



PGDESIGN | Programa de Pós-Graduação
Mestrado | Doutorado



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

Rebeca Medeiros de Andrade

**REQUISITOS DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS
TÁTEIS PARA ESTUDANTES CEGOS NO PROCESSO DE ENSINO-
APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL**

Dissertação de Mestrado

Porto Alegre

2019

REBECA MEDEIROS DE ANDRADE

Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos táteis para estudantes cegos no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Design.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Gonçalves
Teixeira

Porto Alegre

2019

CIP - Catalogação na Publicação

Andrade, Rebeca Medeiros de
Requisitos de projeto para produção de recursos
didáticos táteis para estudantes cegos no processo de
ensino-aprendizagem de Geometria Espacial / Rebeca
Medeiros de Andrade. -- 2019.
194 f.
Orientador: Fábio Gonçalves Teixeira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de
Pós-Graduação em Design, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Metodologia de Design. 2. Tecnologia Assistiva.
3. Cegueira. 4. Ensino-aprendizagem. 5. Geometria
Espacial. I. Teixeira, Fábio Gonçalves, orient. II.
Titulo.

Rebeca Medeiros de Andrade

**REQUISITOS DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS TÁTEIS
PARA ESTUDANTES CEGOS NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE
GEOMETRIA ESPACIAL**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Design, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS.

Porto Alegre, ____/____/____.

Fábio Gonçalves Teixeira

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

Banca Examinadora:

Orientador: **Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira**

Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS (PGDesign-UFRGS)

Profa. Dra. Cíntia Costa Kulpa

Departamento de Design e Expressão Gráfica (DEG)

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva

Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS (PGDesign-UFRGS)

Profa. Dra. Tânia Luisa Koltermann da Silva

Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS (PGDesign-UFRGS)

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Fábio Gonçalves Teixeira, pela orientação, liberdade e também pelo incentivo durante a pesquisa.

Aos Professores Cíntia Costa Kulpa, Régio Pierre da Silva e Tânia Luisa Koltermann da Silva, pelas contribuições e sugestões ao trabalho durante as bancas examinadoras.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Design pelas muitas oportunidades de aprendizagem, desenvolvimento em pesquisa e formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa durante todo o mestrado.

Aos colegas e professores do Laboratório de Pesquisa Virtual Design (ViD), pelo suporte, conversas e compartilhamento de conhecimentos e experiências.

À Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre, pelo apoio e parceria durante a execução da pesquisa, bem como às diretorias das Escolas Municipais de Ensino Fundamental Presidente Vargas, Chapéu do Sol, São Pedro e Dolores Alcaraz Caldas.

Aos meus muitos amigos, de perto e de longe, por todo apoio e incentivo, em especial aos grandes amigos e amigas que fiz por meio da Igreja Presbiteriana de Porto Alegre, por terem feito com que esses três anos aqui superassem todas as minhas expectativas.

Ao Papai, Mamãe, André e Raquel, por serem um alicerce firme e um referencial de força e coragem, por sonharem comigo e investirem tanto em mim. Em especial ao meu irmão André, meu primeiro e mais elevado referencial de pesquisador, obrigada pelo apoio de sempre, pelos incontáveis conselhos e principalmente por ser meu exemplo.

Agradeço também a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a consecução deste trabalho.

Soli Deo gloria.

TRABALHOS PUBLICADOS DURANTE A PESQUISA

Artigo completo publicado em periódico

ANDRADE, R. M.; TEIXEIRA, F. G. A Programação como elemento potencializador do processo de Design de Interface. **REVISTA BRASILEIRA DE EXPRESSÃO GRÁFICA**, v. 6, p. 67-84, 2018.

Trabalhos completos publicados em anais de congressos

ANDRADE, REBECA MEDEIROS DE; SILVA, RÉGIO PIERRE DA; SILVA, T NIA LUÍSA KOLTERMANN DA; TEIXEIRA, FÁBIO GONÇALVES. Abordagens e recursos didáticos voltados ao processo de ensino-aprendizagem de Geometria focados em alunos cegos - uma Revisão Sistemática da Literatura. **In: 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 2019, Joinville. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Blucher, 2018. v. 6. p. 3720-3730.

ANDRADE, REBECA MEDEIROS DE; TEIXEIRA, FÁBIO GONÇALVES. O papel das emoções, através do Design, na eliciação da autoestima. **In: 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 2019, Joinville. Blucher Design Proceedings. São Paulo: Blucher, 2018. v. 6. p. 4040-4052.

ANDRADE, REBECA M.; DETANICO, FLORA B.; SILVA, FÁBIO P.; TEIXEIRA, FÁBIO G. Identificação da espiral de Fibonacci no padrão de crescimento vegetal por meio de modelo 3D virtual obtido através de fotogrametria digital. **In: 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 2019, Joinville. Blucher Design Proceedings, 2018. v. 6. p. 4934-4947.

ANDRADE, R. M.; JACQUES, J. J.; TEIXEIRA, F. G. A Interface entre o Desenvolvimento Sustentável e o Avanço Tecnológico. **In: VI Encontro de Sustentabilidade em Projeto - ENSUS**, 2018, Florianópolis. Anais [do] ENSUS 2018. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2018. v. I. p. 581-590.

Patentes e registros

ANDRADE, R. M.; PILLON, C. B.; NEUMANN, D.; CARVALHO, N. A.; CANDIDO, L. H. A.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P. FLIPNELO. 2017. Patente: Programa de Computador. Número do registro: 512017001678-0, data de registro: 22/12/2017, título: "**FLIPNELO**", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

RESUMO

ANDRADE, R. M. **Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos táteis para estudantes cegos no processo de ensino-aprendizagem de geometria espacial**. 2019. 194 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

Pessoas cegas possuem capacidades de desenvolvimento tanto quanto pessoas videntes. No âmbito das habilidades cognitivas, o desenvolvimento pode ocorrer num ritmo mais lento ou diferente, se comparado ao de pessoas típicas, porém ele ocorrerá desde que seja estimulado. No Brasil, o Censo Demográfico de 2010 mostrou que ao se observar um grupo de menor grau de instrução, quase uma entre três pessoas declarou ter deficiência, o que leva a perceber que a promoção do acesso, frequência e permanência de pessoas com deficiência em instituições de ensino é um desafio da educação nacional. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design integrada à Teoria de van Hiele, como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos táteis para estudantes cegos no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial. A metodologia de pesquisa utilizada se fundamenta na *Design Science Research* e se caracteriza como uma pesquisa de natureza exploratória, com abordagem qualitativa e finalidade descritiva. Como resultados, explicitam-se todo o desenvolvimento e avaliação dos artefatos que foram usados para a definição de requisitos de projeto, baseados na bibliografia estudada e também nos dados levantados por meio das entrevistas com os participantes da pesquisa (especialistas de projeto, professores de Matemática de sala de aula regular, professores de SIR/Visual e SIR da Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre e uma estudante cega). Os resultados obtidos podem auxiliar projetistas no processo de desenvolvimento e produção de recursos didáticos táteis que estejam em conformidade com as necessidades educacionais de estudantes cegos em contexto escolar.

Palavras-chave: Metodologia de Design. Tecnologia Assistiva. Cegueira. Ensino-aprendizagem. Geometria Espacial.

ABSTRACT

ANDRADE, R. M. **Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos táteis para estudantes cegos no processo de ensino-aprendizagem de geometria espacial.** 2019. 194 f. Dissertação (Mestrado em Design) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

Blind people have developmental skills as well as typical people. Within cognitive skills, development may occur at a slower or different rate compared to typical people, but it will occur as long as it is stimulated. In Brazil, the 2010 Population Census showed that by observing a lower education group, almost one in three people reported having a disability, which shows that promoting access, frequency and permanence of people with disabilities in institutions teaching is a challenge of national education. Thus, this paper aims to define requirements from a Design Methodology integrated with van Hiele's Theory, as a contribution to the process of producing tactile didactic resources for blind students in the teaching-learning process of Spatial Geometry. The research methodology used is based on Design Science Research and is characterized as an exploratory research, with qualitative approach and descriptive purpose. As a result, all the development and evaluation of the artifacts that were used for the definition of project requirements, based on the studied bibliography and also the data collected through the interviews with the research participants (project specialists, regular classroom math teachers, SIR/Visual and SIR teachers from the Porto Alegre Municipal Education Network and one blind student). The obtained results can help designers in the process of development and production of tactile didactic resources that are in accordance with the educational needs of blind students in the school context.

Keywords: Design Methodology. Assistive Technology. Blindness. Teaching-learning. Spatial Geometry.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Figura 1 | Categorização conforme o ano de produção das dissertações e teses. | 16 |
| Figura 2 | Categorias de Tecnologias Assistivas. | 17 |
| Figura 3 | Exploração tátil de objetos por meio de procedimentos exploratórios. | 44 |
| Figura 4 | Estágios do treinamento clássico. | 48 |
| Figura 5 | Variáveis gráficas táteis (pontuais, lineares e de área) propostas por Loch (2008). | 48 |
| Figura 6 | Representação gráfica de figura humana feita por uma criança cega congênita. | 51 |
| Figura 7 | Imagem de ressonância magnética funcional mostrando a ativação do Córtex Visual (V) quando um indivíduo cego realiza uma leitura Braille em comparação com um indivíduo vidente. | 52 |
| Figura 8 | Resumo esquemático do processo de desenvolvimento intelectual. | 56 |
| Figura 9 | Gira Braille e Reglete (respectivamente), recursos para ensino de leitura e escrita Braille. | 64 |
| Figura 10 | Plano Cartesiano de Metal. | 69 |
| Figura 11 | Design Science Research - etapas e saídas. | 80 |
| Figura 12 | Desenhador Braille. | 104 |
| Figura 13 | Verificação computacional de proporções dos objetos 3D: cubo (a) e esfera (b). | 121 |
| Figura 14 | Teste computacional de movimento de preensão de um esferoide. | 121 |
| Figura 15 | Corte teste em MDF (a) e corte final em Acrílico (b). | 122 |
| Figura 16 | Processo de impressão na 3DCloner do primeiro de três objetos. | 123 |
| Figura 17 | Coleção dos objetos geométricos tridimensionais impressos na Tiertime Up 3D Mini. | 123 |
| Figura 18 | Pesos e dimensões dos objetos produzidos para o Teste de Manuseio 1. | 124 |
| Figura 19 | Pesos e dimensões dos objetos produzidos para o Teste de Manuseio 2. | 124 |
| Figura 20 | Teste de Manuseio 1 (exploração tátil de objetos geométricos planos). | 129 |
| Figura 21 | Teste de Manuseio 2 (exploração tátil de objetos geométricos tridimensionais). | 131 |
| Figura 22 | Teste de Manuseio 3 (exploração tátil de objetos tridimensionais do cotidiano). | 132 |
| Figura 23 | Momento em que a Participante reconhece a semelhança entre objetos, por meio de sobreposição. | 134 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Quadro 1 | Modalidades sensoriais humanas, estímulos e órgãos receptores. | 41 |
| Quadro 2 | Classificação de Percepção nas modalidades sensoriais. | 42 |
| Quadro 3 | Relações entre conhecimento sobre objetos e procedimentos exploratórios. | 46 |
| Quadro 4 | Os quatro períodos que constituem os estádios de desenvolvimento. | 59 |
| Quadro 5 | Níveis de Compreensão. | 72 |
| Quadro 6 | Fases de Aprendizagem. | 73 |
| Quadro 7 | Procedimentos metodológicos para coleta de dados. | 82 |
| Quadro 8 | Artigos Seleccionados para Leitura Completa. | 88 |
| Quadro 9 | Panorama quantitativo da extensão da busca da RSL. | 89 |
| Quadro 10 | Avaliação dos Artigos por meio dos Critérios de Qualidade. | 90 |
| Quadro 11 | Relação de artigos seleccionados para comentários e discussão. | 91 |
| Quadro 12 | Relação de problemas, características levantadas e respectivas classificações que compõem as classes de problema. | 110 |
| Quadro 13 | Composição da proposição das questões referentes ao artefato para a resolução do problema. | 117 |
| Quadro 14 | Requisitos considerados no desenvolvimento, produção e avaliação do artefato. | 135 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|--------------|--------------------------------------------------|
| AEE | Atendimento Educacional Especializado |
| CEAPP | Centro Especial de Apoio Pedagógico e Produção |
| CME | Conselho Municipal de Educação |
| CNC | Controle Numérico Computacional |
| DV | Deficiente Visual |
| EJA | Educação de Jovens e Adultos |
| IBC | Instituto Benjamin Constant |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| MEC | Ministério da Educação |
| MHD | Modelo Humano Digital |
| NEE | Necessidades Educacionais Especiais |
| PcD | Pessoa com Deficiência |
| PIE | Pesquisas e Informações Educacionais |
| RME | Rede Municipal de Ensino |
| RSL | Revisão Sistemática da Literatura |
| SIR | Sala de Inclusão e Recursos |
| SMED | Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre |
| TA | Tecnologia Assistiva |
| UFRGS | Universidade Federal do Rio Grande do Sul |
| ViD | Laboratório Virtual Design |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 1.1 | Delimitação da Pesquisa | 20 |
| 1.2 | Problema | 20 |
| 1.3 | Hipótese | 20 |
| 1.4 | Objetivos | 21 |
| 1.4.1 | Objetivos Específicos | 21 |
| 1.5 | Justificativa | 21 |
| 1.6 | Estrutura Geral da Pesquisa | 23 |
| | | |
| 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 24 |
| 2.1 | Pessoa com Deficiência - Cegueira | 24 |
| 2.1.1 | Cegueira - Causas e Estatísticas | 25 |
| 2.1.2 | Diferenças Experienciais entre Cegos Congênitos e Cegos Adquiridos | 26 |
| 2.1.3 | Inclusão e Valorização da Diversidade no contexto escolar | 30 |
| 2.1.3.1 | Legislação | 32 |
| 2.1.3.2 | Lei de Inclusão | 33 |
| 2.1.3.3 | Estatuto da Criança e do Adolescente | 34 |
| 2.1.3.4 | Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre - Resolução 013/2013 | 34 |
| 2.1.4 | Tecnologia Assistiva | 36 |
| 2.2 | Percepção Sensorial de Objetos Tridimensionais no geral e para Cegos | 40 |
| 2.2.1 | Definição e Tipos de Percepção Sensorial | 40 |
| 2.2.2 | Percepção Tátil de Objetos Tridimensionais | 42 |
| 2.2.3 | Propriedades da Superfície dos Materiais | 46 |
| 2.2.4 | Propriedades Geométricas | 48 |
| 2.2.5 | Construção visual por meio de construção de imagem mental | 49 |
| 2.3 | Processo de Ensino-aprendizagem | 53 |
| 2.3.1 | Processo de Desenvolvimento Intelectual, Aprendizagem e Construção do Conhecimento | 55 |
| 2.3.2 | Relação Professor e Aluno | 61 |
| 2.3.3 | O processo de ensino-aprendizagem de geometria focado no aluno cego | 64 |
| 2.3.4 | Recursos de ensino que podem ser utilizados para possibilitar a construção de modelos mentais | 67 |
| 2.4 | Teoria de van Hiele | 70 |

| | | |
|----------|---------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.5 | Metodologia de Design | 74 |
| 3 | METODOLOGIA DE PESQUISA | 78 |
| 3.1 | Delineamento | 78 |
| 3.2 | Método de Trabalho | 80 |
| 3.2.1 | Coleta de Dados | 81 |
| 3.2.2 | Participantes da Pesquisa | 83 |
| 4 | DESENVOLVIMENTO | 84 |
| 4.1 | Revisão Sistemática da Literatura | 84 |
| 4.2 | Identificação dos Artefatos e Configuração das Classes de Problemas | 99 |
| 4.2.1 | Identificação dos Artefatos | 99 |
| 4.2.1.1 | Situação do ensino-aprendizagem de Geometria Espacial na RME-POA | 99 |
| 4.2.1.2 | Dinâmica de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial para cegos | 102 |
| 4.2.2 | Configuração das Classes de Problemas | 110 |
| 4.3 | Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico | 111 |
| 4.4 | Projeto do Artefato Selecionado | 119 |
| 4.5 | Desenvolvimento do Artefato | 122 |
| 4.6 | Avaliação do Artefato | 125 |
| 4.7 | Explicitação das Aprendizagens | 134 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES | 137 |
| 5.1 | Sugestões para trabalhos futuros | 141 |
| | REFERÊNCIAS | 142 |
| | ANEXOS | 154 |
| | APÊNDICES | 169 |

1. INTRODUÇÃO

Indivíduos cegos possuem capacidades de desenvolvimento tanto quanto indivíduos videntes possuem, diferindo principalmente na velocidade com a qual esse processo se dá (ARGYROPOULOS, 2002). Como exemplo, pode ser citado o fato de que habilidades cognitivas se desenvolvem num ritmo mais lento ou de modo diferente em crianças cegas em comparação a crianças videntes (WARREN, 1984), mas o desenvolvimento ocorrerá de qualquer forma, desde que seja estimulado. No entanto, a correta compreensão dessa deficiência implica em atentar para suas relações com a realidade social na qual a pessoa com deficiência se encontra, bem como a história na qual está inserida. O que não varia, e exige reconhecimento, é o fato de que as pessoas cegas possuem os mesmos direitos que pessoas videntes, no que diz respeito ao gozo de uma vida social autônoma e saudável.

No âmbito do acesso à educação, se faz necessário o desenvolvimento de recursos didáticos que sejam apropriados às suas necessidades de aprendizado, respeitando suas limitações e seu ritmo, e procurando explorar ao máximo suas habilidades relacionadas a audição e principalmente ao tato (MÁXIMO, 2010; FERREIRA *et al.*, 2010; BORGES e PEREIRA, 2018). Nesse caso, espera-se que professores e educadores da rede pública de ensino estejam aptos a intermediar o ensino-aprendizagem não apenas a alunos videntes, mas também aos cegos e/ou com severas deficiências visuais, diminuindo assim a necessidade de as famílias recorrerem aos sistemas de ensino privado, e garantindo o que está previsto no Estatuto da Criança e do Adolescente (LEI Nº 8.069, DE 13 DE JULHO DE 1990), que assegura no Artigo 4º que é dever da família, da comunidade, da sociedade em geral e do poder público assegurar, com absoluta prioridade, a efetivação dos direitos referentes à vida, à saúde, à alimentação, à educação, ao esporte, ao lazer, à profissionalização, à cultura, à dignidade, ao respeito, à liberdade e à convivência familiar e comunitária.

No que diz respeito à ampliação e facilitação do acesso à educação, vale ressaltar que recursos gráficos podem ser amplamente explorados, pois são eficazes quando a intenção é a produção de superfícies sensíveis ao toque, projetadas para comunicar conteúdos a indivíduos cegos. No entanto, geralmente os acabamentos especiais são recursos de alto custo em se tratando de produção de materiais impressos (ROTH *et al.*, 2000). Dessa forma, o que pode ser visto atualmente é que alunos videntes desfrutam de uma ampla e variada gama de opções de recursos didáticos e paradidáticos,

enquanto alunos cegos ou com severas deficiências visuais estão à mercê da capacidade criativa de seus professores e educadores (MÁXIMO, 2010), que de forma artesanal e, às vezes autônoma, desenvolvem recursos que cumprem a função de compensar a falta da visão, explorando recursos táteis para tornar acessível os conteúdos que estão abordando.

Segundo dados do último Censo Demográfico (IBGE, 2010), 23,9% da população brasileira apresentou alguma deficiência dentre os tipos pesquisados (visual, auditiva, motora e mental). Os números variam entre os Estados, mas a deficiência visual foi a mais recorrente, atingindo 35,8 milhões de pessoas. Desse total, 18,8% possuem algum tipo de dificuldade para enxergar, mesmo com o uso de óculos e lentes de contato. A quantidade de indivíduos com deficiência visual severa foi de 6,6 milhões, sendo que 506,3 mil eram cegos.

Em comparação com dados levantados no ano 2000, o número registrado de indivíduos com deficiência visual aumentou consideravelmente (IBGE, 2000). Em 2000 foram registrados 147 mil indivíduos cegos e 2,4 milhões com grande dificuldade para enxergar, enquanto em 2010 foram constatados 6,6 milhões, representando um aumento de aproximadamente 63%. Os 4,2 milhões de novos indivíduos com deficiência visual severa representam um aumento de quase três vezes em apenas 10 anos.

