER, S.; SOUBERMAN, E. (Orgs.). **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998. p. 3-19.

COUTINHO, S.G. **Variáveis da linguagem gráfica**. Recife: UFPE. 2002

CORTELAZZO, I.B.C. **Processos de ensino e aprendizagem mediados pelas tecnologias de informação e de comunicação**. In: LÜCK, H. COX, K.K. Informática na Educação Escolar: Polêmicas do nosso tempo. Campinas SP: Autores Associados, 2003.

COYNE, K.; NIELSEN, J. **Beyond ALT text**: making the Web easy to use for users with disabilities. Fremont CA: Nielsen Norman Group, 2001.

CYBIS, W.O.; BETIOL, A.H.; FAUST, R. **Ergonomia e usabilidade**: conhecimentos, métodos e aplicações. São Paulo: Novatec, 2007.

DAMÁSIO, A. **O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si**. 7. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

Darras, B. (2003). Le cas de la production des schémas graphiques. Recherches en Communication. n.19, p.175-197

DEVEDZI'Ć, V. **Semantic Web and Education**. USA: e-book – Springer, Science Business Media, 2006.

DOMINIQUE, S; CHRISTIAN, B. **Critérios Ergonômicos para avaliação de interfaces homem-computador**. 1993. Disponível em: <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/CriteriosErgonomicos/LabiUtil2003-Crit/100conduc.html>> Acesso em: 13/03/2013.

DONDIS, D.A. **Sintaxe da linguagem visual**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

\_\_\_\_\_. **Sintaxe da linguagem visual**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

DUARTE, M.L.B. **Desenho infantil e seu ensino a crianças cegas: Razões e método**. Curitiba: Insight Editora, 2011.

DUARTE, M.L.B. **Representação, categoria cognitiva e desenho infantil**. Curitiba: Insight, 2007.

DUARTE, M. L. B. **O desenho como elemento de comunicação e cognição**:

**ensinando crianças cegas.** In: 27ª REUNIÃO DA ANPED, Caxambu, MG. Sociedade, democracia e educação: qual universidade? Petrópolis - RJ : Editora Vozes.2011

FAÉ, M. **Conteúdo para os alunos cegos**, 2009. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/XENPEG/artigos/GT/GT3/tc3%20%2849%29.pdf>> Acessado em: 31/07/2013.

FERNANDES, S.H.A.A.; HEALY, L. **A Inclusão de alunos cegos nas aulas de matemática:** explorando Área, perímetro e volume através do tato. Santa Catarina: Revista Brasileira, 2012.

FERREIRA, L.F.; RANGEL, A.C.; BERCHT, M. A educação matemática e a construção do número pela criança. **Novas Tecnologias na Educação. Cited – UFRGS**, Rio Grande do Sul, v.3, n. 1, 2005.

FILATRO, A. **Design instrucional contextualizado:** educação e tecnologia. São Paulo: SENAC, 2004.

FONSECA, V. **Introdução às dificuldades de aprendizagem.** 2.ed.. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

FUNDAÇÃO DORINA. Portal do Deficiente Visual  
Disponível em: <http://www.fundacaodorina.org.br/deficiencia-visual/>  
Acessado em 20/04/2014

FRIESEN, N. Interoperability and Learning Objects: An overview of elearning Standardization. **Interdisciplinarity Journal of Knowledge and Learning Objects**, v.1, p. 23-31, 2005.

GAGNÉ, R.M.; BRIGGS, L.J.; WAGER, W.W. **Principles of Instructional Design.** 5.ed. Belmont: Thomson Learning Academic Resource Center, 2005.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

GIL, MARIA STELLA; FERRONI, Giovana Mendes. **Crianças com deficiência visual aprendem conceitos em atividades artísticas.** Anais do I Simpósio Internacional de Estudos sobre a Deficiência – SEDPCD/Diversitas/USP Legal – São Paulo Acesso em: 26/09/2010.

GOMBRICH, E. H. **Meditações sobre um cavalinho de pau e outros ensaios sobre a teoria da arte**. São Paulo: EDUSP. Trad: Geraldo Souza. Prikeira Ed. 1999.

GOMES, P.V. Design de interação em produtos educacionais: uma nova disciplina. In: LÜCK, H. **Tecnologia e educação: perspectivas integradoras**. Curitiba: Positivo, 2005. p.100-111.

GRUPO POSITIVO. **Portal Educacional**. Disponível em <http://www.educacional.com.br/quemsomos/deslogado.asp>. Acesso em 13/03/2013.

HEALY, L., FERNANDES, S.H.A. A. **The role of gestures in the mathematical practices of those who do not see with their eyes**. *Educational Studies in Mathematics*, v.77, p.157-174, 2011.

HIGGINS, J.; GREEN, S. **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 5.1.0**. Disponível em: <<http://www.cochrane.org/training/cochrane-handbook.>> Acesso em: 10/04/2013.

HODGINS, H. W. **The Future of Learning Objects**. In: WILEY, D. A. O. *The Instructional use of Learning Objects*. Utah: Utah State Univesity .Press, 2000 a

HORTON, S. **Access by design: a guide to universal usability for web designers**. Berkeley: New Riders, Pearson Education, USA, 2006.

HORTON, W.K. **E-learning by Design**. EUA: Pfeiffer, 2006.

HOFFMAN, Lia Teresinha. **Abordagem Ergonômica para a inserção laboral dos portadores de deficiência visual em estúdios de gravação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Mestrado profissionalizante em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS/RS, 2002.

HUGHES, Barry. **Skin simulation objects of perception, and the blind**. Behavioral and Brain Sciences. 2007. IDC – International Data Corporation. Disponível em: <http://ecommerce.hostip.info/pages/612/International-Data-Corp-IDC.html> Acessado em 22/05/2013

IEEE-LTSC. **The Learning Object Metadata Standard Retrieved**. IEEE -LTSC - Learning Technology Standards Commitee Web Site. 2010. Disponível em:

<<http://www.ieceit.org:8080/Plone/working-group/learning-objectmetadata-working-group-12/learning-object-metadata-lom-workinggroup-12>>. Acesso em: 22/08/2013.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. **O Sistema Braille no Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/index.php?itemid=99#more>>. Acesso em: 13/03/2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/disseminacao/eventos/missao/instituicao.shtm>. Acessado em: 22/08/2014.

INSTRUCTIONAL MANAGEMENT SYSTEMS (IMS). **IMS Learner Information Package**: Version 1.01 Final Especification. IMS Global Learning Consortium, 2005. Disponível em: <<http://www.imsglobal.org/profiles/index.html>>. Acesso em: 12/10/2013.

INSTRUCTIONAL MANAGEMENT SYSTEMS (IMS). **Instructional management systems project**. 2000. Disponível em: <<http://imsproject.org/>> Acessado em: 25/06/2013.

JOHNSON, L.F. **Elusive Vision**: Challenges Impeding the Learning Objects Economy. Micromedia. 2003. Disponível em: <[http://www.nmc.org/pdf/Elusive\\_Vision.pdf](http://www.nmc.org/pdf/Elusive_Vision.pdf)>. Acesso em: 23/06/2013.

KANWISHER, N.; POTIER, M.C. Repetition blindness: The effects of stimulus modality and spatial displacement. **Memory & Cognition**, Berkeley, v. 2, n. 17, p.117-124, 1981.

KIRST, A. C. **As aprendizagens do público com deficiência visual: uma experiência de diálogo com a arte contemporânea**. 2010. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) – Centro de Artes, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

KENNEDY, John M. (1983) **What can we learn about pictures from the blind? Blind people unfamiliar with pictures can draw in a universally recognizable outline style**. *American Scientist*, US, v.71; 19-26, jan-feb/1983

KENNEDY, John M. (2009) **What can we learn about pictures from the blind? Blind people unfamiliar with pictures can draw in a universally recognizable outline style**. *American Scientist*, US, v.71; 19-26, jan-feb/1983

KOCH, N. **Software Engineering for Adaptive Hypermedia Systems**: Reference Model, Modeling Techniques and Development Process. 240 páginas.f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina , 2001. Disponível em: <<http://www.pst.ifi.1mu.de/people/staff0koch/publications.html>>. Acesso em: 05/04/2013.

KLATZKY, R.L, LEDERMAN, S.J. **Percepção háptica:tutorial. congresso de atenção, psicologia e percepção**. Editora Pittsburgh,Carnegie Mellon University, Pennsylvania. 2009

KLATZKY, R. L. 1998. **Allocentric and egocentric spatial representations**: Definitions, distinctions, and interconnections. In C. Freksa,

KLATZKY, R. L., & LEDERMAN, S. J. 2009. **Object recognition by touch**. In J. J. Rieser, D. Ashmead, F. Ebner, & A. Corn (Eds.), *Blindness and brain plasticity in navigation and object perception*(pp. 185-207).Mahwah, NJ: Erlbaum

KAPPERS, A. M. L. 2007. Haptic spatial processing: Allocentric and egocentric reference frames. *Canadian Journal of Experimental Psychology*,61, 208-218.

LACLO. **Presentation Transcript**. 2010. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/opencontent/laclo-2010-openness-andanalytics-the-future-of-learning-objects>> Acesso em: 10/10/2013.

LACEY, S., CAMPBELL, C., & SATHIAN, K. 2007.Vision and touch: Multiple or multisensory representations of objects? *Perception*, 36,1513-1521.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1991.

\_\_\_\_\_. **Técnicas de pesquisa**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1990.

LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE (LTSC). **Learning technology standards committee**. 2000. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/>>

LÉVY, P. **A inteligência coletiva**: por uma antropologia do ciberespaço. 2.ed. São Paulo: Loyola, 1999.

LEWIS, K. *et al.* **Accessibility of Instructional web sites in higher education. educause quarterly magazine.** 2007. Disponível em: <<http://www.educause.edu/EDUCAUSE+Quarterly/educausequarterlyMagazineVolum/AccessibilityofInstructionalWe/161830>, 30> Acesso em: 09/06/2013.

LEDERMAN, S. J., & KLATZKY, R. L. 2009. Human haptics. In L. R. Squire (Ed. in Chief ), *Encyclopedia of neuroscience*(Vol. 5, pp. 11-18). San Diego: Academic Press.