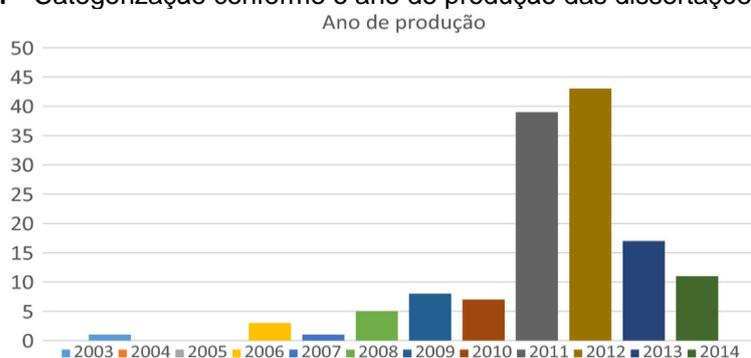
Das pessoas com 15 anos de idade ou mais, que não possuíam instrução ou apenas três anos de estudo, 32,9% eram pessoas com alguma deficiência. A diferença mais significativa está relacionada aos indivíduos com 1º grau completo ou oito anos de estudo, com o percentual de pessoas com alguma deficiência caindo para 10% (IBGE, 2010). Esses dados indicam que no grupo de menor grau de instrução, aproximadamente uma em três pessoas possuía alguma deficiência, enquanto no grupo dos que concluíram o 1º grau, somente uma em cada dez pessoas apresentou algum tipo de incapacidade ou limitação.

Levando-se em consideração que a deficiência visual ocupa o primeiro lugar na classificação dos tipos de deficiência pesquisados, o acesso, frequência e permanência de indivíduos com algum tipo de deficiência em instituições regulares de ensino representa um desafio para a educação nacional. Conforme apontam Kasper *et al.* (2008), no período de 2003 a 2005, houve um aumento significativo no número de matrículas de alunos com alguma deficiência na rede pública de ensino, o que

demonstra a necessidade de desenvolvimento de políticas e ações em prol da inclusão desses alunos nas instituições regulares de ensino, principalmente em termos de organização espacial e pedagógica. Tais instituições passam a ser parte de um cenário a ser explorado a fim de conhecer e compreender quais são os fatores que intervêm no mesmo, procurando ao mesmo tempo identificar possíveis lacunas que podem ser preenchidas.

Em relação à produção do conhecimento em Tecnologia Assistiva no Brasil, Braccialli (2016) observa que houve maior preocupação com essa temática a partir de 2011, ao analisar dissertações e teses no período de 2003 a 2014 (Figura 1).

Figura 1 - Categorização conforme o ano de produção das dissertações e teses.

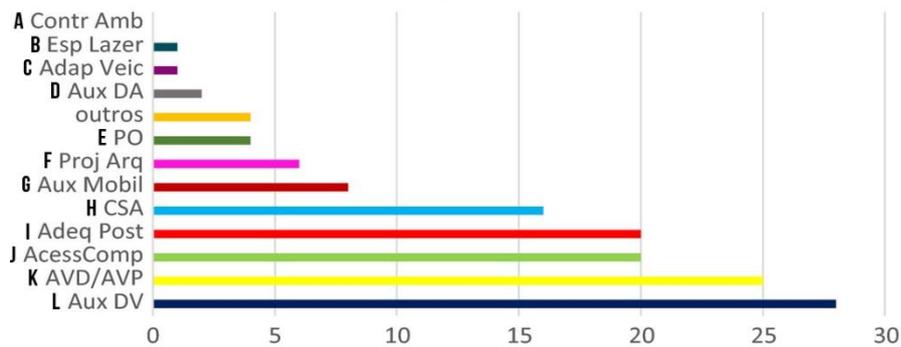


Fonte: Braccialli (2016, p 1015).

Braccialli (2016) destaca que entre 2011 e 2012 foi o período de maior produção de dissertações e teses com essa temática, e ainda chama a atenção para a importância de ser considerado o fato de que o termo Tecnologia Assistiva apareceu (de forma oficial) no Brasil somente em 2007 (BRASIL, 2007a).

A respeito da categoria de Tecnologia Assistiva, Braccialli (2016) aponta para a predominância de pesquisas com foco na qualificação da habilidade visual e também recursos para ampliação da informação para pessoas com baixa visão ou cegas, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Categorias de Tecnologias Assistivas.
Categorias de TA



LEGENDA:

A Sistemas de Controle de Ambiente; B Recursos para o Esporte e Lazer; C Adaptações Veiculares e em ambientes de acesso ao veículo; D Auxílios para ampliação da habilidade auditiva e para autonomia na comunicação de pessoas com déficit auditivo, surdez e surdo-cegueira; E Próteses e Órteses; F Projetos Arquitetônicos para Acessibilidade; G Auxílios de Mobilidade; H Comunicação Suplementar ou Aumentativa; I Adequação Postural; J Recursos de acessibilidade ao computador; K Auxílios para vida diária e prática; L Auxílios para qualificação da habilidade visual e recursos que ampliam a informação a pessoas com baixa visão ou cegas

Fonte: adaptado de Braccialli (2016, p.1016).

Outra questão importante é a do processo de ensino-aprendizagem, que antes de se constituir como um tipo de relação institucional ou escolar, é uma relação humana. Conforme apontado por Brait *et al.* (2010), apesar de as relações humanas serem complexas, elas são de fundamental importância na realização comportamental e profissional dos indivíduos. Portanto, analisar a relação que se estabelece entre professores e alunos envolve não apenas intenções, mas também interesses, já que a educação, do ponto de vista comportamental, é uma das fontes mais importantes do desenvolvimento humano, ao mesmo tempo que atua como elemento agregador de valores nos indivíduos (BRAIT *et al.*, 2010).

Ferracioli (1999) destaca que Jean Piaget interessou-se pela inteligência humana, considerando-a tão natural como a de qualquer outra estrutura orgânica, diferindo apenas no fato de ser mais dependente do meio. Conforme Ferracioli (1999), Piaget afirmou que o motivo residia no fato de que a inteligência é algo que depende do meio para que seja construída, em decorrência das trocas que ocorrem entre os organismos e o meio, e tudo isso através da ação. Dessa forma, é importante ressaltar a importância da relação que existe entre professor e aluno no processo de ensino-aprendizagem, e que essa relação é um dos elementos mais importantes para a construção do conhecimento.

No contexto de ensino-aprendizagem, a área de interesse deste trabalho é a Matemática, que é vista como um dos grandes vilões de estudantes do ensino fundamental e médio (ANDRADE, 2014). Se isso se dá por questões culturais ou se é

reflexo de um sistema de ensino que se pauta em modelos ultrapassados ou não tão eficazes, não é o foco da presente pesquisa. Se o processo de aprendizagem de Matemática representa um desafio para alunos videntes, o desafio se intensifica quando se trata de alunos cegos (SILVA e LEIVAS, 2013; RODRIGUES e SALES, 2018). Conforme Cunha e Enumo (2003) essa dificuldade é ainda maior para os cegos congênitos, pois apresentam uma lacuna na apreensão dos estímulos em decorrência da ausência da percepção visual, representando uma dificuldade real em comparação aos cegos adquiridos.

No campo da Matemática, percebe-se que se faz necessário o desenvolvimento de recursos didáticos e paradidáticos que auxiliem indivíduos cegos no processo de ensino e aprendizado em Geometria Espacial.

Após uma pesquisa prévia sobre as opções de recursos didáticos disponíveis para o ensino-aprendizagem de Geometria Espacial focados em alunos cegos, foi possível perceber que são poucas as opções, sendo que as encontradas contemplam outros campos da Matemática, como a Geometria Plana, por exemplo. Presume-se então que seja necessário um esforço em relação ao desenvolvimento e produção de ferramentas de ensino-aprendizagem, principalmente para uso na rede pública de ensino. Entende-se que tais ferramentas devem capacitar professores e educadores ao mesmo tempo em que promovem a autonomia dos alunos, estimulando assim o progresso do seu desempenho, embora a deficiência seja uma realidade que demanda atenção e tratamento diferenciado, devido às limitações que podem surgir.

Conhecer e compreender as necessidades, desafios, dificuldades e limitações de alunos cegos pode auxiliar profissionais do Design no desenvolvimento e produção de recursos didáticos acessíveis e que explorem as capacidades sensoriais desses alunos, sem no entanto, excluir alunos típicos (KULPA, 2009). Recursos tecnológicos como impressoras Braille, leitores de tela de computador e sintetizadores de voz são algumas das opções utilizadas para adaptação e criação de recursos didáticos e conteúdos informacionais, porém existem outros recursos que podem ser explorados a partir da superfície com a qual o aluno interage através do tato, por exemplo.

A respeito do Design e de como essa área do conhecimento pode contribuir para que soluções inovadoras promovam a resolução de problemas contemporâneos inseridos em algum contexto da vida cotidiana, cabe apontar para um de seus atributos mais

expressivos: sua natureza interdisciplinar. E a interdisciplinaridade, como aponta Alvarenga *et al.* (2011, p.20), "apresenta-se, a partir de 1960, como uma importante precursora não somente na crítica, mas, sobretudo, na busca de respostas aos limites do conhecimento simplificador, dicotômico e disciplinar da ciência moderna ou clássica". Além da busca pela integração entre conhecimento e humanização da ciência, os autores ainda ressaltam que ela também parte da premissa básica de que o indivíduo deve ser considerado como o centro de sua proposta. Dessa forma, a interdisciplinaridade se torna um saber complexo e agregador. E embora possa ser dito que o Design é uma disciplina, também pode ser dito que enquanto atividade projetual, ele se inclui na categoria de abordagem interdisciplinar (KISTMANN, 2014, p.87).

Assim, ao propor uma abordagem interdisciplinar em Design, é necessário que haja o entendimento do contexto cultural, construções sociais e suas implicações nas ciências e tecnologias. Essas esferas de conhecimento não devem ser tratadas de forma isolada, pois estão relacionadas entre si e estão inseridas em uma estrutura de valores referentes ao grupo social no qual estão, assim como condições físicas (de organismo e espaço), de recursos econômicos e políticos (LEIS, 2011). Tais demandas apontam para a questão do levantamento de requisitos para o desenvolvimento de produtos para esse público específico, ao mesmo tempo em que apontam para o fato de eles serem fundamentais para o desenvolvimento e produção de recursos didáticos a partir da perspectiva do processo de Design.

Nesse contexto, o presente trabalho investiga quais são os requisitos fundamentais que podem ser utilizados no desenvolvimento de recursos didáticos táteis para ensino-aprendizagem de Geometria Espacial, a partir das necessidades das partes envolvidas nesse âmbito (estudantes cegos, professores e projetistas), contribuindo dessa forma para que haja uma promoção da inclusão e valorização da diversidade social no contexto da educação, por meio de soluções propostas pelo Design. Como aporte educacional referente ao contexto de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial, o Modelo gerado pela Teoria de van Hiele (1986) é um recurso que pode contribuir para solução do processo de desenvolvimento, produção e até mesmo de avaliação de recursos didáticos táteis. A Teoria, que também é conhecida como Modelo de Aprendizagem de Geometria, apresenta níveis e fases relacionados ao raciocínio e também à aprendizagem de conceitos geométricos.

1.1 Delimitação da Pesquisa

Este trabalho se delimita aos recursos didáticos utilizados no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial, adaptados ou não, utilizados por estudantes cegos da Rede Municipal de Ensino (RME) de Porto Alegre, que representa o recorte espacial (delimitação geográfica) de interesse deste trabalho. São considerados os alunos cegos (congênitos ou adquiridos) envolvidos no processo de aprendizagem e também os professores diretamente envolvidos no processo de ensino. Os recursos didáticos que são considerados como foco de estudo para o trabalho são aqueles que estão em uso na RME e também aqueles que não são usados, mas que podem apresentar potencial para implantação e uso futuro, com foco nas necessidades de aprendizagem desse público com deficiência visual. Quanto ao recorte temporal (delimitação temporal), será considerado um período do ano letivo de 2019, contemplando estudantes cegos nos anos finais (6º ano em diante) do ensino fundamental da RME.

1.2 Problema

Como requisitos de projeto podem auxiliar no desenvolvimento de recursos didáticos táteis que contribuam no contexto do processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial de estudantes cegos em contexto escolar?

1.3 Hipótese

O processo de Design integrado à Teoria de van Hiele (aporte educacional) pode auxiliar na definição de requisitos de projeto para a produção de recursos didáticos táteis para o processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial de estudantes cegos em contexto escolar.

1.4 Objetivos

O objetivo principal deste estudo é definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design integrada à Teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos táteis para estudantes cegos em contexto escolar, no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial.

1.4.1 Objetivos Específicos

1. Conhecer a atual situação do ensino-aprendizagem de Geometria Espacial focada em estudantes cegos no Brasil, para levantar informações gerais sobre o panorama geral desse contexto.
2. Conhecer a atual situação do ensino-aprendizagem de Geometria Espacial focada em estudantes cegos da Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre, para entender como tem se dado o processo de ensino especial.
3. Conhecer a dinâmica de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial voltadas para estudantes cegos, para levantar critérios a respeito desse processo, do ponto de vista do professor.
4. Levantar parâmetros técnicos (ergonômicos, instrucionais e de materiais) para auxiliar no estabelecimento de requisitos de projeto, para nortear o processo de definição de requisitos.
5. Identificar quais são as necessidades, percepções motoras e sensoriais e como se dá o processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial, do ponto de vista de estudantes cegos, para levantar critérios a respeito da interação com recursos didáticos.

1.5 Justificativa

Com base no Censo de 2010 citado na contextualização, a deficiência visual é a mais expressiva dentre as deficiências pesquisadas no Brasil, totalizando 35,8 milhões de pessoas, somando as que apresentam algum tipo de dificuldade para enxergar, as que possuem deficiência visual severa e as que são cegas (considerando cegueira congênita e adquirida).

No estado do Rio Grande do Sul aproximadamente 3,12% da população declarou possuir deficiência total ou parcial de visão. Na capital Porto Alegre, a população residente que declarou ser deficiente visual e não conseguir ver de modo algum foi de 28.748 pessoas, enquanto o número que declarou ter grande dificuldade para ver foi de 323.137 (IBGE, 2010).

Apesar de não representar uma porção muito expressiva da população, essa parcela de indivíduos necessita atenção específica para que possa se desenvolver e levar uma vida comum como qualquer indivíduo típico. O problema é que essa parcela vive num contexto social e urbano criado por indivíduos videntes, o que muitas vezes é um elemento dificultador no processo de desenvolvimento dos indivíduos que não possuem o pleno desempenho de suas funções de visão.

O desenvolvimento de projetos embasados em conceitos da Tecnologia Assistiva e com foco nos indivíduos cegos nos anos finais do ensino fundamental (6º ano em diante) pode significar uma contribuição real para a promoção da melhoria do cenário atual no que diz respeito ao ensino de Matemática na rede pública de ensino, pontuando o fato de que "não existem métodos ou instruções consolidadas no Brasil para que guie o designer a gerar um projeto inclusivo" (ADAM; CALOMENO, 2012, p.212).

Apoiados em resultados de pesquisas na área de educação Matemática, Shimomura, Hvannberg e Hafsteinsson (2013) apontam para a necessidade de criação de novos modelos de ensino de geometria. Os autores afirmam que deveria ser dada maior ênfase à exploração de objetos tridimensionais como uma forma de complementar recursos tecnológicos computacionais, pois se reconhece que a pesquisa em geometria tridimensional no ambiente de realidade virtual é de grande necessidade para auxiliar o desenvolvimento das habilidades espaciais dos alunos.

Com base no histórico exposto de inclusão, o presente trabalho se firma sobre o princípio de que promover e ampliar o acesso de deficientes visuais aos recursos didáticos com conteúdo adaptado pode representar uma real contribuição no processo de ensino-aprendizagem no contexto escolar, promovendo inclusão social e uma provável elevação da autoestima. Dessa forma, é possível afirmar que a realização deste trabalho também se justifica por sua relevância social quando trata da valorização e respeito à diversidade humana, e se justifica por sua relevância científica por objetivar

a proposição de requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial.

1.6 Estrutura geral da pesquisa

O **Capítulo 1** apresenta a contextualização da pesquisa, com informações gerais sobre as áreas de interesse relacionadas aos temas de interesse, delimitação, problema, hipótese e objetivos de pesquisa, e ainda apresenta a justificativa para o desenvolvimento da mesma.

O **Capítulo 2** apresenta a Fundamentação Teórica, que traz embasamento sobre as bases teóricas que estão diretamente relacionados ao presente trabalho, como: dados e informações a respeito da Pessoa com Deficiência, mais especificamente a cegueira; Tecnologias Assistivas; Percepção Sensorial de Objetos Tridimensionais; Processo de Ensino-aprendizagem; Teoria de van Hiele e Metodologia de Design.

O **Capítulo 3** aborda a Metodologia de Pesquisa com informações quanto ao delineamento da pesquisa, método de trabalho com as etapas da pesquisa, e também os procedimentos metodológicos para coleta e análise de dados, que serão utilizados para que os Objetivos (geral e específicos) do presente trabalho sejam alcançados. Ao final desse capítulo se encontra o cronograma de desenvolvimento do trabalho.

O **Capítulo 4** apresenta todo o Desenvolvimento da pesquisa, conforme as etapas propostas pela *Design Science Research*.

O **Capítulo 5** traz a Explicitação das Aprendizagens e as Conclusões do trabalho, sendo essas as etapas finais propostas pela *Design Science Research*.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A seguir serão apresentados estudos que tratam de assuntos referentes ao tema deste trabalho. Os mesmos foram selecionados por meio de duas revisões de literatura, sendo que uma delas foi do tipo sistemática. A primeira reuniu autores conforme citações mais recorrentes, leituras e trabalhos relacionados ao tema da presente pesquisa. A segunda, a Revisão Sistemática da Literatura, selecionou trabalhos por meio de definição de *string* e busca em portal de conteúdo acadêmico e científico. Em relação à Revisão Sistemática da Literatura, os critérios de busca, exclusão e inclusão estão disponíveis no **Apêndice A**.

Os dois primeiros itens do presente capítulo apresentam conteúdos relacionados à Pessoa com Deficiência (PcD) visual, cegueira, nos quais constam desde informações básicas quanto à deficiência, como possíveis causas e dados oficiais (estatísticas), até informações referentes à percepção sensorial de objetos tridimensionais, e também legislações referentes à questão da inclusão, direitos das crianças e adolescentes e também traz elementos da Resolução pela qual o Conselho Municipal de Educação (CME) de Porto Alegre - RS normatiza as matérias de sua competência. O terceiro item apresenta conceitos e dados relacionados ao processo de ensino-aprendizagem na educação regular e na especial. O quarto item apresenta a Teoria de van Hiele e o quinto e último item discorre a respeito da Metodologia de Design, que para este trabalho é mais que um componente básico para o desenvolvimento da pesquisa, mas também uma base na qual se fundamenta a hipótese levantada para a resolução do problema de pesquisa.

2.1 Pessoa com Deficiência - Cegueira

Neste tópico do trabalho serão abordadas temáticas a respeito da pessoa cega. Então são apresentadas causas e estatísticas referentes a essa deficiência, diferenças experienciais que podem ser observadas entre cegos congênitos e cegos adquiridos, dados históricos e informações sobre inclusão e valorização da diversidade em contextos escolares. Para embasar a questão da inclusão, são apresentados dados oficiais a respeito de legislações que asseguram os direitos das pessoas com deficiência, nos âmbitos familiar, social e educacional (de forma geral e também

específica, relacionada à Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre). Por fim, estão dispostas definições e informações pertinentes a este trabalho, dentro do contexto de Tecnologia Assistiva.

2.1.1 Cegueira - Causas e Estatísticas

A cegueira, do ponto de vista da deficiência visual, pode ser caracterizada como cegueira congênita ou adquirida (TOSIM *et al.*, 2008). A cegueira congênita é detectada antes ou durante o nascimento, mas também pode se manifestar até os primeiros cinco anos de idade, enquanto a cegueira adquirida pode ocorrer em qualquer momento de vida (ALMEIDA e ARAÚJO, 2013).

A cegueira congênita pode se manifestar desde o nascimento até os cinco anos de idade, já que a maturação visual se aperfeiçoa nessa faixa etária, ou seja, é nessa fase que a acuidade visual infantil se iguala à adulta (ORMELEZI, 2006). A perda de visão até essa idade, segundo a mesma autora, significa a impossibilidade de retenção de imagens visuais, pois a criança não poderá ter uma memória visual para suas construções mentais.

A cegueira congênita se dá por meio de três formas: condições genéticas (atrofia óptica, catarata congênita, distrofias retinianas hereditárias, glaucoma congênito, microftalmia e retinoblastoma), adquirida no período intrauterino (citomegalovírus, distúrbios metabólicos, exposição tóxica a álcool, fumo, drogas, medicamentos ou radiação, rubéola e toxoplasmose) ou adquirida no período extrauterino (asfixia intraparto, hemorragia intracraniana, oftalmia neonatal como conjuntivite, retinopatia da prematuridade) (BRITO e VEITZMAN, 2000).

Existem dois tipos possíveis de cegueira adquirida, a súbita e a progressiva (ALMEIDA e ARAÚJO, 2013), sendo que a perda da visão pode ocorrer por diferentes causas, diversas formas e em diferentes faixas etárias. Existem casos em que a cegueira é causada por determinadas doenças que atingem o aparelho ocular, como em casos que envolvem catarata, glaucoma, distrofias periféricas e centrais, problemas orgânicos como diabete ou até mesmo síndromes neurológicas que lesam o nervo óptico. Nesses casos a cegueira é do tipo adquirida progressiva. Quando a cegueira é ocasionada por

acidentes, então é o tipo adquirida súbita, e pode ocorrer em qualquer idade (BRITO e VEITZMAN, 2000).

Segundo dados do Censo de 2010 divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Brasil o percentual da população que apresentou pelo menos um dos tipos de deficiência investigados (visual, auditiva, motora e mental), em 2010 foi de 23,9%, representando 45,6 milhões de pessoas. A diferença em relação aos dados do Censo de 2000, que apresentou a porcentagem de 14,3% de pessoas com deficiência, se deve ao fato de ter havido um aprimoramento metodológico no processo de captação de informações (IBGE, 2010).

A deficiência visual foi a mais recorrente, sendo citada por 35,8 milhões de pessoas (18,8%) que declararam possuir dificuldade para enxergar mesmo com o uso de óculos ou lentes de contato. Já a deficiência visual severa, referente às pessoas que declararam possuir grande dificuldade para enxergar ou que não conseguiam enxergar de modo algum, foi citada por 6,6 milhões de pessoas, sendo que dessa parcela, 506,3 mil eram cegas (IBGE, 2010). Do percentual de 23,9% da população que declarou algum tipo de deficiência, a visual apresentou maior ocorrência, conforme a Cartilha do Censo 2010 (BRASIL, 2012, p.6).

Em Porto Alegre - RS, de 1.246.317 habitantes com idade igual ou superior a 10 anos, a parcela com deficiência visual foi dividida da seguinte forma: 6.020 pessoas não conseguem ver de modo algum, 37.055 pessoas possuem grande dificuldade para ver, e 206.729 pessoas possuem alguma dificuldade para ver (IBGE, 2010a).

Conhecer essas temáticas a respeito dos tipos e causas de cegueira, bem como das estatísticas levantadas pelo IBGE, proporciona uma noção ampla dos contextos fisiológico e social no qual o público-alvo deste trabalho está inserido. Também traça o panorama da situação dessa deficiência no âmbito nacional, considerando que esses dados oficiais foram levantados há aproximadamente 10 anos.

2.1.2 Diferenças Experienciais entre Cegos Congênitos e Cegos Adquiridos

Pessoas cegas desde o nascimento não são iguais àquelas que adquiriram essa condição ao longo de suas vidas (GONZÁLEZ, 2007), mas em ambas as condições

essas pessoas são frequentemente privadas de oportunidades de convívio social e até familiar, da vida escolar, do exercício profissional e de atividades de cultura e lazer (CUNHA e ENUMO, 2003). Para González (2007) o fato de cegos congênitos e cegos adquiridos não serem iguais, faz com que suas limitações pessoais e suas aprendizagens sejam, da mesma forma, completamente diferentes, dado o fato de suas cargas memoriais serem construídas também de formas diferentes.

Dessa forma se faz necessário considerar se o sujeito foi acometido por uma cegueira congênita ou adquirida, pois:

Os sujeitos com deficiências visuais são heterogêneos, se levarmos em conta duas características importantes: por um lado, o resíduo visual que possuem, e por outro, o momento de aquisição de sua deficiência, pois um sujeito cego de nascimento não é igual àquele que adquire essa condição ao longo da vida. Em função desse momento, seus condicionantes pessoais e sua aprendizagem serão totalmente diferentes (GONZÁLEZ, 2007, p.102).

Amiralian (2003) atua na área da psicologia humana, e afirma que ao déficit físico ou funcional do indivíduo, somam-se vivências provenientes de interações permeadas pela condição de deficiência e também de seu significado no ambiente ao redor, o que permite afirmar que a deficiência é uma condição constituinte e estruturante do ser humano que a tem, e, assim sendo, possui diferenças qualitativas em relação aos indivíduos com condições orgânicas diferentes (sendo deficientes ou típicos). Almeida e Araújo (2013) levantaram a hipótese de que existem diferenças qualitativas nas experiências de pessoas que nascem com essa condição e as que a adquirem ao longo da vida, partindo do pressuposto de que no caso de cegueira congênita o indivíduo obtém conhecimento por meio de experiências que envolvem todos os sentidos, menos a visão. O que difere da cegueira adquirida, pois nesse caso o indivíduo teve experiências que envolviam a visão em algum momento de sua vida.

A condição de cegueira adquirida causa, em decorrência da privação do sentido visão, uma ruptura nos padrões que já vinham sendo instituídos sobre comunicação, mobilidade, exercício de trabalho e lazer, e também dos sentimentos a respeito de si próprio, podendo representar uma experiência inevitavelmente traumática (ALMEIDA e ARAÚJO, 2013). Essa ruptura em decorrência da perda da visão é compreendida por Martins (2006) como uma dimensão de sofrimento pessoal, eminentemente corporal, que não é totalmente apreensível na relação com elementos sociais e que o autor chama de angústia da transgressão corporal. O autor diz que a angústia da transgressão corporal faz referência à vulnerabilidade que se mostra num corpo falho,

que transgride as referências de existência do indivíduo e de sua percepção a respeito do seu modo de ser e estar no mundo. Ainda conforme apontamentos do autor, a centralidade da angústia da transgressão corporal emerge de duas diferentes densidades fenomenológicas. Uma é a angústia da transgressão corporal (relacionada às ansiedades existenciais e corporais), e a outra, que é a relevante para o presente trabalho, se refere à sensibilidade analítica que acolhe a experiência de pessoas que passam ou passaram por uma perda, gradual ou súbita, de visão ao longo de suas vidas.

Em relação às pessoas cegas congênitas, Martins (2006) diz que na vida dessas pessoa inexistente a experiência da perda de visão, não existe a ideia de mundo prejudicado em relação ao que pode ser apreendido, não existe constrangimento em relação às formas de desempenhar tarefas e que também não existe qualquer tipo de confronto com tarefas que se tornaram impossíveis de serem feitas. Assim sendo, para cegos congênitos não há a experiência de ruptura (como há para os indivíduos que passaram por processo de perda de visão), nem submissão à necessidade de alteração completa no seu modo de ser e viver. No entanto é importante ressaltar que:

[...] pessoas que já nasceram cegas têm uma noção do lapso que as separa de quem vê, um lapso que é actualizado quotidianamente na comparação com os outros, e na percepção das facilidades que a visão permite na apreensão de elementos da realidade e na execução de algumas tarefas – elementos não separáveis das formas de organização social vigentes (MARTINS, 2006, p.162).

Para as pessoas que nasceram cegas, as privações e limitações decorrentes da sua condição são conhecidas à medida que se relacionam com pessoas videntes, fazendo com que o déficit sensorial seja atualizado nas pessoas cegas, cada vez que estiverem diante de uma situação que as prive de algo (MARTINS, 2006).

Ormelezi (2000) desenvolveu um estudo a respeito dos processos de formação de conceitos em indivíduos cegos congênitos, abordando ideias do psicólogo soviético Vygotsky sobre o campo de conhecimento acerca da cegueira, e apresenta o fato de que o autor foca na importância da compreensão de outra ordem, a sociopsicológica. Conhecido por ter iniciado estudos sobre a teoria do desenvolvimento cultural e biossocial humano, Vygotsky (1993) traz a ideia de que as possibilidades que compensariam para cegos congênitos são definidas por meio dos significados e relações estabelecidas no mundo ao seu redor, a partir de sua condição física, da

resposta social ocasionada pela cegueira em si e também pelo comportamento do indivíduo frente a novas situações no ambiente no qual está inserido.

Para Vygotsky (1993) a cegueira não se trata exclusivamente da ausência da visão, pois demanda uma total reestruturação do organismo como um todo, criando assim um novo padrão de personalidade, já que refaz e forma a mente do indivíduo, estimulando novas forças e reorientando o desenvolvimento da psique, tudo isso num processo orgânico e criativo. Assim sendo, a cegueira proporciona um novo estilo de vida, dando origem a novas habilidades e fazendo com que a estrutura orgânica e suas respectivas funções se reorganizem de forma singular, conforme Almeida e Araújo (2013).

A capacidade de desenvolvimento é uma atribuição inerente ao ser humano, o que iguala as posições de pessoas com deficiência e pessoas típicas. A diferença reside principalmente na velocidade com a qual ocorre esse desenvolvimento. Conforme Warren (1984), as habilidades cognitivas se desenvolvem de forma diferente ou em ritmo mais lento em crianças cegas quando comparado ao ritmo de crianças videntes. No entanto o desenvolvimento ocorrerá desde que seja estimulado.

Fica claro, conforme apontamentos dos autores supracitados, que existem diferenças experienciais entre indivíduos cegos congênitos e cegos adquiridos, e que essas diferenças são, em grande parte, fundamentadas no fato de que suas experiências de mundo, suas interações e suas construções de memória são desenvolvidas de formas diferentes. Sabendo da clara diferença quanto a experiências entre pessoas com deficiência visual e pessoas típicas e adicionando a essa realidade o fato de que existem também diferenças experienciais entre indivíduos cegos congênitos e cegos adquiridos, fica nítido que a forma de lidar com esses indivíduos em ambientes familiares, educacionais e sociais requer o uso de recursos efetivos. Quanto ao âmbito educacional, que é o foco do presente trabalho, a forma de lidar com alunos cegos congênitos não pode ser a mesma usada para lidar com alunos cegos adquiridos, dado o fato de que esses indivíduos possuem cargas memoriais construídas de formas diferentes, o que os permite realizar construções mentais também diferentes.

2.1.3 Inclusão e Valorização da Diversidade no contexto escolar

A discussão sobre meios que podem viabilizar a inclusão escolar, social, cultural, econômica ou digital representa o reconhecimento da lógica intrinsecamente excludente que se faz presente nos modos de organização e produção social (MATISKEI, 2004). Nesse contexto, é dever do Estado viabilizar caminhos que conduzam à superação de obstáculos presentes na esfera social, que tendem a distanciar parcelas excluídas do acesso a bens e serviços públicos, e no caso da inclusão escolar, do pleno direito à educação (MATISKEI, 2004).

Conforme aponta Dorziat (2013, p.989), a proposta de inclusão "[...] determina que as pessoas com deficiência sejam inseridas, desde cedo, no sistema regular de ensino, transformando as escolas especiais em instituições de suporte". No entanto o que se vê é que pessoas com deficiência foram, historicamente, excluídas do ensino regular, ficando restritas a categorias educacionais segregadas, como escolas especiais ou classes especiais em escolas regulares (DORZIAT, 2013).

No Brasil, a primeira ação visando garantir aos cegos o direito à cidadania foi a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje conhecido como Instituto Benjamin Constant (IBC). O Instituto idealizado por José Álvares de Azevedo e criado pelo então imperador D. Pedro II por meio do Decreto Imperial n.º 1.428, de 12 de setembro de 1854, foi inaugurado em setembro de 1854 no Rio de Janeiro, e foi pioneiro na educação especial da América Latina. O IBC expandiu sua esfera de atuação ao longo dos anos e atualmente é mais que uma escola que atende indivíduos com deficiência visual (desde cegos, surdo-cegos, pessoas com baixa visão e deficiência múltipla), é também um centro de referência no país no que diz respeito a questões relacionadas à deficiência visual, oferecendo capacitação profissional e também assessoramento a instituições públicas e privadas na área da deficiência visual, além de trabalhar na reabilitação de pessoas que perderam ou estão passando pelo processo de perda de visão. (INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT, 2016).

De forma geral, pessoas com deficiência tendem a se sentir descriminalizadas no contexto social, e isso em decorrência de dois aspectos: o primeiro é a legislação, que instituída para proteger a PcD, acaba denominando essas pessoas como frágeis e até mesmo inferiores. O segundo aspecto é o desrespeito e até mesmo a indiferença por

parte de pessoas típicas, por não compartilharem das mesmas necessidades das pessoas com deficiência (BRUMER, PAVEI e MOCELIN, 2004).

No contexto da educação inclusiva Viginheski *et al.* (2014, p.905) dizem que "a diferença, a heterogeneidade, a diversidade são reconhecidas e respeitadas". Essa fala está em conformidade com Camargo e Nardi (2008), que anos antes, em trabalho sobre o uso de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual, afirmaram que no contexto da inclusão as diferenças individuais são reconhecidas e aceitas, formando a base para o desenvolvimento de uma abordagem pedagógica inovadora. E uma abordagem pedagógica que seja inovadora não permite que haja exclusão ou segregação de nenhuma forma, promovendo a participação efetiva de todos os alunos, típicos ou com deficiência (RODRIGUES, 2003). E essa participação efetiva, segundo Camargo e Nardi (2008), é aquela que oportuniza, ao aluno com deficiência, plenas e reais condições de atuação. Os autores ainda trazem a noção de que a participação efetiva pode atuar como um parâmetro em relação a ocorrência ou não de inclusão, ao mesmo tempo que evidencia quais são as reais necessidades educacionais dos alunos com deficiência.

No âmbito do respeito e promoção da diversidade, e do estabelecimento de direitos em relação ao exercício da cidadania que visam o desenvolvimento do Estado como um todo, o Ministério da Educação propôs em 2001 Diretrizes Nacionais para a Educação Especial e Educação Básica, por meio das quais afirma:

A construção de uma sociedade inclusiva é um processo de fundamental importância para o desenvolvimento e a manutenção de um Estado democrático. Entende-se por inclusão a garantia, a todos, do acesso contínuo ao espaço comum da vida em sociedade, sociedade essa que deve ser orientada por relações de acolhimento à diversidade humana, de aceitação das diferenças individuais, de esforço coletivo na equiparação de oportunidades de desenvolvimento, com qualidade, em todas as dimensões da vida. Como parte integrante desse processo e contribuição essencial para a determinação de seus rumos, encontra-se a inclusão social (BRASIL, 2001, p.20).

A Educação Inclusiva, conforme Viginheski *et al.* (2014), é aquela que alcança todos os tipos de pessoas, independentemente de suas origens culturais ou sociais, assim como independente de suas condições físicas, promovendo igualdade no acesso ao conhecimento, ao desenvolvimento, à construção de identidade e, da mesma forma, ao pleno exercício da cidadania.

2.1.3.1 Legislação

De forma geral, além de assegurar os direitos das pessoas com deficiência, o foco da legislação é a promoção de uma vida social mais saudável e autônoma, através da ampliação (ou facilitação) do acesso à educação e também da qualificação para o mercado de trabalho, que sintetizam os direitos e garantias fundamentais inerentes aos cidadãos. A necessidade de inclusão de pessoas com deficiência na sociedade impulsionou a elaboração de políticas e leis com foco na criação de programas, produtos e serviços voltados ao atendimento das necessidades dessas pessoas. O Brasil, conforme aponta Adam e Calomeno (2012), possui uma das melhores legislações do mundo voltadas para a pessoa com deficiência.

No Brasil o Programa de Inclusão de Pessoa com Deficiência da Presidência da República possui legislação que, composta por Normas Constitucionais, Leis Federais e Decretos, regem os direitos da pessoa com deficiência. Conforme publicado no portal da Presidência da República, atualmente existem 3 Normas Constitucionais, 33 Leis Federais e 19 Decretos em vigor (BRASIL, [s.d.]). Nesse contexto, foi criada a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008), que tem como um de seus grandes marcos, o fato de alunos com necessidades educacionais especiais passarem a ser matriculados em escolas regulares. Com relação à inclusão de alunos cegos, em decorrência de suas características específicas, se faz necessário o uso de materiais e recursos de ensino adequados que possam suprir a impossibilidade de visualização de objetos.

Para atender alunos com algum tipo de deficiência, o Ministério da Educação (MEC) tem investido em salas de recursos multifuncionais, e por meio da Portaria Normativa nº 13 de 24 de abril de 2007, dispõe que essas salas constituem um espaço organizado com Tecnologia Assistiva (TA), equipamentos de informática, materiais pedagógicos e mobiliário adaptado para que sejam atendidas as necessidades educacionais especiais dos alunos com deficiência (BRASIL, 2007).

De forma mais específica, o que será utilizado como marco teórico normativo para o presente trabalho serão a Lei de Inclusão e o Estatuto da Criança e do Adolescente no âmbito nacional, e também a Resolução 13, da Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre (SMED), no âmbito regional. A Lei, o Estatuto e a Resolução serão

abordados de forma mais detalhada nos próximos três tópicos do presente trabalho, trazendo o foco para o contexto da educação.

2.1.3.2 Lei de Inclusão

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência) é destinada a assegurar e promover, em termos de igualdade, o exercício dos direitos e também das liberdades fundamentais das pessoas com deficiência, com vistas à sua inclusão social e pleno exercício de sua cidadania (BRASIL, 2015). A referida Lei considera que pessoas com deficiência são aquelas que têm algum impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, que em associação com uma ou mais barreiras, pode ser uma obstrução de sua plena e efetiva participação na sociedade, em termos de igualdade de condições com as demais pessoas, com ou sem deficiência.

O Capítulo 5 da Lei de Inclusão trata do direito à educação, no qual está disposto que a educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurando um sistema educacional que seja inclusivo em todos os níveis de aprendizado, objetivando alcançar o máximo possível de desenvolvimento dos talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais do indivíduo, respeitando suas características, interesses e também necessidades de aprendizagem. Dispõe em parágrafo único no Artigo 27, que:

É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação (BRASIL, 2015).

O Artigo 28 do Capítulo 5 trata de todas as incumbências do poder público, elencando 18 itens que o mesmo é responsável por assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar. Desses itens, 16 são aplicáveis obrigatoriamente às instituições privadas, de qualquer nível e modalidade de ensino.

A inclusão escolar, conforme aponta Queiroz (2015) é um assunto que deve ser tratado com prioridade pelo poder público, que é o responsável pela definição, regência e aplicação de políticas educacionais, seja no âmbito nacional, estadual ou municipal, pois em cada instância governamental existem necessidades de atuação na área, de acordo com a legislação vigente.

2.1.3.3 Estatuto da Criança e do Adolescente

Visando a proteção integral de crianças e adolescentes, o Estatuto considera que crianças, para efeitos desta lei, são pessoas com até 18 anos de idade incompletos, e adolescentes são aquelas entre 11 e 18 anos de idade (BRASIL, 1990). No Capítulo 4 do Estatuto estão informações a respeito do direito à educação, à cultura, ao esporte e ao lazer. No Artigo 53 está disposto que crianças e adolescentes têm direito à educação, objetivando o pleno desenvolvimento de sua pessoa, preparo para o exercício da cidadania e também qualificação para atuação profissional. O Artigo 54 dispõe, no inciso III, que é dever do Estado assegurar o atendimento educacional especializado às pessoas com deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino.