LIMA, F.J. Breve revisão no campo de pesquisa sobre a capacidade de a pessoa com deficiência visual reconhecer desenhos hapticamente. In: **Revista Brasileira de Tradução Visual**, v.6, n.6, p. 15, 2011a.

\_\_\_\_\_. Escolhas tradutórias no trabalho científico: uma consideração sobre a pesquisa com a percepção de padrões bidimensionais por pessoas com deficiência visual. In: **Revista Brasileira de Tradução Visual**, v.6, n.6, p. 178, 2011b.

\_\_\_\_\_. **Representação mental de estímulos táteis.** 1988. 166 p. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1988.

\_\_\_\_\_. **O Efeito do treino com desenhos em relevo no reconhecimento háptico de figuras bidimensionais tangíveis.** 2001. 255 p. Tese (Doutorado em Psicologia) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, Ribeirão Preto, 2001.

\_\_\_\_\_. A produção de desenho em relevo: da imagem visual para a produção tátil. *Revista Brasileira de Tradução Visual*. v. 4, n. 4, p. 1-17, 2010.

LÖBACH, B. **Bases para a configuração dos produtos industriais.** São Paulo: Blucher, 2001.

LOCH, Ruth E. N. **Cartografia Tátil: mapas para deficientes visuais.** Portal da Cartografia.Londrina, v.1, n.1, maio/ago., p. 35 - 58, 2008. visto em 2014. Disponível ; <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/portalcartografia>

LOCH, Ruth E. N et al. **Motivações hodiernas para ensinar geografia: representações do espaço para visuais e invisuais.**Florianópolis. Editora Nova Letra, 1ª Edição. 2009

LOM. **LOM working draft v4.1,** 2000. Disponível em: <<http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOMv4.1.htm>> Acesso em: 14/03/2013.

LONGMIRE, W. A. **Primer on Learning Objects. ASTD's Source for elearning.** 2000. Disponível em: <[http://www.astd.org/LC/2000/0300\\_longmire.htm](http://www.astd.org/LC/2000/0300_longmire.htm)>. Acesso em: 14/03/2013.

LÚCIA,CARMEN; NASCIMENTO, ANNA CHRISTINA AZEVEDO. **Objetos de aprendizagem uma proposta de recurso pedagógico/Organização.**Brasília: MEC,SEED.2007 154

MACEDO, C.M.S. **Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis.** 2010. 271p. Tese (Tese de Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.2010

MACKINLAY, J. D. **Automating the design of graphical presentation of relational information.**1986. Disponível em: <[http://www.google.com.br/#hl=pt-BR&source=hp&q=%22Automating+the+design+of+graphical+presentations+of+relational+information%22&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs\\_rfai=&fp=90b51830697d5712](http://www.google.com.br/#hl=pt-BR&source=hp&q=%22Automating+the+design+of+graphical+presentations+of+relational+information%22&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=&fp=90b51830697d5712)>. Acesso em: 10/05/2010.

MANTOVANI, O.; DIAS, M. H.; LIESENBERG, H. **Conteúdos abertos e compartilhados: novas perspectivas para a educação. Educação e Sociedade,** Campinas, v.27, p.257-276, 2006.

MARIAKOZHEVNIKOV, M.H. **Types of Visual spatial representations and mathematical problem solving.**1999.

MARTINEZ, M. Designing learning objects to mass customize and personalize learning. In: WILEY, D. **The Instructional use of learning objects.** Texas: Agency for Instructional Technology (AIT), 2000. Cap. 3.1.

MASON, PEGGY 2011. **Medical Neurobiology.** Oxford University Press; 1 edition, 1471-1488.

MAYER, R. E., HEISER, J., & LONN, S. **Cognitive constraints on multimedia learning: when presenting more material results in less understanding.** Journal of Educational Psychology, 93, 187–198. (2001).

MAZZOTTA, M.J.S. **Fundamentos de Educação Especial.** São Paulo: Pioneira, 1982.

MCGREAL, R.; ELLIOT, M. Technologies of On-line Learning (elearning). In: CDE.ATHABASCAU.CA/ON-LINE\_BOOK. **Theory and practice of on-line learning**. [S.l.]: Athabasca University, 2004. Cap. 5, p. 115-135.

MEC - **Ministério da Educação** - [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/alunoscegos.pdf>. Acesso em 15/04/2013

MENEZES, M.S.; ALENCAR, F.; IZIDORO, C.C. **Design de Inclusão**: o caso dos deficientes visuais.. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 7. Curitiba. **Anais...** Curitiba: P&D, 2006.

MEREDITH, J.R. Building operations management Theory through case and Fiels Study. **Journal of Operation management.**, v. 16, n. 1998.

MERRIL, D. M. **Knowledge Objects and Model-mentals**. In: WILLEY, D. A. Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A definition, a Methaphor and a Taxonomy. [S.l.]: [s.n.], 2000. Disponível em: <<http://www.reusability.org/read/>>. Acessado em: 13/05/2013

MILLAR, S. Spatial Representation by Blind and Sighted Children. **Journal Of Experimental Child Psychology**, Oxford, n. 21, p.460-479, 1976.