2.1.3.4 Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre - Resolução 013/2013

A Resolução CME/PoA nº 013/2013 dispõe sobre as diretrizes relacionadas à Educação Especial no âmbito do Sistema Municipal de Ensino de Porto Alegre, na perspectiva da educação inclusiva. A Rede Municipal de Ensino (RME) regular é composta por escolas de Educação Infantil, escolas de Ensino Fundamental, escola de Ensino Fundamental de Surdos Bilíngue, Centro de Educação de Trabalhadores, escola de Ensino Médio e escola de Educação Básica SMED (2013).

A Resolução aponta para o fato de a educação inclusiva constituir um paradigma educacional que tem seu fundamento em concepções de direitos humanos, conjugando igualdade e diferença como valores inseparáveis, tendo como argumentos básicos:

- reconhecer que todos podem aprender;
- reconhecer e respeitar as diferenças de idade, sexo, gênero, etnia, língua, deficiência, classe social, condições de saúde ou diferenças de qualquer outra natureza;
- organizar estruturas, sistemas e metodologias de ensino, de modo que permitam atender às necessidades de todos;
- reconhecer que a educação inclusiva é parte de uma estratégia mais abrangente para promover uma sociedade inclusiva;
- reconhecer que a educação inclusiva é um processo dinâmico, e está em evolução constante.

Os estudantes com Necessidades Educacionais Especiais (NEE) aos quais a Resolução se refere são os que apresentam algum tipo de deficiência ou impedimento de longo prazo de natureza física, intelectual, sensorial ou múltipla, incluindo os estudantes cegos e surdos. Outra ocorrência que acomete os estudantes com NEE são os transtornos globais do desenvolvimento, infringindo alterações qualitativas nas interações sociais e na comunicação com um repertório de interesses e atividades restrito, estereotipado e repetitivo; nesse grupo se incluem estudantes com autismo, síndromes do espectro do autismo e psicoses. Ainda são incluídos nesse grupo de estudantes com NEE, aqueles com altas habilidades/superdotação, que apresentam potencial para desenvolver habilidades acima da média, comprometimento com a tarefa e alto nível de criatividade em uma ou mais áreas do saber ou do fazer.

Aos estudantes da educação especial de todas as etapas da Educação Básica deve ser garantido o Atendimento Educacional Especializado (AEE) e também deve ser disponibilizado um conjunto de serviços, de recursos e de estratégias específicas que favoreçam seu processo de escolarização. O AEE deve ser oferecido pela SMED, podendo ser de forma contínua, concomitante, complementar e também suplementar, sendo oferecido a todos os estudantes do Ensino Fundamental e Médio, da mesma forma que deve ser oferecido às crianças matriculadas na Educação Infantil da RME e também nas escolas e instituições da Educação Infantil conveniadas.

Para o atendimento complementar e suplementar, existem as Salas de Inclusão e Recursos (SIR)¹, com professores com formação e/ou especialização em educação especial. A utilização das SIR é ofertada como parte do AEE no ensino fundamental comum, acessível a todas as crianças, adolescentes, jovens e adultos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento, altas habilidades/superdotação matriculadas nas escolas da RME. A Resolução ainda afirma, no Artigo 17, que:

As Salas de Integração e Recursos devem ser estruturadas de forma a atender as especificidades de cada estudante, compreendendo SIR, SIR Visual, SIR Surdos, SIR Altas-habilidades/superdotação e SIR PTE - Programa de Trabalho Educativo (SMED, 2013, p.5).

No âmbito da educação escolar de deficientes visuais e cegos, a Resolução afirma que deve ser garantido o atendimento na SIR Visual para os estudantes em idade escolar e

¹ Conforme informações obtidas durante a fase de Coleta de Dados (Capítulo 4 deste trabalho), a equipe de pesquisa foi informada, por integrantes da SMED-POA, que a nomenclatura correta adotada pelo Município a partir de 2019, passou a ser Sala da Inclusão e Recursos.

da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Também deve ser garantido o atendimento na Educação Visual Precoce para as crianças da educação infantil pública da rede conveniada, assegurando que:

Devem estar previstas atividades de desenvolvimento tátil, aprendizagem do Sistema Braille, uso do Soroban, uso de recursos tecnológicos, atividades de orientação e mobilidade e a adaptação de materiais e recursos pedagógicos (SMED, 2013, p.6).

Tratar da questão da inclusão e valorização da diversidade no contexto escolar vai além da necessidade de compreender questões pontuais da pessoa com deficiência, já que essa questão aponta para tópicos de maior complexidade, visto que a plena inclusão demanda uma série de adaptações procedurais e espaciais. Procedurais no sentido de abordagens sociais e espaciais no sentido de adaptações de ambientes e acesso a ambientes e mobiliários, por exemplo.

Nesse sentido, é importante que se dê atenção às leis que garantem os direitos das pessoas com deficiência e em fase escolar, em âmbito nacional e também local, já que este trabalho se delimita geograficamente ao contexto de alunos com deficiência visual matriculados na Rede Municipal de Ensino.

2.1.4 Tecnologia Assistiva

De acordo com a *Assistive Technology Act* (1998) e Verza *et al.* (2006), Tecnologia Assistiva compreende qualquer item adquirido comercialmente (podendo ser parte de equipamento ou equipamento assistivo), modificado ou personalizado, que é usado com a finalidade de melhorar o desempenho da capacidade funcional de uma pessoa com deficiência.

De forma mais ampla, a Tecnologia Assistiva faz referência a um campo científico que visa pesquisa, planejamento, criação e utilização de equipamentos e/ou dispositivos que potencializam a funcionalidade da PcD na realização de uma ou mais atividades (MELLO *et al.*, 2004; ROCHA e CASTIGLIONI, 2005). Portanto a Tecnologia Assistiva promove a compensação do déficit funcional e sensorial de pessoas com deficiência ou limitação, permitindo que essas pessoas obtenham o máximo de independência possível (VERZA *et al.*, 2006). No Brasil a definição de Tecnologia Assistiva apresentada pelo Comitê de Ajudas Técnicas consiste em:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2007a, linhas 29 a 33).

Conforme aponta Leite (2016), atualmente existem sete classes diferentes de Tecnologia Assistiva: adaptações cognitivas, adaptações no meio ambiente (residencial, escolar, laboral e público), adaptações que facilitam o acesso ao computador, adaptações veiculares, adequação postural em cadeiras de rodas, comunicação alternativa (suplementar ou aumentativa) e equipamentos usados para esporte e recreação. Todas as classes citadas representam focos de pesquisas e intervenções clínicas, o que justifica os crescentes avanços tecnológicos que impactam diretamente no desenvolvimento de aparatos assistivos.

Assim como existem sete classes diferentes de Tecnologia Assistiva, existem sete aspectos que devem ser levados em consideração no processo de desenvolvimento de adaptações assistivas, conforme apontado por Hohmann e Cassapian (2011). São eles:

[...] análise da atividade, assimilação do problema, conhecimento dos princípios de compensação, sugestões de solução, pesquisa de recursos alternativos para a resolução do problema, manutenção periódica da adaptação e treino da adaptação na atividade (HOHMANN; CASSAPIAN, 2011, p.11).

De acordo com Araújo (2007), o termo adaptação, no âmbito da Terapia Ocupacional, faz referência às modificações que são feitas no ambiente, tarefa ou método, que têm por objetivo a potencialização da funcionalidade do indivíduo, ao mesmo tempo que promovem um maior grau de independência no desempenho de suas atividades.

Ainda conforme apontamentos de Hohmann e Cassapian (2011) a avaliação do potencial de inclusão do indivíduo nas Atividades de Vida Diária é um aspecto importante e que deve ser considerado no processo de implementação de adaptações, para que seja possível mensurar o grau de independência proporcionado por elas e também para que possa orientar possíveis modificações que podem ser feitas em outros contextos.

Recursos de Tecnologia Assistiva podem ser de baixa ou alta tecnologia, sendo que as adaptações que são propostas e implementadas se enquadram em duas categorias. Adaptações que se enquadram na categoria de baixa tecnologia (ou de baixo custo) são

chamadas de *low-tech* e compreendem equipamentos e/ou dispositivos destinados ao auxílio nas Atividades de Vida Diária, enquanto as adaptações que se enquadram na categoria de alta tecnologia (ou de alto custo), chamadas de *high-tech*, compreendem equipamentos e/ou dispositivos que demandam o uso de tecnologias avançadas no seu processo de desenvolvimento e produção (TEIXEIRA e OLIVEIRA, 2007).

Segundo Braccialli (2016), no meio acadêmico a temática passou a ser mais abordada em dissertações e teses produzidas no Brasil a partir de 2011, com:

[...] uma predominância de estudos descritivos, desenvolvidos no mestrado, com foco na descrição de uso de tecnologias disponíveis ou no desenvolvimento de produto, porém sem a análise de usabilidade e sem a preocupação com uma abordagem multidisciplinar. Houve uma predominância de estudos sobre auxílios para pessoas com baixa visão ou cegas, auxílios para vida diária e prática, e adequação postural, poucos estudos sobre auxílios para pessoas com deficiência auditiva e recursos para o esporte e lazer e a inexistência de estudos sobre sistemas de controle de ambiente (BRACCIALLI, 2016, p.1014).

Braccialli (2016) ressalta que a predominância de estudos que envolviam o desenvolvimento de produtos pode ter relação com a política de incentivo à pesquisa básica e aplicada, que inclusive oferece recursos para o desenvolvimento de produtos, processos ou serviços, demonstração de conceitos, prototipagem e aprimoramento tecnológico voltados à Tecnologia Assistiva. A respeito das categorias de Tecnologia Assistiva, Braccialli (2016) aponta para a predominância de estudos focados em auxílios ligados à habilidade visual e também em recursos de ampliação de informação para pessoas com baixa visão ou cegas.

A Portaria Normativa nº 13/2007 regulamentou a criação do Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais, sendo que foram instituídos 2 tipos de Salas, que se diferenciam pela composição dos materiais utilizados no atendimento aos alunos com deficiência. "As salas de tipo 2 são [...] complementadas por recursos de Tecnologia Assistiva, destinados ao atendimento educacional especializado para estudantes com deficiência visual ou cegueira" (QUEIROZ, 2015, p.27). Braccialli (2016) considera que esse modelo esteja atuando como incentivo ao desenvolvimento de estudos a respeito de Tecnologia Assistiva focados em pessoas com deficiência visual.

No âmbito da Tecnologia Assistiva existem diversas ferramentas e recursos que podem ser utilizados com a finalidade de tornar conteúdos acessíveis a pessoas com deficiência visual. Antes de citar qualquer ferramenta ou recurso, é importante citar o

Sistema Braille, que é reconhecido como um meio auxiliar de integração e inclusão de indivíduos cegos em diferentes contextos, sobretudo no social (VIGINHESKI *et al.*, 2014). E conforme apontado por Louis Braille, um jovem cego que idealizou, em 1825, um Sistema com o intuito de suprir necessidades de comunicação de pessoas com deficiência visual:

O acesso à comunicação, no mais amplo sentido, é acesso ao conhecimento, e este é vitalmente importante para nós não continuarmos sendo menosprezados e dependentes das pessoas que enxergam. Nós não precisamos de piedade nem de ser lembrados que somos vulneráveis. Precisamos ser tratados com igualdade – e a comunicação é a forma de realizar isto (BRAILLE, 18-- *apud* BIRCH, 1993, p.7).

O acesso à comunicação é, dessa forma, uma espécie de garantia de um tratamento igualitário.

Em seu estudo a respeito da contribuição de um modelo de cores na usabilidade de interfaces computacionais focadas em usuários de baixa visão, Kulpa (2009) apresenta alguns recursos tecnológicos que podem ser usados por deficientes de baixa visão, sendo que alguns deles também cumprem a função de promover acessibilidade a pessoas cegas. Os recursos tecnológicos apresentados pela autora foram: ampliadores de tela, sistemas de saída de voz, leitores de tela de computador, dispositivos de saída em Braille, reconhecedores de voz e lupa eletrônica para televisão ou lupa eletrônica manual. Conforme a autora, o uso de Tecnologia Assistiva vem se mostrando como uma estratégia de fundamental importância no processo de promoção da inclusão de usuários com deficiência visual no ambiente digital e também social, compreendendo essa solução como um meio para tal, não como um fim em si.

A Tecnologia Assistiva representa avanços em direção a promoção e elevação do desempenho e da capacidade funcional de pessoas com deficiência. Conhecer questões históricas e conceituais relacionadas a esse campo científico traz embasamento para este trabalho, ao mesmo tempo em que é possível tomar conhecimento de recursos tecnológicos que podem e/ou são utilizados no processo de inclusão de pessoas com deficiência visual, não apenas em ambientes digitais.

2.2 Percepção Sensorial de Objetos Tridimensionais no geral e para Cegos

Para haver compreensão a respeito do processo de percepção sensorial de objetos tridimensionais, tanto para pessoas cegas quanto para pessoas típicas, é preciso partir de questões básicas, como definição e tipos de percepção sensorial, que podem possibilitar um melhor entendimento da questão da percepção tátil de objetos tridimensionais. Enquanto propriedades da superfície dos materiais e propriedades geométricas fornecem importantes informações sobre o processo de exploração por meio do tato, principalmente, o processo de construção visual por meio de construção de imagem mental abarca todos esses conteúdos citados, e lança luz sobre a forma como indivíduos cegos percebem objetos ao seu redor, e também como percebem o ambiente no qual estão inseridos.

2.2.1 Definição e Tipos de Percepção Sensorial

Conforme Porto (2002), indivíduos cegos possuem percepção própria do mundo, e o processo como se dá essa percepção é igual ao de qualquer outro indivíduo. Segundo a autora essa percepção individual se baseia em experiências acumuladas ao longo da vida do indivíduo, diferindo apenas no fato de que o deficiente visual constrói esse mundo sem o auxílio da percepção visual.

Segundo o Dicionário Eletrônico Houaiss (2009), o termo "percepção" possui certa variabilidade de significados, em decorrência de suas diferentes definições em diferentes áreas do conhecimento, e originalmente deriva do latim "perceptivo", que significa "compreensão, faculdade do perceber". O mesmo termo, porém do ponto de vista da Psicologia, é definido como o processo de organização e interpretação de dados sensoriais apreendidos (sensações), para que se desenvolva a consciência do ambiente que cerca o indivíduo e também ele próprio, e dessa forma a percepção implica interpretação (DAVIDOFF, 1989). Nas palavras da autora, "a percepção é um processo completo que depende tanto do mundo que nos cerca, como de quem percebe" (DAVIDOFF, 1989, p.145)². Dorin (1984) conceitua o termo como sendo um procedimento pelo qual o indivíduo compreende o que é externo a ele. Conforme aponta

² Tradução livre da autora. *La percepción es un proceso complejo que depende tanto del mundo que nos rodea, como de quien percibe.* (DAVIDOFF, 1989, p.145)

o autor, a percepção “é um processo pelo qual tomamos consciência imediata dos objetos e fatos e de suas relações num dado contexto ambiental” (DORIN, 1984, p.163). Na mesma linha de raciocínio, Dias *et al.* (2016) concluíram que a percepção se trata sempre de uma interpretação pessoal de um evento externo.

Silva *et al.* (2015) apontam que a percepção é resultante de um processo psicológico através do qual o indivíduo interpreta informações e atribui algum tipo de sentido a elas, após serem apreendidas por meio de suas modalidades sensoriais.

Do ponto de vista fisiológico, segundo Lent (2010), "a percepção começa quando uma forma qualquer de energia incide sobre as interfaces situadas entre o corpo e o ambiente, sejam elas externas (na superfície corporal) ou internas (nas vísceras)" (LENT, 2010, p.184). Nessas interfaces, segundo o autor, estão localizadas as células que são capazes de traduzir a linguagem do ambiente para a linguagem do Sistema Nervoso: os receptores sensoriais. E são esses receptores que definem os sentidos (ou modalidades sensoriais): visão, audição, sensibilidade corporal (somestesia), olfação (olfato) e gustação (paladar). O Quadro 1 apresenta cada uma das modalidades e seus respectivos órgãos receptores e estímulos. Lent (2010) define que somestesia se trata da "percepção do corpo através do tato, dos movimentos corporais, da posição dos membros no espaço, da temperatura e da dor" (LENT, 2010, p.180).

Quadro 1 - Modalidades sensoriais humanas, estímulos e órgãos receptores.

| MODALIDADE | SUBMODALIDADE | ESTÍMULO ESPECÍFICO | ÓRGÃO RECEPTOR |
|-------------------|-----------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
| VISÃO | Todas | Luz | Olho |
| AUDIÇÃO | Todas | Vibrações mecânicas do ar | Ouvido |
| SOMESTESIA | Tato | Estímulos mecânicos | - |
| | Sensibilidade térmica | Calor e frio | - |
| | Dor | Estímulos mecânicos, térmicos e químicos intensos | - |
| | Propriocepção | Movimentos e posição estática do corpo | Fuso muscular, órgão tendinoso |
| | Interocepção | Múltiplos estímulos | - |
| OLFATO | - | Substâncias químicas voláteis | Nariz |
| PALADAR | Todas | Substâncias químicas | Boca |

Fonte: adaptado de Lent (2010, p.189).

Legge *et al.* (2008) destacam que a presença e a condição do indivíduo são aspectos relevantes no que diz respeito à percepção de estímulos, pois o indivíduo dispõe de diferentes tipos de percepção que podem se adequar às informações recebidas. E são essas informações que auxiliam no processo de organização de representações do mundo ao redor. Os autores classificaram percepção em sete diferentes modalidades sensoriais: percepção visual, percepção auditiva, percepção olfativa, percepção gustativa, percepção tátil, percepção temporal e percepção espacial. Silva *et al.* (2015) apresentam essas sete modalidades conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação de Percepção nas modalidades sensoriais.

| PERCEPÇÃO | CARACTERÍSTICAS |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VISUAL | Se dá por meio de raios luminosos detectados pelo sistema visual. Se caracteriza pela percepção de formas, relações espaciais, cores, intensidades luminosas e movimentos. |
| AUDITIVA | Se dá por meio de sons captados pelos ouvidos, e se baseia na percepção de timbres, alturas e frequências, assim como da intensidade sonora e rítmica. Está diretamente ligada à percepção temporal. |
| OLFATIVA | Se dá por meio de odores sentidos pelo nariz, pertinente ao paladar durante alimentação. |
| GUSTATIVA | Se dá por meio de sabores detectados pela língua e está associada à sensação de prazer. |
| TÁTIL | Se dá por meio do contato com a pele. Apresenta a maior sensibilidade na identificação de estímulos. |
| TEMPORAL | Se dá por meio de durações e ordens temporais, produção de ritmos e simultaneidade. Está relacionada à Percepção Auditiva. |
| ESPACIAL | Se dá por meio da detecção de distâncias entre objetos; consiste na conjugação da percepção auditiva, visual e temporal. |

Fonte: adaptado de Silva *et al.* (2015, p.412).

2.2.2 Percepção Tátil de Objetos Tridimensionais

Argyropoulos (2002) considera que a base da interpretação por meio do tato é a combinação de exploração da superfície e movimentos, e essa interpretação produz a formulação de modelos mentais complexos que, de acordo com a Teoria Cognitiva (ROCK, 1983), são chamados de percepção. Memórias, suposições e decisões são construídas com base na estimulação tátil (ARGYROPOULOS, 2002). A percepção, associada à modalidade sensorial tátil, é uma ação por contato com finalidade de sentir (através da luz, de sons, odores e sabores) (SILVA *et al.*, 2015). Ao observar de forma ampla, percebe-se a necessidade de o presente trabalho ter apresentado conceitos

referentes às modalidades sensoriais, visando promover maior compreensão de aspectos que podem influenciar na percepção de indivíduos cegos.