MILLER, J. C. **Retention of high tactile acuity throughout the life span in blindness**. Perception & Psychophysics, 70, 1471-1488.2008

MIYASHIRO, R.T.. **Com design, além do design: o design gráfico com preocupações sociais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO COM DESIGN, 7.Curitiba. **Anais...** Curitiba: P&D, 2006.

MORAES, M. Ver e não ver: sobre o corpo como suporte da percepção entre jovens deficientes visuais. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 33, p. 15-20, 2006.

MORAES, M.G. **Acessibilidade e inclusão social em escolas**. 2007. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Bauru, 2007.

MORAN, J. M. D. **Ensino e Aprendizagem Inovadores com Tecnologias Audio visuais e Telemáticas**. In: BEREHNS, M., et al. Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. Campinas: Papyrus, 2000. p. 12.

MORRISON, G.R.; ROSS, S.M.; KEMP, J.E. **Designing Effective Instruction**. 4.ed. New York: John Wiley & Sons. Inc, 2001.

NELSON, L. M. **Collaborative problem solving: An instructional theory for learning through small group interaction**. 1998. 146p. Dissertation (Unpublished doctoral) - Indiana University, Harvard.1998.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração dos Direitos Humanos**. Nações Unidas no Brasil. 1948. Disponível em: [http://www.onubrasil.org.br/documentos\\_direitoshumanos.php](http://www.onubrasil.org.br/documentos_direitoshumanos.php). Acesso em: 22/11/2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Deficiente Visual**. Disponível em: <http://www.who.int/blindness/en/> Acesso em: 08/05/2013.

ORMELEZI, E. M. **Os caminhos da aquisição do conhecimento e a cegueira: do universo do corpo ao universo simbólico**. 2000. 120 p. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000.

OTTO, C.S.; Mozzaquatro, P.M. **Desenvolvimento de um Objetos e Aprendizagem para portadores de visão subnormal a partir do uso de conceitos e técnicas de acessibilidade**. São Paulo, abril, 2010.

PALAZZO, L.A. **Modelos Pró-ativos para Hipermídia Adaptativa**. 1999. 230p. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

PEREIRA, MARIA LEONOR MONIZ, PASCOAL, AUGUSTO GIL, GERENTE, GONÇALVES SILVA. **Localização Especial de estímulos sonoros em indivíduos cegos congênitos: estudo comparativo da posição tridimensional da cabeça em adultos cegos congênitos e indivíduos videntes**. Relatório de pesquisa. Rev. Bras. Ed. Esp., Marília, Jan.-Abr. 2008, v.14, n.1, p.111-120

PERRY, S.; BALL, S. **Commentary on Treviranus and Brewner, Developing and Reusing Accessible Content and Applications**. In: **L Reusing on-line resources**. London: Kogan Page, 2003. p. 1-5. Disponível em: <http://www-jime.open.ac.uk/2003/1/>. Acesso em: 20/08/2013.

PETTERSSON, R. **Information Design na Introduction**. Amsterdam: John Benjamins B.V, 2002.

PIAGET, J. **A construção do real na criança**. São Paulo: Ática Editora, 1996.

\_\_\_\_\_. **A linguagem e o pensamento da criança**. São Paulo: Martins fontes Editora, 1986.

PINHEIRO, C.M.P. **Apontamentos para uma aproximação entre jogos digitais e comunicação**. 2007. 201p. Tese (Doutorado em Jogos Digitais) - PUC-RS, Porto Alegre, 2007.

PIEKAS, M.I. **A desconstrução do esquema gráfico aplicado ao ensino de desenho para crianças cegas**. Estado de Santa Catarina. Florianópolis: UDES/CEART, 2010, 230 p. Dissertação de mestrado. Acessado em 23/07/2013

PIEKAS M.I, DUARTE, M.L.B. **Vocabulário pictórico para educação inclusiva**. Curitiba: Editora Insight, 2013

PIEKAS, M.I. A Desconstrução do esquema gráfico aplicado ao ensino de desenho para crianças cegas. Estado de Santa Catarina. Florianópolis: UDES/CEART, 230 p. Dissertação de mestrado. Acessado em 23/07/2014. 2010

PRATA, C.L.; NASCIMENTO, A.C.A. **Manual de objetos de aprendizagem**. Curitiba, Abril 2007.

QUEIROZ, M. A. **Acessibilidade Web**: Tudo tem sua primeira vez. 2007. Disponível em: <<http://www.bengalalegal.com/>>. Acesso em: 12/06/2013.

REDECKER. G. H. J. **An Educational Taxonomy for Learning Objects**. In: **IEEE Proceedings of ther 3rd International Conference**. [S.l.]: [s.n.], 2003. p. 250-251. disponível em [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=1215068](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=1215068)

RIBEIRO, C. **Psicologia, Reflexão e Crítica**. Coleção Debates .São Paulo: 2003.SADOSKI, M.; PAIVIO, A. **Imagery and Text**. New York: Taylor. 2001.

RODRIGUES, M.R.C. **Estimulação precoce: A contribuição da psicomotricidade na intervenção fisioterápica como prevenção de atrasos motores na criança cega congênita nos dois primeiros anos de vida**. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, ano 8, n. 21, p. 15-16, 2002.

SACKS, O. **Um antropólogo em marte**: Sete histórias paradoxais. São Paulo: Companhia das Letras, 2006

SANTOS, G. H. O. Diferentes modos de produção de significados de deficientes visuais para geometria. In: SANTOS, G.H. O. **Uma Leitura da produção de significados de pessoas com deficiência visual para a geometria**. 2006. 157p. Dissertação (Mestrado em Geometria) - Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006. p. 03-05.

SANDERS, A. F. J., & KAPPERS, A. M. L. 2008. Curvature **affects haptic length perception**. *Acta Psychologica*, 129, 340-351.

SATHIAN, K. (2003). **Neural networks active during tactile form perception: Common and differential activity microspatial tasks**. *International Journal of Psychophysiology*, 50, 41-49.

SCHMIDT, S. *et al.* Spatial representations in blind people: The role of strategies and mobility skills. *Acta Psychologica*, Torino, n. 142, p.43-50, 2012.

SCHNEIDER, D. K. **Educational Modeling Language**. Edutechwiki. 2006. Disponível em: <[http://edutechwiki.unige.ch/en/Educational\\_modeling\\_language](http://edutechwiki.unige.ch/en/Educational_modeling_language)>. Acesso em: 11/10/2013.

SILVA, B. S. **As forças da Gestão do design nos níveis estratégico, tático e operacional**: um estudo de caso na Eletrolux do Brasil S.A. 2009. Numero de paginas p. Dissertação (Mestrado em Gestão do Design) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2000.

SILVA, E.L.; PINHEIRO, L.V.; REINHEIMER, F.M. Redes de conhecimento em artigos de comunicação científica: estudo baseado em citações bibliográficas de artigos de periódicos na área de ciência da informação no Brasil. **Informação & Sociedade**, João Pessoa, v. 23, n. 1, p.145-160, abr. 2013.

SILVA, F.C.P.; ULBRICHT, V.R. **Revisão Sistemática Qualitativa: Representação bidimensional de formas espaciais dos cegos**. In: CONAHPA, 6., 2013, João Pessoa. **Anais...** Conahpa. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2013. p. 1-13.

SNOW, R.E. Theory construction for research on teaching. In: TRAVERS, R.M.W. (Ed.). **Second handbook of research on teaching**. Chicago: Rand McNally, 1971.

SOLER, M.A **Didática multissensorial de las ciencias:un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión.** Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

TAYLOR, J. L. 2009. Proprioception. In L. R. Squire (Ed.), *Encyclopedia of neuroscience* (Vol. 7, pp. 1143-1149). Oxford: Academic Press.

TAKIMOTO, T. A **Percepção do espaço tridimensional e sua representação bidimensional: a geometria ao alcance das pessoas cegas em comunidades virtuais de aprendizagem.** 2014. 166 p. Dissertação (Mestrado em Design, Engenharia e Gestão do Conhecimento) Universidade Federal de Santa Catarina, Florian, 2014.

TANTI, M. **Teaching mathematics to a blind student.** Santa Catarina,Abril,2006.

TESHIMA, Y. **Three-Dimensional Tactile Models for Blind People and Recognition of 3D Objects by Touch:** Introduction to the Special Thematic Session. Berlin: Springer-verlag, 2010. p. 523-514.

THE COCHRANE COLLABORATION (Org.). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions.** Disponível em: <<http://www.cochrane.org/training/cochrane-handbook>>. Acesso em: 15/07/2013.

TREISMAN, A. M., & Gelade, G. 2004. A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*,12, 97-136.

TORRES, E.F.; MAZZONI, A.A.; MELLO, A.G.. **Nem toda pessoa cega lê em Braille nem toda pessoa surda se comunica em língua de sinais.** *Educ. Pesqui.*, v.33, n.2, p. 369-386, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v33n2/a13v33n2.pdf>> Acesso em: 03/08/2013.

TOJAL, A. P. F. da. **Museu de arte e público especial.** Dissertação (Mestrado em Artes) – Escola de Comunicação e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

TURIN, ROTI NIELBA. **Introdução ao Estudo das linguagens.** São Paulo: Annablume, 2007.

TWYMAN, M. L.**The graphic presentation of language in Information Design Journal**, vol.3, no.1, pp.2-22. 1982

TWYMAN, M. L. **Using pictorial language: a discussion of the dimensions in Designing usable text**, editado por Thomas M. Dufty & Robert Waller. Orlando, Florida: Academic Press, pp.245-312. 1985

VALENTE, J.A. **As Tecnologias Digitais e os Diferentes Letramentos**. **Pátio Revista Pedagógica**, Porto Alegre, ano XI., n 44 p 12-15, 2008.

VANZIN, T.; ULBRICHT, V. R. **A abordagem dos Erros Humanos nos Ambientes Hipermídia Pedagógica**. In: CONAHPA - Congresso Nacional de Ambientes Hipermídia para Aprendizagem, Florianópolis. **Anais....** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

VECCHI, Z.C.T.; CORNOLDI, C.; MAMMARELLA, I *et al.* **Imagery and spatial processes in blindness and visual impairment**. Cidade: editora, 2008.