Citando Lederman e Klatzky (2009), Silva *et al.* (2015) abordam questões relacionadas ao tato, que é o primeiro sentido a se desenvolver no ser humano. Esse sentido corresponde ao sistema sensorial somático, composto por uma variedade de terminações nervosas situadas por todo o corpo, responsáveis pelo processamento de diferentes tipos de estímulos. Do ponto de vista da pessoa com deficiência, Argyropoulos (2002) ressalta a importância da observação detalhada do desempenho tátil, pois a percepção tátil é a primeira e também a mais importante fonte usada por crianças com deficiência visual para obtenção de informações. A precisão com a qual os seres humanos podem se localizar corporalmente é primeiramente afetada por resoluções espaciais da pele, que por sua vez é influenciada por diversos fatores, desde questões relacionadas ao corpo em si, até idade e repertório de experiências visuais (LEDERMAN e KLATZKY, 2009). Ainda quanto ao tato, é importante destacar que:

O tato pode fornecer informações a respeito de eventos iguais ou similares no ambiente (como relações espaciais) quanto a visão fornece, porém o tato difere em grande parte da visão, particularmente em sua maneira sucessiva de fornecer informações e em sua discriminação menos detalhada sobre o campo espacial (WARREN, 1984, p.144).³

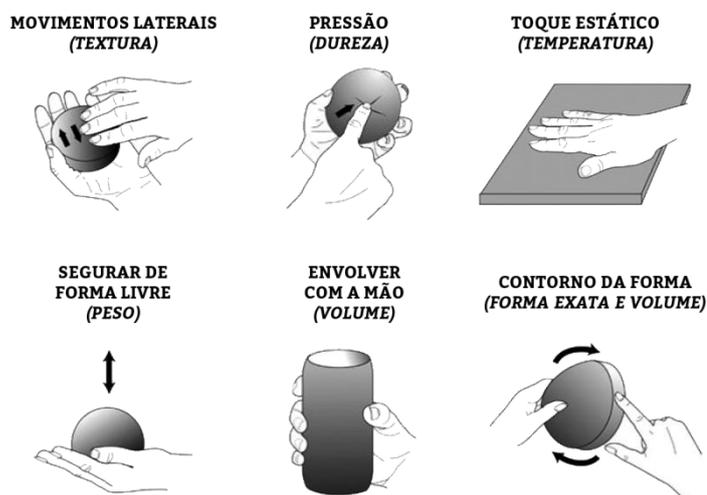
Conforme conceitos e informações a respeito das modalidades sensoriais humanas, estímulos e órgãos receptores, apresentados por Lent (2010), a percepção tátil se dá por meio de sensações, em resposta a estímulos que incidem sobre as interfaces situadas entre o corpo e o ambiente, sejam elas externas (na superfície corporal) ou internas (nas vísceras). Interfaces externas são também conhecidas como exteroceptivas e são as que fornecem informações a respeito do ambiente externo. Interfaces internas são conhecidas como interoceptivas, e são as que transmitem informações a respeito de funções internas (SILVA *et al.*, 2015). As sensações exteroceptivas são compostas por quatro tipos de sensações: dor, sensação térmica, pressão e sentido proporcional, e correspondem ao termo somestesia, que se refere à sensibilidade corporal (LENT, 2010).

³ Tradução livre da autora. *Touch may provide information about the same or similar events in the environment (such as spatial relations) that vision does, but touch differs in major ways from vision, particularly in its successive manner of delivering information and in its far less detailed discrimination of the spatial field (WARREN, 1984, p.144).*

A percepção tátil de objetos tridimensionais se dá por meio do reconhecimento das propriedades materiais. As principais propriedades dos materiais, segundo Lederman e Klatzky (2009), pertencem à textura superficial, configuração e qualidades térmicas. Propriedades geométricas geralmente compreendem forma e tamanho. O peso, conforme as autoras, é uma propriedade híbrida que pode se referir ao material com o qual o objeto foi feito (por exemplo, a densidade) e também à sua estrutura (por exemplo, o volume). O tamanho pode ser medido usando métricas como área, perímetro e volume, por exemplo. A respeito de forma, as autoras afirmam ser uma propriedade difícil de caracterizar. Lederman e Klatzky (2009) ainda apontam para o fato de que as “pesquisas psicofísicas e neurocientíficas aprofundaram nossa compreensão a respeito de como o sistema perceptivo alcança a representação dessas propriedades, dadas as captações sensoriais” (LEDERMAN e KLATZKY, 2009, p.1442)⁴.

Do ponto de vista da exploração manual para percepção tátil, Lederman e Klatzky (2009) afirmam que deve ficar claro que a percepção tátil das propriedades da superfície e também do objeto está diretamente ligada à natureza do contato. As autoras apresentam um padrão de movimentos típicos para cada um dos procedimentos exploratórios (Figura 3), que permitem descrever o objeto e suas propriedades.

Figura 3 - Exploração tátil de objetos por meio de procedimentos exploratórios.



Fonte: adaptado de Lederman e Klatzky (2009, p.1446).

⁴ Tradução livre da autora. [...] *psychophysical and neuroscientific research have deepened our understanding of how the perceptual system achieves a representation of these properties, given the sensory inputs* (LEDERMAN; KLATZKY, 2009, p.1442).

Em seguida estão apresentadas informações complementares sobre cada um dos procedimentos exploratórios, com base nos estudos de Lederman e Klatzky (2009):

- Movimentos laterais (textura): movimentos laterais entre a pele e a superfície do objeto, o mesmo que esfregar. Os dedos se movimentam para trás e para frente (no movimento de esfregar) numa área da superfície do objeto;
- Pressão (dureza): se dá por meio da aplicação de força normal (torque) em uma parte do objeto, enquanto a outra parte se mantém estabilizada ou se aplica uma força oposta;
- Toque estático (temperatura): ocorre quando um objeto é tocado externamente e a mão repousa passivamente sobre a superfície;
- Segurar de forma livre, com a palma da mão (peso): o objeto é mantido na mão sem nenhum esforço ou qualquer superfície ou suporte externo;
- Envolver com a mão (volume): a mão mantém contato com a maior área possível da superfície do objeto, numa forma de esforço para moldar a mão aos contornos do objeto;
- Contorno da forma (forma exata e volume): é um procedimento exploratório dinâmico no qual a mão contorna o objeto de forma suave e não repetitiva e acompanhando o segmento (o contorno) do objeto, interrompendo ou alterando a direção quando o contorno termina ou quando a superfície não é uniforme (homogênea);
- Teste de movimento parcial (movimento parcial): realização de um movimento parcial ao mesmo tempo em que se aplica força na peça enquanto a mesma permanece estática ou com aplicação de força contrária na porção restante do objeto;
- Teste de função (função específica): execução de movimentos que representam funções reais.

O Quadro 3 apresenta uma síntese das características invariáveis e típicas que são usadas para determinar se um procedimento exploratório foi executado com o objeto associado, conforme Lederman e Klatzky (1987, p.345).

Quadro 3 - Relações entre conhecimento sobre objetos e procedimentos exploratórios.

| CONHECIMENTO SOBRE O OBJETO | PROCEDIMENTO EXPLORATÓRIO |
|-----------------------------------------------|----------------------------|
| Propriedades relacionadas ao material: | |
| Textura | Movimentos laterais |
| Dureza | Pressionar |
| Temperatura | Tocar (de forma estática) |
| Peso | Segurar de forma livre |
| Propriedades relacionadas à estrutura: | |
| Peso | Segurar de forma livre |
| Volume | Envolver com a mão |
| Contorno da forma | Envolver |
| Forma exata | Contornar a forma |
| Propriedades funcionais: | |
| Movimento parcial | Teste de movimento parcial |
| Função específica | Teste de função |

Fonte: adaptado de Lederman e Klatzky (1987, p.345).

Conforme Silva *et al.* (2010), sensações são definidas como uma sequência de fenômenos psíquicos que são resultantes da ação de estímulos externos que incidem sobre os órgãos dos sentidos. Podem se caracterizar como externas ou internas e refletem aspectos perceptíveis encontrados em objetos do ambiente externo ao corpo, portanto faz-se necessária a promoção da compreensão das propriedades da percepção tátil (SILVA *et al.*, 2015). De forma geral as propriedades referentes à percepção tátil, com base em Lederman e Klatzky (2009), podem ser divididas entre propriedades dos materiais e propriedades geométricas, e são extremamente relevantes no processo de reconhecimento de objetos por meio de exploração tátil dos cegos, principalmente os congênitos.

2.2.3 Propriedades da Superfície dos Materiais

A superfície, conforme visto em Silva *et al.* (2015), se caracteriza pela disposição de um conjunto de pontos que fazem com que o objeto se diferencie do ambiente externo a ele. Textura superficial, configuração e qualidades térmicas são as principais propriedades superficiais dos materiais (LEDERMAN e KLATZKY, 2009).

- Textura superficial: “A textura percebida da superfície pode ser caracterizada, por exemplo, em termos de rugosidade, viscosidade, lisura ou atrito” (LEDERMAN e KLATZKY, 2009, p.1442)⁵. Rugosidade é um atributo que pode ser adicionado a um objeto ou pode ser uma característica intrínseca, e é uma das principais formas de comunicar conteúdos às pessoas com deficiência visual. Entretanto é necessário ponderação no uso desse atributo, pois se usado com exagero, causa excesso de informação (o que seria equivalente à poluição visual para videntes) e sensação tátil com ruídos;
- Configuração: também chamada de dureza, pode ser percebida por meio de pressão manual. A dureza é o atributo que diz sobre a resistência do material e sua possível durabilidade. Das três propriedades superficiais, é a de menor relevância para o presente trabalho;
- Qualidades térmicas (temperatura): a percepção se dá por meio do toque; muitas vezes são as responsáveis pela definição, por parte do indivíduo, de características básicas referentes ao material ou objeto em questão.

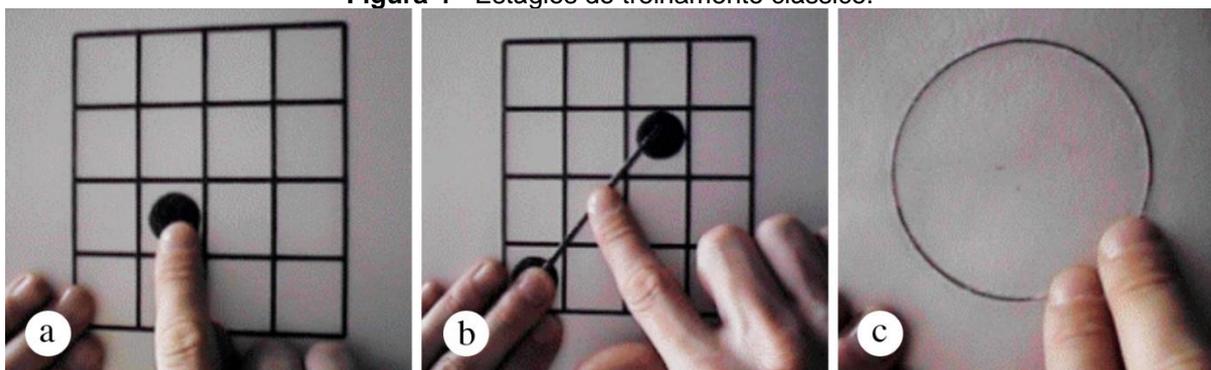
Ainda no âmbito do reconhecimento de superfícies, Roth *et al.* (2000) apresentam um procedimento que eles denominam "treinamento clássico", que é composto por estágios pelos quais alunos cegos passam para compreender a base da Geometria Plana, sendo eles:

- Pontos: identificação e definição de pontos num plano;
- Linhas: identificação ou definição de comprimento, orientação e também início e fim de linhas por meio do reconhecimento da localização de pontos;
- Polígonos e curvas: reconhecimento, identificação e análise das possíveis relações referentes a comprimentos e orientações.

Neste treinamento, o primeiro estágio é realizado por meio do posicionamento de pequenas peças (representando os pontos) em uma grade tátil (Figura 4a). O segundo estágio de treinamento visa ensinar o conceito de linha, e consiste em ligar pontos definidos no primeiro estágio (Figura 4b). No terceiro e último estágio, são exploradas formas bidimensionais (2D) como círculos e quadrados (em relevo), como mostrado na Figura 4c.

⁵ Tradução livre da autora. *Perceived surface texture might be characterized, for example, in terms of its roughness, stickiness, slipperiness, or friction (LEDERMAN; KLATZKY, 2009, p.1442).*

Figura 4 - Estágios do treinamento clássico.



Fonte: Roth *et al.* (2000, p.605).

2.2.4 Propriedades Geométricas

As propriedades geométricas geralmente compreendem forma e tamanho, enquanto o peso, conforme Lederman e Klatzky (2009), é uma propriedade híbrida, que pode tanto fazer referência ao material com o qual o objeto foi feito (associando à densidade) quanto à sua estrutura (associando ao volume). As propriedades geométricas (forma, tamanho e volume) quando associadas às variáveis gráficas, conforme Loch (2008), auxiliam no processo de reconhecimento de informações, uma vez que decorrem de ações cognitivas provenientes do tato. A autora qualifica as variáveis gráficas táteis, conforme o processo de identificação, em quatro componentes: textura, altura, forma e volume, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Variáveis gráficas táteis (pontuais, lineares e de área) propostas por Loch(2008).



Fonte: adaptado de Loch (2008, p.49).

No âmbito social, em se tratando de ambientes públicos, o uso de variáveis gráficas táteis é importante para promover um maior potencial de orientação e mobilidade de pessoas cegas ou com deficiência visual severa, e no âmbito escolar, essas variáveis são exploradas principalmente para atender necessidades educacionais especiais de pessoas com deficiência visual.

Conforme Silva *et al.* (2015), a forma é uma propriedade geométrica que se comporta como aspecto bidimensional do volume em relação a um determinado objeto, sendo pertinente como um elemento de identificação por parte de cegos congênitos.

2.2.5 Construção visual por meio de construção de imagem mental

Em sua pesquisa a respeito de imagem mental e construção do conhecimento segundo a concepção da teoria do conhecimento de Jean Piaget, Montoya (2005) aborda questões importantes a respeito das relações entre a representação imagética (ou imagem mental) e a construção do conhecimento na criança. Conforme aponta o autor, com base no empirismo clássico, a imagem mental não é apenas um reflexo do objeto, mas também um prolongamento da percepção, sendo ainda fonte do conhecimento que é concebido como um sistema de imagens associadas.

Montoya (2005) expõe que a fonte da imagem mental (segundo o artigo "As teorias da imitação", publicado em 1935 por Piaget) se encontra no desenvolvimento da inteligência sensório-motora. Tais apontamentos foram feitos, no entanto, com foco em crianças típicas, então é importante ressaltar que o processo de construção de imagens mentais em crianças cegas se dá de forma diferente. De acordo com Cunha e Enumo (2003), existe uma lacuna na captação de estímulos devido à ausência da percepção visual, e isso constitui uma das principais dificuldades que indivíduos cegos congênitos enfrentam. Por outro lado, Roth *et al.* (2000) abordam a questão de forma um pouco diferente, dizendo que apesar de cegos congênitos não possuírem "memória visual física" construída por meio da visão, eles possuem a "memória visual virtual". Essa memória é construída ao longo de sua vida, e dessa forma indivíduos cegos congênitos podem possuir uma facilidade maior no que diz respeito ao reconhecimento, identificação e análise de novas informações táteis.

A visão é o sentido que permite ao ser humano experienciar formas, cores e situações e, de acordo com Leonhardt (1992) e Sá *et al.* (2007), as informações que um indivíduo detecta e integra de forma instantânea por meio do sistema visual, a partir do ambiente no qual está inserido, correspondem a mais de 80% dos estímulos nesse ambiente. Segundo Leonhardt (1992), a visão desempenha um papel fundamental no processo de integração e organização de experiências provenientes de outros sentidos, promovendo a construção de imagens no pensamento (imagens mentais). Dessa forma, o indivíduo cego, por não possuir percepção visual, pode ter dificuldades no processo de formação de conceitos (KAODOINSKI e TONIAZZO, 2017).

Volcic e Kappers (2008) apontam para o fato de nossa representação tátil do espaço estar estreitamente associada ao que eles chamam de quadros de referência no qual nossas representações internas são codificadas. Dessa forma:

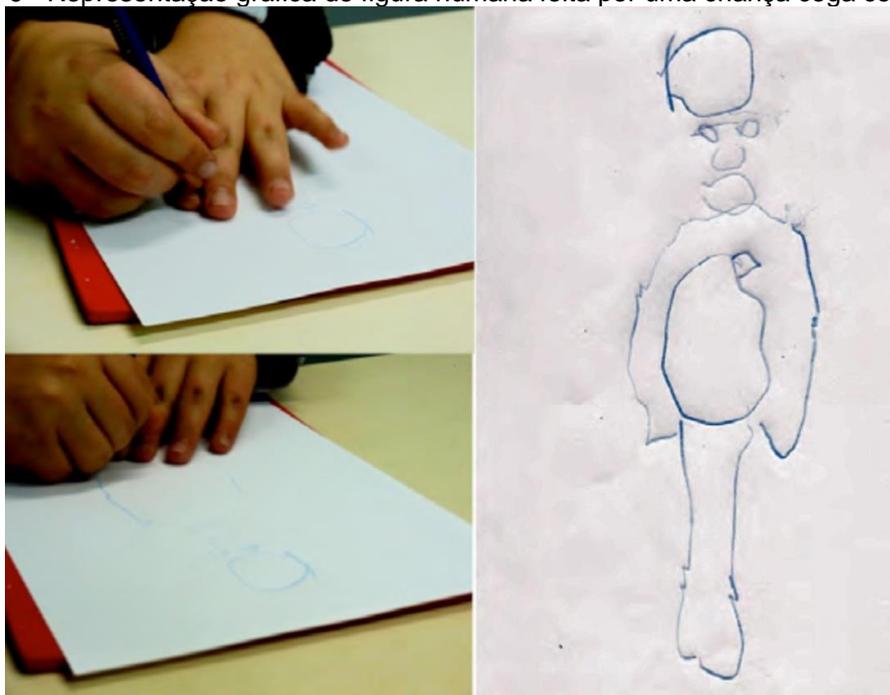
O conhecimento espacial pode ser armazenado de várias maneiras e em muitos formatos diferentes, mas é bastante claro que as características espaciais de um objeto tenham que ser codificadas em relação a algum referencial (VOLCIC e KAPPERS, 2008, p.200).⁶

Esses quadros de referência são descritos em duas classes: quadros de referência egocêntricos (nos quais os objetos são representados em relação ao indivíduo que o experiencia) e quadros de referência allocativos (nos quais os objetos são representados em relação ao ambiente no qual está inserido, e é exterior ao indivíduo). Reforçando assim a importância da observação da linguagem corporal, pois os movimentos das mãos e dedos podem fornecer informações importantes a respeito da forma como alunos cegos incorporam, interpretam e classificam conceitos relativos à forma (ARGYROPOULOS, 2002).

Tais apontamentos são observados na pesquisa de Adam e Calomeno (2012), que apresentaram uma metodologia para adaptar representações gráficas em produtos editoriais para crianças com deficiência visual congênita. Durante o processo de pesquisa de campo, notaram a diferença entre os modelos mentais de figura humana de videntes e os feitos por crianças com cegueira congênita (Figura 6).

⁶ Tradução livre da autora. *Spatial knowledge may be stored in many ways and in many different formats, but it is quite straightforward that the spatial characteristics of an object have to be encoded with respect to some reference frame (VOLCIC; KAPPERS, 2008, p.200).*

Figura 6 - Representação gráfica de figura humana feita por uma criança cega congênita.



Fonte: Adam e Calomeno (2012, p.210).

O diferencial no desenho, segundo as autoras, é a representação da cabeça. O círculo na parte superior do desenho representa a cabeça, e diferentemente das imagens mentais de videntes, apresenta o rosto separadamente. As autoras citam o "realismo visual" presente em videntes, que representaria a cabeça como uma unidade completa composta por um rosto com olhos, nariz e boca, e citam o "realismo lógico" presente em cegos congênitos, no qual representa a cabeça (no topo do corpo) e o rosto como sendo uma unidade separada (abaixo da cabeça, que está no topo). É possível notar certa concordância entre essa lógica referente às diferenças entre realismos que as autoras citam e o que Roth *et al.* (2000) dizem a respeito de memória virtual e memória física, abordado no tópico anterior deste trabalho.

No âmbito da neurociência cognitiva é importante citar a plasticidade compensatória, que pode ser do tipo maléfica ou benéfica, conforme Lent (2010). A plasticidade maléfica tem potencial de causar sofrimento ao indivíduo, pois ao perder um membro do corpo, o cérebro, que guarda informações, recorda daquele membro e faz o indivíduo o sentir (fenômeno conhecido como dor fantasma do membro ausente). A plasticidade benéfica, por sua vez, é compreendida como a adaptabilidade em relação a uma função perdida. Por exemplo, um indivíduo que perdeu a visão passa então a desenvolver os outros sentidos de forma mais aguçada, e esses sentidos aguçados o ajudam na compreensão do mundo. Corroborando Lent (2010), Boni e Welter (2016) citam ainda o

caso da audição e do sistema tátil apurados em indivíduos cegos, que permitem a compreensão e velocidade de leitura Braille. Em sua pesquisa a respeito de reconhecimento tátil, Roth *et al.* (2000) observaram que no "treinamento clássico" de reconhecimento de pontos, linhas e polígonos, os cegos congênitos que tinham alguma experiência musical apresentaram mais facilidade no cumprimento das tarefas propostas, o que vai ao encontro dos conceitos apresentados a respeito da plasticidade compensatória.

Ainda sobre a plasticidade compensatória, Lent (2010) diz que por meio de técnicas de imagem, capazes de revelar as regiões funcionalmente ativas do cérebro, tem sido possível registrar exemplos em seres humanos, e ainda afirma que:

Desse modo, já se mostrou que as regiões linguísticas de indivíduos surdos que utilizam linguagem de sinais são bastante diferentes em sua organização e extensão; que os cegos apresentam ativação das áreas visuais quando submetidos à estimulação auditiva e quando realizam leitura Braille, e além disso possuem uma representação maior da região do córtex motor que controla os dedos que leem Braille; e até que os violinistas treinados desde a infância possuem maior representação cortical dos dedos da mão esquerda!" (LENT, 2010, p.178)

Na Figura 7, conforme Lent (2010), é possível ver que indivíduos cegos apresentam ativação das áreas visuais quando submetidos à estimulação auditiva e também quando estão lendo Braille, como descrito na citação acima.

Figura 7 - Imagem de ressonância magnética funcional mostrando a ativação do Córtex Visual (V) quando um indivíduo cego realiza uma leitura Braille em comparação com um indivíduo vidente.



Fonte: Lent (2010, p.179).

Como mostrado na Figura 7, quando um indivíduo cego realiza leitura Braille, ocorre ativação do Córtex Visual (V), ao contrário de um vidente, que praticamente só apresenta ativação das regiões somestésicas do Córtex Cerebral.

Compreender como ocorre o processo de percepção sensorial de objetos tridimensionais pode possibilitar o entendimento mais amplo a respeito da percepção por meio do tato, considerando que este sentido é o principal canal utilizado para captação de informações, em se tratando de pessoas cegas. Conhecer temáticas sobre percepção sensorial tátil e processos de construção de imagens mentais, é de fundamental importância para que haja uma correta interpretação do público-alvo deste trabalho, contemplando questões fisiológicas, experienciais, sociais e situacionais. A correta interpretação fornece as informações que servirão de embasamento para os momentos de coleta e análise de dados, bem como para uma melhor noção de como lidar com essas pessoas, respeitando seus limites e estimulando capacidades que talvez elas próprias não tenham explorado.

2.3 Processo de Ensino-aprendizagem

Para além de apenas "ensino" e "aprendizagem", como se esses processos fossem isolados ou independentes da ação humana, existem também os processos comportamentais que são denominados "ensinar" e "aprender". O processo ensino-aprendizagem é a designação que se dá para um sistema complexo que envolve interações comportamentais entre professores e alunos (KUBO e BOTOMÉ, 2001). Os processos comportamentais denominados "ensinar" e "aprender" são complexos e difíceis de perceber, conforme apresentado pelos mesmos autores. Isso se dá principalmente pelo fato de esses processos serem compostos por múltiplos elementos que estão em constante interação.

O trabalho dos autores acima referidos apresenta informações imprescindíveis para uma compreensão mais clara dos processos de ensinar e aprender. Segundo Kubo e Botomé (2001), a primeira questão a ser considerada é que "ensinar" e "aprender" são verbos que fazem referência, nessa ordem, ao que é feito por professores e ao que sucede aos alunos em decorrência do que é feito pelos professores. Dando sequência ao raciocínio, os autores afirmam que:

A própria noção de comportamento, uma relação entre aquilo que o organismo faz e o ambiente em que o faz, já auxilia a perceber um possível caminho para examinar esse processo de interação (KUBO e BOTOMÉ, 2001, p.5).

Partindo do pressuposto que o termo ensinar se refere a uma categoria de comportamentos que indicam o que um professor faz, então "ensinar" é uma atividade humana e, dessa forma, passível de análise comportamental, segundo os autores. Neste caso, é importante responder questões relacionadas às classes de estímulos envolvidos nessa categoria de comportamentos, bem como quais as classes de respostas (em termos de ações) que têm relação com os estímulos oferecidos e quais seriam as possíveis consequências ou efeitos decorrentes.

A respeito do processo de ensino-aprendizagem que envolve indivíduos com deficiência visual, Viginheski *et al.* (2014) apontam para o fato de que ao se compreender o homem como um ser que é fruto do contexto histórico e cultural no qual está inserido, e cujo desenvolvimento intelectual ocorre principalmente por intermédio de ações interativas, por meio de recursos de apropriação do conhecimento, conclui-se que o processo de aquisição da linguagem (no sentido de capacidade para se comunicar) desempenha um importante papel nos processos de ação e de interação em ambientes sociais, e ainda afirma que:

[...] as formas de busca por esse conhecimento, que se configuram no processo educacional, calcado, sobretudo, nas premissas do sistema visual e oral, trazem, em seu contexto, preocupações em relação às pessoas cegas, especialmente no que se refere ao processo ensino e aprendizagem [...] (VIGINHESKI *et al.*, 2014, p.904).

Assim sendo, é possível verificar uma correspondência entre o que os autores afirmam e o que foi apresentado neste tópico, a respeito de promoção da inclusão e da valorização da diversidade no contexto escolar. Se a capacidade de se comunicar desempenha papel importante em processos de interação social, e se o desenvolvimento intelectual se dá por meio de ações interativas, é necessário para estudantes cegos o acesso a ambientes inclusivos que estimulem seu desenvolvimento educacional.

A seguir constam informações fundamentais para o entendimento da dinâmica que envolve o processo de ensino-aprendizagem, considerando pessoas típicas e pessoas com deficiência. Os subtópicos a seguir abordam questões relacionadas aos elementos que, conforme o foco do presente trabalho, compõem o processo de ensino-aprendizagem, como o processo de desenvolvimento intelectual, aprendizagem e construção do conhecimento, a relação entre professores e alunos, dados sobre ensino regular e ensino especial, o processo de ensino-aprendizagem de geometria focado no

aluno cego e, por fim, recursos de ensino que podem ser usados para possibilitar a construção de modelos mentais.

2.3.1 Processo de Desenvolvimento Intelectual, Aprendizagem e Construção do Conhecimento

Uma das raízes do desenvolvimento, como visto em Ferracioli (1999), é a constante busca por equilíbrio, que representa a adaptação aos sistemas existentes no mundo exterior (ambiente no qual o indivíduo está inserido). Essa adaptação, conforme o autor, que também pode ser entendida como um processo, atua como um ponto de equilíbrio entre dois procedimentos inseparáveis: assimilação e acomodação.

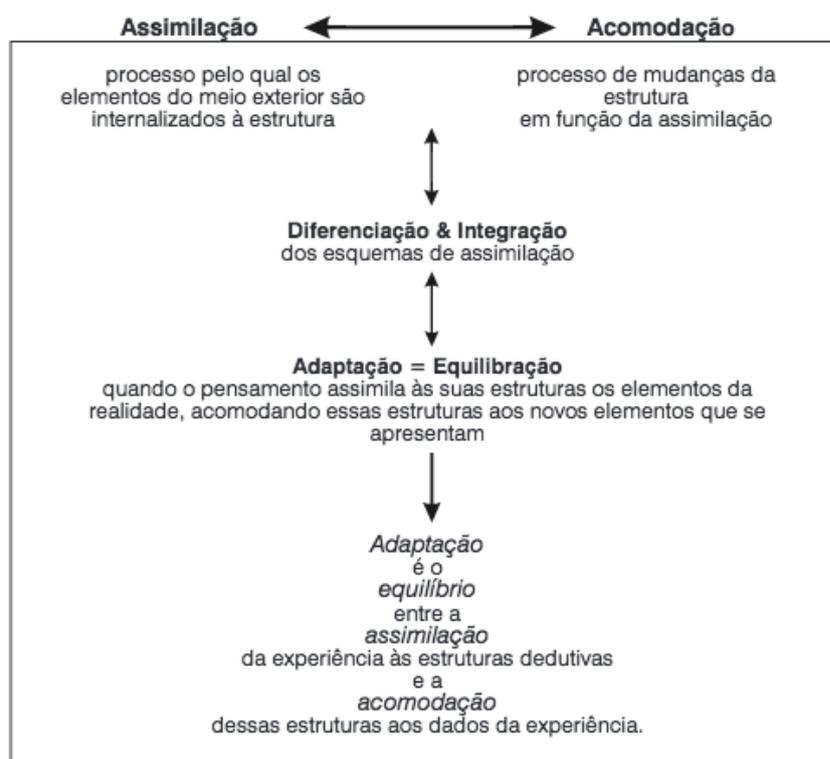
A assimilação se refere ao processo pelo qual os elementos do meio externo ao indivíduo são internalizados às estruturas internas, e a acomodação faz referência ao processo de mudança dessas estruturas. Seguindo esse raciocínio, Ferracioli (1999) diz que o pensamento se adapta a uma realidade quando consegue assimilar às suas estruturas os elementos provenientes dela (realidade) ao mesmo tempo que acomoda essas estruturas aos novos elementos que se manifestam, e de acordo com Piaget (2003):

[...] a adaptação é o equilíbrio entre a assimilação da experiência às estruturas dedutivas e a acomodação dessas estruturas aos dados da experiência (PIAGET, 2003, p.157).

A seguir (Figura 8) é apresentado um resumo esquemático para uma melhor compreensão do processo de desenvolvimento intelectual descrito acima. O resumo esquemático apresentado indica linearidade em sua configuração gráfica, o que não corresponde ao modo como ocorre o processo de desenvolvimento do conhecimento, como observa Ferracioli (1999).

Assim, a realidade biológica do indivíduo tende a se adaptar constantemente ao ambiente no qual está inserido, num processo de construção e reconstrução, seguindo um movimento que se assemelha ao de uma espiral crescente, na vertical e também na horizontal, como pode ser visto no referido esquema (FERRACIOLI, 1999).

Figura 8 - Resumo esquemático do processo de desenvolvimento intelectual.



Fonte: Ferracioli (1999, p.10).

Assim como a realidade biológica do indivíduo deve ser levada em conta no seu processo de desenvolvimento intelectual, Viginheski *et al.* (2014) apontam para a importância de ao observar e/ou analisar esse indivíduo, o reconhecer como um ser histórico-cultural, no qual o desenvolvimento ocorre:

[...] por meio de ações interativas, em um mecanismo de apropriação do conhecimento, entende-se que o processo de aquisição da linguagem tem um papel primordial entre os processos de ação e interação no ambiente social/produtivo (VIGINHESKI *et al.*, 2014, p.904).

Dessa forma, desde o momento do nascimento até a chegada à fase adulta, o desenvolvimento mental do indivíduo se caracteriza como um processo contínuo de construção de estruturas de caráter variável, que combinadas às características referentes às idades podem refletir o grau de desenvolvimento intelectual (FERRACIOLI, 1999). E mais especificamente à respeito das pessoas cegas, Argyropoulos (2012) aponta para o fato de a maior parte da informação que um sujeito cego possui ser baseada na experiência concreta e muito pouco no conhecimento abstrato. Almeida e Araújo (2013) afirmam que pessoas cegas possuem competências para se desenvolver assim como qualquer outra pessoa (típica ou com deficiência), mas para que isso ocorra, devem ser proporcionadas condições apropriadas.

A aprendizagem humana é um processo que, além de estar em constante construção e aperfeiçoamento, acompanha o desenvolvimento do indivíduo (HEMSING e SKRSYPSACK, 2016). Relacionada à educação e também ao desenvolvimento pessoal, deve ser orientada para que seu potencial aumente conforme o indivíduo é motivado. Conforme Hemsing e Skrsypsack (2016), a aprendizagem não depende de tempo ou espaço específicos para acontecer, e se mostra como um processo de contínuo amadurecimento das estruturas cognitivas humanas, possibilitando ao indivíduo a compreensão e o desenvolvimento social, e ainda o permitindo se posicionar em relação ao seu modo próprio de pensar e agir, sendo que:

De modo geral, a aprendizagem pode ser entendida como um processo onde as competências, habilidades, conhecimentos ou valores são adquiridos ou modificados a partir de estudos, experiências, formação, raciocínio e observação (ALGERI, 2014, p.2).

Assim sendo, o ato ou processo de "aprender" se caracteriza como uma atividade de descoberta, sendo que o ambiente no qual o indivíduo está inserido atua como um dos elementos estimuladores desse processo, sendo que "aprender se torna uma atividade de descoberta, é uma autoaprendizagem, sendo o ambiente apenas um meio estimulador" (BRAIT *et al.*, 2010, p.8).

As interações sociais são importantes, pois como aponta Ferracioli (1999), a transmissão social (por meio da linguagem, contatos sociais e educacionais) se faz necessária, por ser através dela que o indivíduo tem acesso a grande quantidade de informações. No entanto, essas interações não são suficientes, segundo o autor, pois só haverá absorção das informações que estiverem em conformidade com o conjunto de estruturas relacionadas ao nível de pensamento do indivíduo. O que sinaliza, conforme Piaget (2003), um engano da escola tradicional, que acredita que crianças só tenham que absorver informações que já tenham sido elaboradas ou preparadas, o que exclui o fato de que existem atividades internas relacionadas à assimilação e acomodação do indivíduo, indicando que existe um processo de reestruturação e que só a partir disso ocorre a correta compreensão da informação que foi transmitida.

Ao estudar a origem do conhecimento centrado na ação do indivíduo, ou de qual forma ocorre o desenvolvimento de sua inteligência (como um conjunto de estruturas mentais temporariamente adaptadas), Piaget afirma que "toda inteligência é uma adaptação" (PIAGET, 2003, p.162). Dessa forma podem então surgir dúvidas sobre o que seria a aprendizagem no âmbito da psicologia genética, e o esclarecimento vem da

diferenciação entre desenvolvimento e aprendizagem, proposta por uma visão bem pessoal de Piaget, baseada em seus estudos:

Primeiro, eu gostaria de esclarecer a diferença entre dois problemas: o problema do desenvolvimento e o da aprendizagem. [...] desenvolvimento é um processo que diz respeito à totalidade das estruturas de conhecimento. Aprendizagem apresenta o caso oposto. Em geral, a aprendizagem é provocada por situações - provocada por psicólogos experimentais; ou por professores em relação a um tópico específico; ou por uma situação externa. Em geral, é provocada e não espontânea. Além disso, é um processo limitado - limitado a um problema único ou a uma estrutura única. Assim, eu penso que desenvolvimento explica aprendizagem, e essa opinião é contrária à opinião amplamente difundida de que o desenvolvimento é uma soma de experiências discretas de aprendizagem (PIAGET, 1964, p.176).

A partir disso, entende-se que o desenvolvimento atua como uma base onde o processo de aprendizagem se sustenta. Conforme sua análise sobre Piaget, Ferracioli (1999) destaca que o desenvolvimento é o processo essencial que dá suporte para novas experiências de aprendizagem, ou seja: a aprendizagem ocorre em decorrência do desenvolvimento integral e não apenas como um mero fato explicativo.

A aprendizagem, segundo conceitos piagetianos, se dá em dois sentidos: o restrito e o amplo (PIAGET, 1974). No sentido restrito, ela é uma aquisição em função da experiência vivida. No sentido amplo ela é a união da aprendizagem no sentido restrito com os processos de equilíbrio. A aprendizagem, então, se refere a uma aquisição que evolui ao longo do tempo, com o indivíduo podendo chegar ao ponto de estar apto a compreender um determinado evento e concluir por meio de assimilação e acomodação qual a forma como ele se deu e posteriormente elaborar novos padrões, mesmo que eles não sejam aplicáveis de forma generalizada a qualquer nova situação que possa surgir.

A construção do conhecimento, conforme Piaget, se dá através de estádios que respeitam três critérios:

1. A ordem de sucessão é constante, embora as idades médias que as caracterizam possam variar de um indivíduo para outro, conforme o grau de inteligência, ou de um meio social a outro (PIAGET; INHELDER, 2012, p.131).
2. Cada estágio é caracterizado por uma estrutura de conjunto em função da qual se explicam as principais reações particulares (PIAGET; INHELDER, 2012, p.131).

3. As estruturas de um conjunto são integrativas e não se substituem umas às outras: cada uma resulta da precedente, integrando-a na qualidade de estrutura subordinada e prepara a seguinte, integrando-se a ela mais cedo ou mais tarde (PIAGET; INHELDER, 2012, p.132).

Segundo Ferracioli (1999a), o desenrolar dos estádios pode ocorrer de forma retardada ou acelerada, dependendo da experiência do indivíduo.

Quadro 4 - Os quatro períodos que constituem os estádios de desenvolvimento.

| Estádio da | Faixa etária aproximada |
|------------------------------------------|--------------------------------|
| Inteligência Sensório-Motora | até 2 anos de idade |
| Inteligência Simbólica ou Pré-Operatória | de 2 a 7-8 anos |
| Inteligência Operatória Concreta | de 7-8 anos a 11-12 anos |
| Inteligência Operatória Formal | a partir de 12 anos |

Fonte: Ferracioli (1999a, p.183).

No estágio da Inteligência Sensório-Motora (ou pré-verbal), a criança tende a coordenar e integrar as informações que recebe por meio de seus sentidos e, limitando-se ao real, tende a formular o conjunto de subestruturas cognitivas (ou esquemas de assimilação) que futuramente irão sustentar a construção de novas estruturas (FERRACIOLI, 1999a).

No estágio da Inteligência Simbólica ou Pré-Operatória surge a função simbólica, que consiste na capacidade de representação de objetos ou situações (acontecimentos), possibilitando, por exemplo, a obtenção da linguagem ou até mesmo de símbolos coletivos. Desse ponto em diante ocorre o desenvolvimento do pensamento simbólico e pré-conceitual, posteriormente ocorre o desenvolvimento do pensamento intuitivo - que de forma progressiva conduz ao princípio das operações (FERRACIOLI, 1999a). Operações, nesse contexto, são ações executadas em pensamento sobre objetos simbólicos, podendo ocorrer por meio de representação de seu acontecimento provável e de sua utilização em objetos reais evocados através de imagens mentais, ou por meio da aplicação direta a sistemas simbólicos, conforme apontamentos de Ferracioli (1999a).

Já no estágio da Inteligência Operatória Concreta, Ferracioli (1999a) diz que as intuições articuladas se transformam em operações como: classificação, ordenamento, noção de tempo, causalidade, conservação, dentre outras. No entanto o ato de pensar ainda conserva elos com o mundo real, ou seja, as operações se fixam às experiências concretas, não envolvendo, dessa forma, operações de suposições, hipóteses.

Por fim, no estágio da Inteligência Operatória Formal que incide sobre a fase da adolescência, a independência do real é alcançada. O raciocínio, que é seu atributo geral, não se fundamenta apenas em objetos ou realidade observáveis, mas também em suposições (hipóteses), o que possibilita a construção de reflexões e teorias. Nesse estágio o pensamento se torna hipotético-dedutivo, conforme Ferracioli (1999a). Ainda nesse estágio são desenvolvidas operações combinatórias e também de correlações (FERRACIOLI, 1999a).

Após apresentar a descrição das etapas do desenvolvimento, em relação aos fatores que o influenciam, cabe trazer um apontamento de Piaget:

Para mim, existem 4 fatores principais: em primeiro lugar, Maturação [...], uma vez que este desenvolvimento é uma continuação da embriogênese; segundo, o papel da Experiência adquirida no meio físico sobre as estruturas da inteligência; terceiro, Transmissão Social num sentido amplo (transmissão linguística, educação, etc.); e quarto, um fator que frequentemente é negligenciado, mas que, para mim, parece fundamental e mesmo o principal fator. Eu denomino esse fator de Equilibração ou, se vocês preferem, auto regulação (PIAGET, 1964, p.178).