VENTORINI, S.E. **A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual**. 2007. 134 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo, Martins Fontes, 1993.

W3C - WCAG 1.0. **Diretivas para acessibilidade do conteúdo da Web 1.0 - Recomendação do W3C**. W3C, 05 maio 1999. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/WAI-WEBCONTENT>>. Acesso em: 23/07/2014.

WILEY, D. A., *et al.* Three common properties of efficient online instructional support systems. **The ALN Magazine**, v.3, n.2, 1999. Disponível em: <[http://www.aln.org/alnweb/magazine/Vol3\\_issue2/wiley.htm](http://www.aln.org/alnweb/magazine/Vol3_issue2/wiley.htm)> Acesso em: 15/06/2013.

WILEY, D. A. **Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory - a definition, a methaphor and a taxonomy**. In: WILEY, D. A. *The Instructional Use of Learning Objects*. Utah: [s.n.], 2000 b.

WILEY, D. A. **Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory - a definition, a methaphor and a taxonomy**. In: WILEY, D. A. *The Instructional Use of Learning Objects*. Utah: [s.n.], 2000.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

## **ANEXOS**

## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA, p 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARANÁ - SETOR DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE/ SCS -



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Design da Informação aplicado à objetos de aprendizagem acessíveis para pessoas cegas

**Pesquisador:** Fernanda Poletto

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 34859414.8.0000.0102

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Design

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 934.616

**Data da Relatoria:** 13/01/2015

#### Apresentação do Projeto:

Este trabalho visa contribuir na criação de objetos de aprendizagem acessíveis, capaz de fornecer o conhecimento sobre o sistema de projeção cilíndrica ortogonal para pessoas cegas. A pesquisa classifica-se como: aplicada, qualitativa e exploratória, subdividida em fases. O Projeto tem quatro fases: 1) a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), 2) uma pesquisa de campo com entrevista, 3) pesquisa de campo com aplicação e 4) propostas diretrizes do Design da informação para a concepção de Objetos de Aprendizagem (OA) no domínio em questão. Como técnicas da coleta de dados, destacam-se a entrevista estruturada, aplicação do questionário misto e a observação participante. Essa coleta de dados realizar-se-á no ambiente residencial dos cegos e nas Instituições do Paraná INSTITUTO PARANAENSE DE CEGOS e CENTRO UNIVERSITÁRIO UNINTER DO SIANEE. O critério de inclusão são pessoas cegas congênitas maiores de 18 anos que possuem conhecimento básico na área de geometria. O projeto tem uma duração de 5 meses.

#### Objetivo da Pesquisa:

Seu objetivo principal é propor diretrizes, baseadas no Design da Informação, para a construção de Objetos de Aprendizagem (OA) que auxiliem os cegos na representação bidimensional de objetos tridimensionais.

## **ANEXO B – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA, p 2**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARANÁ - SETOR DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE/ SCS -



Continuação do Parecer: 934.616

### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos estão relacionados a metodologia da pesquisa e sua aplicação. Os benefícios para as pessoas cegas: maior autonomia nos exercícios de representação de objetos tridimensionais; Para instituições de ensino a pessoas cegas: diretrizes para configurar material de apoio ao ensino de geometria.

### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa foi corrigida naqueles itens que foram exigidos e dessa forma foram esclarecidos os pontos que estavam pendentes.

### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foi anexada a declaração final modelo CONEP, onde o Coparticipante declara ter lido e concordar com o Parecer deste CEP/SD.

### **Recomendações:**

Solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios semestrais e final, sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos, através da Plataforma Brasil - no modo: NOTIFICAÇÃO. Demais alterações e prorrogação de prazo devem ser enviadas no modo EMENDA. Lembrando que o cronograma de execução da pesquisa deve ser atualizado no sistema Plataforma Brasil antes de enviar solicitação de prorrogação de prazo.

### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

- É obrigatório retirar na secretaria do CEP/SD uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com carimbo onde constará data de aprovação por este CEP/SD, sendo este modelo reproduzido para aplicar junto ao participante da pesquisa.

O TCLE deverá conter duas vias, uma ficará com o pesquisador e uma cópia ficará com o participante da pesquisa (Carta Circular nº. 003/2011CONEP/CNS).

### **Situação do Parecer:**

Aprovado

### **Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**ANEXO C – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA, p 3**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARANÁ - SETOR DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE/ SCS -



Continuação do Parecer: 934.616

**Considerações Finais a critério do CEP:**

CURITIBA, 19 de Janeiro de 2015

---

**Assinado por:  
IDA CRISTINA GUBERT  
(Coordenador)**

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Nós, Fernanda Cristine Poletto da Silva e Vânia Ribas Ulbricht, pesquisadoras da Universidade Federal do Paraná, estamos lhe convidando a participar de um estudo intitulado “**Design da Informação aplicado à objetos de aprendizagem acessíveis**” A fim de configurar um material de apoio para o Programa de Pós-Graduação em Design, a fim de auxiliar cidadãos cegos no ensino da geometria em Instituições do Paraná. Dessa forma, a pessoa cega será estimulada a desenvolver autonomia nos exercícios de representação gráfica de objetos tridimensionais do seu cotidiano.