No âmbito da educação, Ferracioli (1999a) diz que a evolução das estruturas do conhecimento corresponde à reconstrução do conhecimento por parte do indivíduo, sendo que no contexto educacional é a própria evolução conceitual em uma área de conhecimento específica. Assim sendo, é possível entender:

[...] o conhecimento como resultado da ação que se passa entre o sujeito e um objeto. De acordo com Aranha (2006), o conhecimento não está, então, no sujeito, como queriam os inatistas, nem no objeto, como diziam os empiristas, mas resulta da interação entre ambos" (BRAIT *et al.*, 2010, p.11).

A construção do conhecimento não pode ser compreendida como um processo que se dá de forma individual, conforme aponta Brait *et al.* (2010), pois o conhecimento é um produto das atividades e das relações humanas, marcado fortemente por questões sociais e culturais. E no contexto educacional, o professor atua como intermediador desse processo de construção.

A compreensão a respeito da forma como ocorre o processo de desenvolvimento intelectual, assim como o processo de aprendizagem e o processo de construção do conhecimento, são fundamentais para o entendimento da dinâmica⁷ na qual indivíduos

⁷ Dinâmica no sentido de experiências diárias de uma pessoa a partir da interação desta com outras pessoas e com o ambiente ao redor.

com deficiência visual, e em fase escolar, se encontram. É importante entender que o desenvolvimento intelectual é um processo que ocorre basicamente em duas fases (assimilação e acomodação), e que a aprendizagem humana é um outro processo, e está sendo construído e aperfeiçoado constantemente.

De forma semelhante ao desenvolvimento intelectual e à aprendizagem, a construção do conhecimento também se dá por meio de fases denominadas estádios, e essas ocorrem dentro de faixas etárias, como abordado anteriormente.

O estudo dessas temáticas, no contexto deste trabalho, amplia o entendimento acerca do desenvolvimento de pessoas com deficiência visual, e ainda fornece dados importantes que servirão, mais adiante, como balizadores no momento de análise dos dados coletados.

2.3.2 Relação Professor e Aluno

A relação que existe entre professor e aluno envolve e depende de diversos fatores e, conforme Brait *et al.* (2010), é necessário que exista afetividade, confiança e respeito entre ambas as partes, para que leitura, escrita, capacidade de reflexão, aprendizagem e interesse pela pesquisa (no sentido de desenvolvimento de senso de curiosidade) se desenvolvam. Ainda de acordo com os mesmos autores, as relações humanas, apesar de complexas, são fundamentais no processo de realização comportamental e também profissional de uma pessoa. Assim sendo, a relação entre professor e aluno envolve intenções e interesses, sendo que as interações figuram como a essência das consequências, uma vez que a educação é um dos princípios mais relevantes no desenvolvimento do comportamento humano.

Em relação ao ato de ensinar, Kubo e Botomé (2001) afirmam que em caso de análise de comportamento, deve-se partir da consideração de que o que é mais crucial não é a compreensão de que ensinar é o efeito do que o professor faz, mas que o mais importante é entender que o efeito real do comportamento do professor é a aprendizagem do aluno, sendo que:

Ensinar define-se por obter aprendizagem do aluno e não pela intenção (ou objetivo) do professor ou por uma descrição do que ele faz em sala de aula. A relação entre o que o professor faz e a efetiva aprendizagem do aluno é o

que, mais apropriadamente, pode ser chamado de ensinar. Nesse sentido, ensinar é o nome da relação entre o que um professor faz e a aprendizagem de um aluno (KUBO e BOTOMÉ, 2001, p.5).

Professores que objetivam alcançar êxito entre seus alunos, devem encarar o desafio de despertar neles o senso de curiosidade ao mesmo tempo em que promovem um aprendizado prazeroso, chamando a atenção para a necessidade de buscar e cultivar novos conhecimentos em meio às atividades que são propostas em classe. Para Gomes *et al.* (2006) a prática pedagógica deve dispor de uma dinâmica própria que:

[...] lhe permita o exercício do pensamento reflexivo, conduza a uma visão política de cidadania e que seja capaz de integrar a arte, a cultura, os valores e a interação, propiciando, assim, a recuperação da autonomia dos sujeitos e de sua ocupação no mundo, de forma significativa (GOMES *et al.*, 2006, p.233).

Lembrando que o professor, ao facilitar a experiência de aprendizagem de seus alunos, ainda tem contato com novas experiências, toma conhecimento do universo no qual seus alunos estão inseridos e promove uma percepção mais empática em relação aos seus sentimentos, problemas e desafios, o que o permite direcioná-los a uma possível auto realização (BRAIT *et al.*, 2010). Professores, conforme Brait *et al.* (2010), atuam como intermediadores entre os conteúdos de aprendizagem e as atividades construtivas para a assimilação dos mesmos. Professores devem educar para a autonomia, liberdade e consciência de direitos e deveres sociais, e também devem:

[...] educar para as mudanças, para a autonomia no mundo real, para a liberdade possível numa abordagem global, trabalhando o lado positivo dos alunos e para a formação de um cidadão consciente de seus deveres e de suas responsabilidades sociais (BRAIT *et al.*, 2010, p.6).

Na relação entre professor e aluno, cada um desempenha um papel específico. O aluno, segundo Brait *et al.* (2010), é o participante, enquanto o professor é o mediador entre o saber e o participante. E nesse processo, a aprendizagem se baseia nas estruturas cognitivas que já estão formadas no aluno. O professor, na sua posição de mediador, ainda pode, através de seu modo de agir, influenciar na forma como conduz a classe, influenciar na qualidade e também no impacto da sua relação com o aluno (MORALES, 2008). Assim sendo, é muito importante que o professor tenha claro quais são seus objetivos em relação à prática docente, pois como apontam Tunes, Tacca e Júnior (2005), se assumir como professor demanda conhecimento de metas de atuação, que envolvem saber o que será ensinado, para quem será ensinado e quais são as formas mais adequadas de se fazer isso. Ser professor exige compromisso e responsabilidade

no processo de ensino, pois o esforço em compreender e traduzir as peculiaridades relacionadas ao processo de ensino-aprendizagem é que possibilitam o avanço da capacidade de compreender o processo que envolve ensinar e aprender.

DePountis *et al.* (2015) apontam para o fato de nos últimos 30 anos ter havido um verdadeiro *boom* tecnológico que produziu uma abundância de ferramentas de real utilidade que auxiliam tanto alunos no aprendizado, quanto professores no ensino. Esse fato, no âmbito da educação inclusiva, significa um grande avanço em direção à ampliação do acesso ao conteúdo educacional, pois não apenas os alunos típicos, mas também os com deficiência podem aprender por meio da utilização de materiais que comunicam de forma inclusiva.

Em seu trabalho, Bayram *et al.* (2015) se propuseram a explorar os desafios enfrentados por indivíduos deficientes visuais enquanto estudantes de Matemática, do ensino médio, em salas de aula inclusivas. A pesquisa em escolas na Turquia foi do tipo qualitativa, sendo que os dados foram obtidos por meio de entrevistas e observação de uso de métodos/ferramentas de ensino-aprendizagem utilizados em sala de aula. Por meio das informações obtidas através das entrevistas, percebeu-se que apesar de muitas das demandas sociais em relação à inclusão dos indivíduos com deficiência serem atendidas, demandas relacionadas à educação não apresentavam os mesmos resultados. Assim os pesquisadores levantaram a hipótese de que havia uma provável postura negativa dos professores de Matemática em relação à educação inclusiva, ocasionando barreiras ao processo de aprendizagem dos alunos com deficiência.

A pesquisadora Lucia Reily compilou problemáticas presentes no cotidiano de alunos com necessidades educacionais especiais, com a finalidade de oferecer uma fonte abrangente de informações a respeito do trabalho em sala de aula, e ressalta a importância do conhecimento do sistema Braille por parte dos professores, já que “deter noções sobre as especificidades da leitura e escrita em Braille auxilia o educador a perder o receio de se aproximar do aluno com cegueira” (REILY, 2004, p.139). Citando a referida autora, Viginheski *et al.* (2014) abordam o fato de que ao proporcionar aos alunos cegos diferentes formas de acesso aos conteúdos escolares por meio do uso de ferramentas que o estimulem a criar e significar o mundo ao redor (podendo ser ferramenta tátil, auditiva ou outra), respeitando o tempo necessário para que isso ocorra, são criadas condições de aprendizagem, condições essas que proporcionam igualdade de condições em relação aos alunos típicos, e ainda afirmam que:

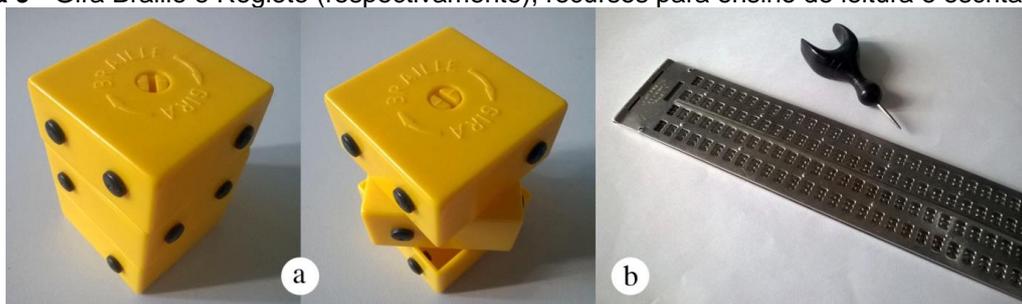
A partir do momento em que o professor tem conhecimento das características individuais dos alunos cegos, de suas necessidades, dos recursos existentes para o seu ensino, e buscar estabelecer um bom relacionamento com eles, considerando-os como os demais alunos, estará contribuindo para que, de fato, a inclusão se efetive (VIGINHESKI *et al.*, 2014, p.914).

O fato de as relações humanas, mesmo carregadas de certa complexidade, serem fundamentais no processo de realização comportamental e profissional de um indivíduo, aponta para a necessidade de uma melhor compreensão das relações humanas estabelecidas em contextos educacionais. Entender as atribuições e responsabilidades de professores frente aos alunos, e entender as necessidades, limites e potencialidades de alunos diante de conteúdos ministrados e também da dependência da mediação do saber que é desempenhada por professores. Professores mais conscientes da necessidade de facilitação da experiência de aprendizagem de seus alunos, influenciam também na qualidade das relações com seus alunos e ainda possibilitam a promoção da inclusão no âmbito educacional. E para este trabalho, refletir sobre a relação entre professores e aluno é importante do ponto de vista da necessidade de levantamento de informações que serão utilizadas para a elaboração dos roteiros que serão usados para coletar dados junto aos professores e alunos cegos da Rede Municipal de Ensino.

2.3.3 O processo de ensino-aprendizagem de geometria focado no aluno cego

A falta de recursos específicos para o ensino de pessoas cegas representava um obstáculo real em relação à inclusão educacional (VIGINHESKI *et al.*, 2014). A Figuras 9 apresenta dois recursos que podem ser usados no processo de ensino de leitura e escrita Braille. A Figura 9a mostra um cubo de aprendizado, conhecido como Gira Braille, enquanto a Figura 9b mostra um Reglete (régua Braille), que é um dos primeiros instrumentos desenvolvidos para possibilitar a escrita Braille (feita por meio de punção).

Figura 9 - Gira Braille e Reglete (respectivamente), recursos para ensino de leitura e escrita Braille.



Fonte: arquivo pessoal da autora.

Atualmente, no ensino de Matemática focado em pessoas cegas, existem recursos que vão além do sistema Braille e do Soroban como: materiais adaptados, jogos e programas de computador (VIGINHESKI *et al.*, 2014). Os autores ainda chamam a atenção para a importância do papel do professor no processo de ensino-aprendizagem:

Mesmo que os recursos disponíveis possam apresentar limites para alguns conteúdos na disciplina, percebe-se que as maiores limitações para esses alunos se instalam a partir da prática docente (VIGINHESKI *et al.*, 2014, p.914).

Em pesquisa realizada com um grupo formado por 19 estudantes cegos na Grécia, Argyropoulos (2002) concluiu que a geometria adquire características orientacionais e situacionais, uma vez que a apreensão por meio da percepção tátil é dominante sobre os outros sentidos e ainda possibilita a interpretação por parte dos alunos. Sendo assim, o autor afirma que os materiais didáticos e os métodos de ensino devem ser fortemente baseados nessas características.

O estudo de DePountis *et al.* (2015) foi conduzido à luz da necessidade de os professores de Matemática se manterem constantemente atualizados em relação às ferramentas de ensino que podem auxiliar no processo de aprendizagem de alunos com deficiência visual (cegos ou com baixa acuidade visual). Uma das ferramentas mais citadas no trabalho são as leitoras de Braille, e os autores ressaltam a importância de os professores se manterem atualizados em relação às potencialidades funcionais dessa ferramenta, suas variações, adaptações e possíveis conexões com outros dispositivos, como impressoras, por exemplo.

Shimomura, Hvannberg e Hafsteinsson (2013) apresentam um riquíssimo conteúdo que aborda de forma extensiva a utilização de *haptics*⁸ em dispositivos desenvolvidos para público cego ou com baixa visão. Os autores abordam a importância da combinação de recursos para potencializar a percepção por parte de indivíduos cegos, podendo ser recursos visuais, auditivos, táteis ou a combinação destes. E no que diz respeito ao desenvolvimento de interfaces, a combinação desses recursos como sendo inputs e outputs, o termo utilizado é interface multimodal. Os autores ainda apontam que o forte incentivo para a utilização de *haptics* é o fato de que o aprendizado ativo é mais eficiente do que o aprendizado passivo, já que a possibilidade de experienciar por meio do tato se mostra mais eficiente do que o simples ato de assistir ou ouvir algo.

⁸ *Haptics* não possui tradução direta para o português, mas é o termo utilizado para fazer referência a recursos sensitivos táteis.

No trabalho de Uliana (2013), percebe-se que a motivação para a pesquisa se deu por uma demanda pessoal, visto que a mesma é docente de Matemática e percebeu a necessidade de criar um *kit* de material pedagógico que auxiliasse no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos da geometria plana dos estudantes cegos do ensino fundamental. Quando percebeu essa necessidade, ela não tinha conhecimento da existência do Multiplano, recurso didático desenvolvido por Ferronato (2002), que possibilita aos alunos cegos a construção e análise de gráficos e funções e outras possibilidades ligadas ao estudo da Matemática. A proposta da professora foi desenvolver uma ferramenta que proporcionasse aos seus alunos cegos a mesma ação que o aluno vidente realiza usando papel, lápis e régua, mesmo que para isso fossem usados outros materiais, sendo eles: campo magnético com ímãs, no qual o aluno tem autonomia para localizar pontos cartesianos (com qualquer coordenada), esboçar e analisar gráficos, esboçar formas geométricas planas com tamanhos e formatos distintos, dentre outras possibilidades.

Bayram *et al.* (2015) se apoiam no trabalho de Bartell e Meyer (2008) e apontam que a igualdade em salas de aula de Matemática significa atender às necessidades dos alunos através da criação de um ambiente mais justo, no qual todos os alunos, cegos ou videntes, possuam igualdade de oportunidade para explorar seu potencial. Afirmam também que a igualdade em sala de aula requer uma ação de ensino efetiva por parte dos professores, e conforme apontamentos de Alleksaht-Snider e Hart (2001), essa é a forma de minimizar a discrepância entre alunos com diferentes tipos e graus de necessidades enquanto aprendem Matemática num ambiente verdadeiramente produtivo.

DePountis *et al.* (2015) afirmam que o ensino de alta qualidade é aquele que incorpora ferramentas que ajudem todos os alunos a ter um melhor acesso e entendimento da Matemática, considerando suas capacidades e os direcionando para o melhor que podem fazer. Apontam ainda que no caso de professores que possuam algum aluno com deficiência visual, a existência e uso de tecnologia nas aulas não se trata de uma questão opcional, mas necessária.

Apoiados em resultados de pesquisas na área de educação Matemática, Shimomura, Hvannberg e Hafsteinsson (2013) apontam para a necessidade de criação de novos modelos de ensino de geometria. Os autores afirmam que deveria ser dada maior ênfase na exploração de objetos tridimensionais como uma forma de complementar

recursos tecnológicos computacionais, pois se reconhece que a pesquisa em geometria tridimensional no ambiente de realidade virtual é de grande necessidade para auxiliar o desenvolvimento das habilidade espaciais dos alunos.

O estudo de Uliana (2013) desenvolveu um material de apoio ao ensino-aprendizagem de geometria plana, que não exigisse do professor uma mudança radical em sua maneira de trabalhar conteúdos matemáticos e que também não o forçasse a investir muito tempo de sua aula dando atendimento individual aos alunos com deficiência visual. Apoiada em conceitos abordados na pesquisa de Ferronato (2002), a pesquisadora acredita que o uso frequente de materiais adaptados e/ou desenvolvidos com foco no aluno deficiente visual e que possibilitem ao mesmo ter acesso aos mesmos conteúdos, porém através do tato, já significam uma forma de inclusão.

O entendimento do processo de ensino-aprendizagem de geometria focado em alunos cegos permite entender a dinâmica que contempla o estabelecimento de ritmos, observação das fases de desenvolvimento, respeito aos limites naturais do indivíduo, reconhecimento de oportunidades de estimulação de sentidos por meio de exploração de recursos didáticos táteis e/ou multimodais, e também ocasiões que podem impulsionar questões relativas à capacidade de raciocínio, sempre apontando para o fato de que é necessário que os professores estejam atualizados em relação às ferramentas de ensino que podem auxiliar no processo de aprendizagem desses alunos com deficiência.

2.3.4 Recursos de ensino que podem ser utilizados para possibilitar a construção de modelos mentais

Como observado por Brait *et al.* (2010), o fim principal da ciência é o bem estar do homem. Essa afirmação reforça o que Almeida e Araújo (2013) afirmam em seu trabalho a respeito de diferenças experienciais entre cegos congênitos e cegos adquiridos, quando afirmam que a pessoa cega tem competência para se desenvolver como qualquer pessoa, desde que sejam oferecidas condições apropriadas para que isso ocorra. E no âmbito escolar, uma das formas mais efetivas de promover esse desenvolvimento, é a utilização, por parte dos professores, de materiais educacionais,

métodos de ensino, ferramentas ou dispositivos que, ao serem utilizados, estimulam e potencializam a construção de modelos mentais por parte dos estudantes cegos.

Da perspectiva de Bayram *et al.* (2015) no que diz respeito ao uso de materiais diferenciados no processo de aprendizagem de Matemática, os pesquisadores afirmam que diferentes tipos de recursos táteis podem ser utilizados para fazer com que haja uma compreensão mais profunda dos conceitos matemáticos, porém o ponto em comum entre esses diferentes recursos deve ser a capacidade de permitir ao estudante aprender por meio de seu próprio entendimento e capacidade de assimilação, mas garantindo que haverá apoio caso eles sintam necessidade.

Os pesquisadores apontam ainda que os materiais de maior utilidade destinados a indivíduos com deficiência visual são aqueles que possuem pouco ou nenhum componente visual e aqueles que possuem suporte por meio de áudio. Apesar de fornecerem essa perspectiva em relação ao uso de materiais e recursos que podem ser utilizados para possibilitar aos estudantes cegos a construção de modelos mentais, o assunto não é amplamente discutido e não são apresentados modelos reais utilizados ou que são propostos pelos autores, os mesmos apontam apenas o que julgam ser o mais adequado.

Shimomura, Hvanberg e Hafsteinsson (2013) apontam para o fato de que através do uso de diferentes tecnologias, pesquisadores vêm explorando e estudando as habilidades de indivíduos cegos, há mais de uma década, no reconhecimento de objetos tridimensionais. Isso aponta para a realidade de que pode ser pesquisado como e onde esse potencial pode ser melhor empregado, e também como os outros sentidos humanos podem ser explorados com a intenção de possibilitar a interação, de forma efetiva, de indivíduos cegos com computadores. Os pesquisadores afirmam ainda que estudar até que ponto os indivíduos cegos estão aptos para conceber modelos mentais de objetos geométricos de baixa complexidade e suas propriedades geométricas, e estudar ainda a manipulação de dispositivos em ambientes virtuais podem auxiliar no desenvolvimento de aplicativos destinados a estudantes cegos.