a) O objetivo desta pesquisa é: propor diretrizes, baseadas no Design da Informação, para a construção de Objetos de Aprendizagem (OA) que auxiliem os cegos na representação gráfica de objetos tridimensionais no plano.

b) A pesquisadora (Fernanda Cristine Poletto da Silva, formada em Design Gráfico fará uma entrevista e um questionário participativo com os usuários cegos, os quais poderão ter acesso a esses documentos de forma adaptada com texto em Braille, caso o participante desejar, realizado em seu ambiente doméstico e de aprendizado, situado na cidade de Curitiba, no Instituto Paranaense de Cegos (IPC) e em outro estabelecimento intitulado Centro Universitário (UNINTER). A responsável por este estudo poderá ser contatada no local de moradia - Rua Dr Faivre, 730 – kitnet 1005, pelos telefones (41) 9862-1422 / (41) 3503-5022 e e-mail [fercristine88@gmail.com](mailto:fercristine88@gmail.com) ou [polettodesigner@hotmail.com](mailto:polettodesigner@hotmail.com) para esclarecer eventuais dúvidas que os entrevistados possam ter e fornecer-lhe as informações antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

c) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

d) As informações relacionadas ao estudo poderão ser divulgadas em relatório ou publicação, entretanto isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e seja mantida a confidencialidade. A entrevista será gravada, respeitando-se completamente o seu anonimato. Tão logo transcrita a entrevista e encerrada a pesquisa o conteúdo será des-gravado ou destruído.

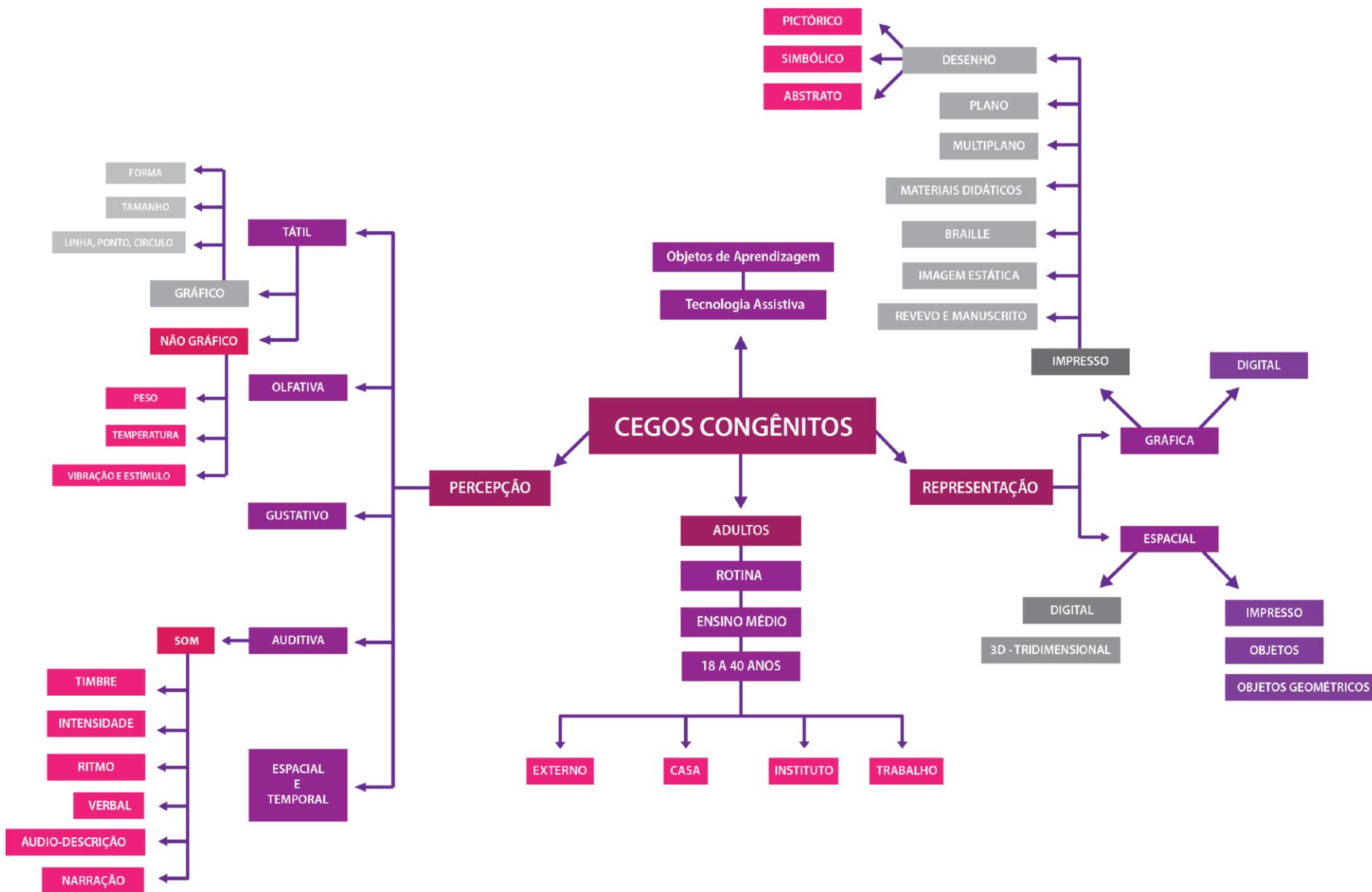
e) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas como Vânia Ribas Ulbricht, Stephania Padovani e Luciane Fadel, as quais participaram da qualificação da banca. A sua identidade seja preservada e mantida a confidencialidade. A sua entrevista será conforme a fase 2 da pesquisa, registrada por meio de câmeras, anotações e filmagens, respeitando-se completamente o seu anonimato. Tão logo transcrita a entrevista e encerrada a pesquisa o conteúdo será desgravado ou destruído.

f) As despesas necessárias para a realização da pesquisa, não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo e você não receberá qualquer valor em dinheiro.

g) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um nome fictício ou código.

Rúbricas: Participante da Pesquisa e /ou responsável legal _____ Pesquisador Responsável _____ Orientador _____ Orientado _____
---

### APÊNDICE B – MAPA CONCEITUAL DE DISSERTAÇÃO



## APÊNDICE C – ENTREVISTA COM COORDENADORES DE INSTITUIÇÕES

### BLOCO I - PERFIL

- 1- Idade: \_\_\_\_\_ anos
- 2- Sexo: ( ) Fem. ( ) Masc.
- 3 - Grau de instrução: ( ) Fundamental ( ) Médio ( ) Superior ( ) Pós-Graduação
- 4- A sua limitação visual é: ( ) Total ( ) Baixa visão ( ) nenhuma
- 5- Quanto tempo você trabalha na Instituição?
- 6- Cidade em que mora:
- \_\_\_\_\_

### BLOCO II – METODOLOGIA DE ENSINO

- 7- Há quanto tempo trabalha com pessoas cegas ou deficientes visuais
- \_\_\_\_\_
- 8- Qual a idade dos cegos que freqüentam as aulas do Instituto?
- \_\_\_\_\_
- 9- Quais as principais matérias são estudadas na Instituição?
- ( ) Matemática ( ) Português ( ) Artes ( ) Geografia
- ( ) Estrangeira ( ) Filosofia ( ) Disciplinas de Pós-Graduação
- 10 Quais metodologias de ensino você utiliza para ensinar os cegos ou deficientes visuais?
- \_\_\_\_\_
- 11- Quais materiais você utiliza para auxiliar no ensino da Matemática? Cite quais:
- \_\_\_\_\_
- 12 – Você faz uso de tecnologias para auxiliar na educação das pessoas cegas? Quais?
- 13 Quais dispositivos acessíveis você utiliza para ensiná-los?
- ( ) Dosvox ( ) Braille ( ) Dayse ( ) Áudio-descrição ( ) Ambiente de Aprendizagem Virtual
- 14 – Você faz uso de redes sociais nas aulas? Cite as principais:
- \_\_\_\_\_
- 15 – Você participou de algum curso ou fez especialização para ensinar as pessoas cegas?
- \_\_\_\_\_

## APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO COM DINÂMICA PARA GRUPO FOCAL

### BLOCO I – PERFIL DOS PARTICIPANTES – AMBIENTE 1 E 2

1- Idade: \_\_\_\_\_anos

2 - Sexo: ( ) Fem. ( ) Masc.

3 - Grau de instrução: ( ) Fundamental ( ) Médio ( ) Superior ( ) Pós-Graduação

4- A sua limitação visual é: ( ) Total (congênita) ( ) Baixa visão (Não-congênita)

5- Com que idade você adquiriu deficiência visual ou cegueira?

6- Cidade em que mora.

Outras \_\_\_\_\_

7-

Endereço: \_\_\_\_\_

### BLOCO II – DINÂMICA COM CEGOS E SELEÇÃO DE OBJETOS TÁTEIS

8 - Escolha objetos de sua casa que você usa com maior frequência no cotidiano.

( ) Objeto 1a: \_\_\_\_\_ (Cômodo da casa: \_\_\_\_\_)

( ) Objeto 1b: \_\_\_\_\_

( ) Objeto 2a: \_\_\_\_\_ (Cômodo da casa: \_\_\_\_\_)

( ) Objeto 2b: \_\_\_\_\_

9 - Após a escolha do objeto, como você o reconheceu? Como soube o que era?  
Por quê?

\_\_\_\_\_

10 - Quais características do objeto facilitam a sua identificação? Descreva as características do objeto. \_\_\_\_\_

11 - Qual a diferença entre o \_(Objeto 1)\_ e o \_(Objeto 2)\_? Cite as diferenças. \_\_\_\_\_

12 - Quais formas geométricas você conhece? \_\_\_\_\_

13 - Quais dos objetos selecionados você escolheria para associar com as formas geométricas? \_\_\_\_\_

14 - Explique para outro cego, como você reconheceu e associou a forma geométrica? Por quê?  
\_\_\_\_\_