Conforme aponta Uliana (2013), a correta utilização de materiais concretos em aulas de Matemática representa uma oportunidade de o estudante cego ou com baixa visão ter acesso às experiências comuns, por meio do tato, que fazem com que o mesmo amplie sua bagagem de conhecimento. A utilização de materiais concretos reduz a

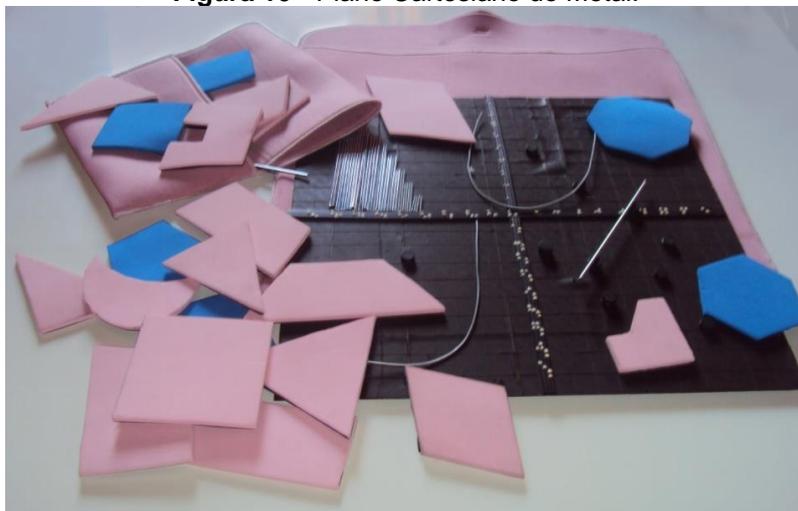
possibilidade de abstração, o que se torna um fator positivo quando se trata de situações de ensino-aprendizagem de Matemática em contextos que envolvam indivíduos com deficiência visual.

Uliana (2013) desenvolveu um material pedagógico idealizado com a intenção de ensinar sobre construção e análise de gráficos de funções do tipo polinomial de primeiro e segundo grau a um estudante cego, para o qual dava aulas em uma escola regular na cidade de Cacoal - RO, em 2006. O material, inicialmente nomeado Plano Cartesiano de Metal, é um *kit* pedagógico que possui:

[...] uma placa de metal com manta magnética quadriculada em uma das faces, eixos x e y de ímã com numeração em Braille, formas geométricas planas em EVA com manta magnética em uma das faces, pinos de ímãs, pedaços de arame flexível e pedaços de raios de bicicleta de tamanhos variados (ULIANA, 2013, p.597).

O *kit* (Figura 10) possibilita ao aluno cego, através do tato, realizar diferentes atividades matemáticas que envolvam gráficos, funções polinomiais e até mesmo figuras geométricas planas.

Figura 10 - Plano Cartesiano de Metal.



Fonte: Uliana (2013, p.605).

Essas pesquisas foram selecionadas por meio de Revisão Sistemática da Literatura (conforme critérios de busca, exclusão e inclusão, disponíveis no **Apêndice A**), e são relevantes no contexto deste trabalho, pois além de trazerem perspectivas de diferentes áreas de estudos no âmbito do ensino de geometria, ainda fornecem conteúdo atualizados sobre esse tema, já que as pesquisas selecionadas para leitura foram publicadas em 2013 e 2015 (de acordo com o critério de inclusão/exclusão **b**, artigos científicos publicados no período entre 2010 e 2017).

O fato de a busca ter retornado trabalhos com enfoques distintos a respeito do mesmo tema, aponta para a riqueza dos conteúdos científicos que podem ser explorados neste contexto. Dessa forma foi possível conhecer o trabalho desenvolvido pela professora e pesquisadora Uliana (2013), que consiste na criação de um modelo de ensino-aprendizagem desenvolvido de forma artesanal, focado no atendimento de necessidades de alunos deficientes visuais. Possibilitou também o acesso ao conteúdo focado na utilização de modelos de ensino-aprendizagem com maior apelo e exploração tecnológica de dispositivos sensoriais táteis, como apresentado pelos pesquisadores Shimomura, Hvannberg e Hafsteinsson (2013). Permitiu ainda o acesso ao trabalho de Bayram *et al.* (2015), que apontam para a importância do desenvolvimento de uma nova mentalidade e postura positiva por parte dos professores que lidam com alunos com deficiência, no que diz respeito a promoção de uma educação mais inclusiva. E, por fim, o acesso ao trabalho de DePountis *et al.* (2015), que é uma rica contribuição em relação à reafirmação da necessidade de elevação da qualidade das estratégias de ensinagem por parte de professores e pontuam a real necessidade de se fazer uso constante de tecnologia assistiva em sala de aula.

Conhecer os recursos de ensinagem e recursos didáticos que podem ou já estão sendo utilizados em contextos escolares, bem como recursos para possibilitar aos alunos cegos a construção de modelos mentais, de forma geral, é uma contribuição para este trabalho, no momento de desenvolvimento dos roteiros para coleta de dados.

2.4 Teoria de van Hiele

O ensino de conceitos geométricos exige certo esforço por parte dos professores, pois é necessário que eles forneçam exemplos acessíveis à compreensão dos alunos, e que proporcionem também situações de aprendizagem que estimulem as capacidades de imaginação e raciocínio dos mesmos. A respeito da questão do raciocínio e da aprendizagem de conceitos geométricos, a escolha pela utilização da Teoria de van Hiele (1986) se deu pelo fato de ela ser, conforme Purificação e Soares (2001), um gênero que enfoca com maior relevância o currículo escolar, e isso pelo fato de propor níveis de compreensão de conceitos geométricos e também por se atentar às possíveis dificuldades que os alunos em situação escolar possam apresentar.

O uso do Modelo gerado pela Teoria de van Hiele neste trabalho representa o aporte da área necessário para condução das etapas que envolvem conhecimentos que extrapolam aos da equipe de pesquisa. Sendo assim, a apropriação desse Modelo neste trabalho atuou como o uso de uma ferramenta que auxiliou a equipe de pesquisa no momento de desenvolvimento de instrumentos para coleta de dados e também foi de fundamental importância na fase de avaliação do artefato desenvolvido, como consta mais adiante, no **Capítulo 4** deste trabalho.

Também conhecida como Modelo de Aprendizagem de Geometria, a Teoria teve origem em 1957, durante o desenvolvimento da tese de doutorado Dina van Hiele-Geldof e seu marido, Pierre van Hiele na *Utrecht University*, na Holanda. Dina faleceu após concluir sua tese, e seu marido deu prosseguimento às pesquisas e, mais tarde, desenvolveu e publicou a Teoria (VILLIERS, 2011). Ambos eram professores de Matemática no ensino secundário, e apesar de terem interesses bem próximos, suas teses possuíam enfoques distintos. Pierre buscava explicar por que seus alunos tinham problemas para aprender geometria, enquanto Dina estava focada no desenvolvimento de um experimento educacional. Dessa forma, Pierre tinha um trabalho com abordagem explicativa e descritiva, enquanto sua esposa desenvolvia um trabalho prescritivo em relação à organização do conteúdo de geometria, e também atividades de aprendizado, como cita Villiers (2011).

Ao desenvolver uma pesquisa que objetivou verificar se a Teoria de van Hiele apresentaria maior proficiência com alunos da sétima série do Ensino Fundamental, Rodrigues (2007) verificou que alunos que foram submetidos à aplicação do Modelo proposto pela Teoria adquiriram habilidades e competências com mais facilidade, em comparação aos alunos que não foram submetidos a aplicação do modelo. Rodrigues (2007) observou também que houve diferença entre as médias de notas entre esses dois grupos de alunos.

De acordo com a Teoria de van Hiele (1986), no processo de aprendizagem de geometria o estudante precisa progredir no raciocínio geométrico, que é composto por cinco níveis de raciocínio sequenciais e ordenados (Níveis de Compreensão): visualização, análise, dedução informal, dedução formal e rigor (PURIFICAÇÃO; SOARES, 2001). Sendo que para avançar e compreender os conceitos de um nível, é necessário que o aluno tenha dominado o nível anterior. E este aspecto é o mais característico (e provavelmente o central) da Teoria, que é a distinção de cinco níveis

em relação ao domínio da geometria (ARGYROPOULOS, 2002). Esses níveis e suas respectivas características podem ser melhor visualizados no Quadro 5.

Quadro 5 - Níveis de Compreensão.

| NÍVEIS DE COMPREENSÃO | CARACTERÍSTICAS |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nível 1 Visualização ou Reconhecimento | <ul style="list-style-type: none"> • Reconhece visualmente uma figura geométrica; • Tem condições de aprender o vocabulário geométrico; • Não reconhece ainda as propriedades de identificação de uma determinada figura. |
| Nível 2 Análise | <ul style="list-style-type: none"> • Identifica as propriedades de uma determinada figura; • Não faz inclusão de classes.⁹ |
| Nível 3 Dedução Informal ou Ordenação | <ul style="list-style-type: none"> • Já é capaz de fazer a inclusão de classes; • Acompanha uma prova formal, mas não é capaz de construir outra. |
| Nível 4 Dedução Formal | <ul style="list-style-type: none"> • É capaz de fazer provas formais; • Raciocina num contexto de um sistema matemático completo. |
| Nível 5 Rigor | <ul style="list-style-type: none"> • É capaz de comparar sistemas baseados em diferentes axiomas; • É neste nível que as geometrias não-euclidianas são compreendidas. |

Fonte: adaptado de Alves e Sampaio (2010, p.70).

Cada nível de compreensão é diferente dos níveis anteriores, e pode ter um caráter implícito, ao mesmo tempo que o nível seguinte se mostra de forma extrínseca e com representação mais compreensível (VAN HIELE, 1984). Assim sendo, fica claro que com base nas características apresentadas, os níveis formam uma hierarquia e são mutuamente dependentes, conforme Argyropoulos (2002).

A respeito da evolução dos níveis, Purificação e Soares (2001) afirmam que ela depende mais das instruções dadas pelo mediador/educador do que pela idade ou maturidade dos alunos, já que os cinco níveis de raciocínio são acompanhados por cinco fases de aprendizagem. Conforme Purificação e Soares (2001), as Fases de Aprendizagem para elevação dos níveis de pensamento são: informação, orientação guiada, explicitação, orientação e integração. As características referentes às Fases de Aprendizagem podem ser visualizadas no Quadro 6:

⁹ Este conceito, na Teoria Piagetiana é quando a criança compreende noções como as de que uma subclasse nunca pode conter mais elementos do que a classe maior a que ela pertence. Na geometria, é quando, por exemplo, o aluno compreende que todo quadrado é um retângulo.

Quadro 6 - Fases de Aprendizagem.

| FASES DE APRENDIZAGEM | CARACTERÍSTICAS |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase 1 Questionamento ou Informação | <ul style="list-style-type: none">• Professor e aluno dialogam sobre o material de estudo;• Apresentação de vocabulário do nível a ser atingido;• O professor deve perceber quais os conhecimentos anteriores do aluno sobre o assunto a ser estudado. |
| Fase 2 Orientação Direta | <ul style="list-style-type: none">• Os alunos exploram o assunto de estudo através do material selecionado pelo professor;• As atividades deverão proporcionar respostas específicas e objetivas |
| Fase 3 Explicitação | <ul style="list-style-type: none">• O papel do professor é o de observador;• Os alunos trocam experiências, os pontos de vista diferentes contribuirão para cada um analisar suas ideias. |
| Fase 4 Orientação Livre | Tarefas constituídas de várias etapas, possibilitando diversas respostas, a fim de que o aluno ganhe experiência e autonomia. |
| Fase 5 Integração | O professor auxilia no processo de síntese, fornecendo experiências e observações globais, sem apresentar novas ou discordantes ideias. |

Fonte: adaptado de Alves e Sampaio (2010, p.71).

Após fornecer essa síntese do Modelo de van Hiele, a partir de Alves e Sampaio (2010), e seus Níveis de Compreensão e também as Fases de Aprendizagem, cabe ressaltar como se deu o uso do Modelo no presente trabalho, que ocorreu basicamente em dois momentos. Primeiro ele foi usado na criação do roteiro do teste de manuseio que foi desenvolvido para saber como os estudantes cegos interagem com objetos concretos, se apresentam dificuldades para cumprir tarefas propostas, se demonstram compreender conceitos relacionados à percepção da forma e se são capazes de estabelecer relações entre esses objetos, por exemplo.

A respeito do Modelo cabe ressaltar também que para o desenvolvimento deste trabalho foram considerados apenas os Níveis de Compreensão 1, 2 e 3, pois os níveis 4 e 5 são mais complexos, e também porque com base apenas nos Níveis 1, 2 e 3 já seria possível observar e coletar dados conforme os objetivos deste trabalho, que compreendem a questão da percepção tátil. Por fim, acredita-se que os Níveis 4 e 5 seriam de fundamental importância no caso de um estudo que entrasse na questão das Fases de Aprendizagem, que não ocorreu neste trabalho.

2.5 Metodologia de Design

Para que ocorra o desenvolvimento de uma pesquisa científica, é necessário que sejam obedecidos determinados procedimentos que irão conferir confiabilidade aos possíveis resultados que a mesma irá alcançar (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR, 2015). No campo da pesquisa em Design a necessidade se mantém, diferindo apenas na definição de algumas etapas para condução da pesquisa, já que pesquisas de áreas diferentes se fundamentam em conceitos também diferentes (ciências naturais, ciências sociais e *Design Science*, por exemplo).

A realização de uma pesquisa, conforme Dresch, Lacerda e Júnior (2015), parte primeiro de uma razão que motiva e dá início à investigação, podendo ser um tema de interesse pessoal do pesquisador, uma busca por uma resposta a uma questão importante ou ainda ser uma necessidade de compreensão de um determinado fenômeno. Após esse ponto de partida, que é a razão ou motivo da pesquisa, são definidos os objetivos que o pesquisador pretende alcançar por meio de sua investigação. Os objetivos definidos irão indicar qual é o método científico que pode melhor orientar sua pesquisa. Em seguida é necessário definir o método de pesquisa que melhor se aplica à condução do estudo, e isso é o que irá apoiar o pesquisador na determinação de seu próprio método de trabalho (com suas respectivas técnicas de coleta, manipulação e análise de dados), o que irá garantir a correta execução de sua pesquisa (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR, 2015). A associação entre método científico, método de pesquisa e técnicas de coleta, manipulação e análise de dados formam então o método de trabalho ou metodologia de trabalho, que pode adquirir denominações que variam de acordo com a área de pesquisa. No âmbito do Design, é comum o uso do termo Metodologia de Design, sendo que:

[...] é necessário explicar os procedimentos e suas justificativas para a configuração do método de trabalho e das técnicas de coleta de dados. Para isso, algumas decisões anteriores são necessárias e influenciarão tanto na configuração do método de trabalho quanto das escolhas das técnicas de coleta, tratamento e análise dos dados (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR, 2015, p.17).

Existem diferentes definições a respeito do termo Metodologia de Design, então é de fundamental importância que haja o correto entendimento do mesmo (VASCONCELOS *et al.*, 2010). Essas diferentes definições, segundo Vasconcelos *et al.* (2010), decorrem do fato de haverem diferentes pontos de vista de autores que tratam do assunto. Podem haver divergências a respeito do que se trata, de fato, a Metodologia de Design e como

ela se relaciona de forma mais ampla aos campos de estudos em Design, como aponta Kroes (2002), no entanto, para o presente trabalho, a definição de Cross (1984) é um bom ponto de partida. De acordo com o autor, Metodologia de Design é:

[...] o estudo dos princípios, práticas e procedimentos de design. Para mim, a metodologia de design 'inclui o estudo de como os designers trabalham e pensam, formação de estruturas apropriadas para o processo de design, desenvolvimento e aplicação de novos métodos de projeto, técnicas e procedimentos, e reflexão a respeito da natureza e da extensão do conhecimento de design, e sua aplicação em problemas de design' (CROSS, 1984 *apud* CROSS, 1993, p.21).¹⁰

O autor traz então a premissa de que a Metodologia de Design objetiva melhorar a prática de Design e está fortemente orientada ao processo, partindo do estudo a respeito do modo como designers trabalham e pensam, tratando das estruturas e processos de design, desenvolvimento e aplicação de métodos de design e, uma das questões mais relevantes, a dimensão dos conhecimentos em design que podem ser utilizados para solução de problemas.

Bomfim (1995) parte da premissa de que metodologia é a ciência que se encarrega do estudo e dos métodos, das técnicas ou das ferramentas e também de suas possíveis aplicações no processo de definir, organizar e até solucionar problemas (que podem ser de ordem prática ou teórica). O autor ainda traz que no âmbito do Design, a metodologia é a área de conhecimento responsável pela aplicação de métodos a problemas de ordem específica e concreta.

Roozenburg (1998) define a Metodologia de Design como sendo o ramo da ciência que estuda, de forma crítica, estruturas, métodos e normas referentes ao processo de projetar produtos, podendo ser artefatos materiais e também sistemas.

Com base nas definições desses autores, é possível notar a existência de uma convergência no modo como eles percebem a Metodologia de Design e se posicionam em relação à ela, sendo possível aceitar o estabelecimento de uma definição mais abrangente e generalista do que é Metodologia de Design:

¹⁰ Tradução livre da autora. [...] *the study of the principles, practices and procedures of design. For me, design methodology 'includes the study of how designers work and think, the establishment of appropriate structures for the design process, the development and application of new design methods, techniques and procedures, and reflection on the nature and extent of design knowledge and its application to design problems'* (CROSS, 1984 *apud* CROSS, 1993, p.21).

A Metodologia de Design poderia ser entendida então como um processo esquematizado e apoiado em etapas distintas, com o objetivo de aperfeiçoar e auxiliar o Designer (ou a equipe de Design) no desenvolvimento ou concepção de soluções para um determinado problema através de um artefato (seja um produto ou um serviço), oferecendo um suporte de métodos, técnicas ou ferramentas (VASCONCELOS *et al.*, 2010, p.3).

Christopher Wolfgang Alexander, grande influência nas áreas de teoria do Design e arquitetura, em *Notes on the Synthesis of Form* inicia sua discussão falando sobre o fato de o processo de Design consistir no ato de criar estruturas ou objetos reais que representam uma nova ordem física, organização e forma em concordância com sua respectiva função. O autor ainda pontua que um problema de Design possui demandas que devem ser definidas, mas que também possui interações e relação entre elas, o que acaba por trazer dificuldade para essa definição (ALEXANDER, 1964). Nesse contexto, entende-se a Metodologia de Design como um conjunto de métodos ou processos que visam auxiliar o designer no exercício de sua profissão.

No contexto deste trabalho, a Metodologia de Design é sim um processo esquematizado e apoiado em etapas distintas, como citado por Vasconcelos *et al.* (2010), mas também é a base na qual se fundamenta a hipótese para a resolução do problema proposto. Aqui ela assume uma função ainda mais fundamental, que é a de agregar conhecimentos de áreas tão distintas, visando a proposição de soluções para problemas do cotidiano escolar de estudantes cegos.

De forma geral, o objetivo central de uma metodologia é a organização de dados pesquisados a partir do estabelecimento de prioridades, o que facilita o gerenciamento de prazos e também de metas que devem ser alcançadas para que cada uma das etapas propostas seja cumprida, visando a resolução do problema de pesquisa. Ela também pode ser usada como uma ferramenta de gerenciamento, que de forma prática auxilia o pesquisador no processo de conferência da realização de tarefas, evitando falhas de execução durante o processo de desenvolvimento do trabalho, e também aumentando a possibilidade de sucesso ao final do mesmo, garantindo que a solução proposta esteja em conformidade com todas as necessidades e questões levantadas no início da pesquisa.

No que diz respeito a este trabalho, a Metodologia de Design desempenha dupla função: a primeira, como será abordado no **Capítulo 3**, é um requisito básico e necessário para que a pesquisa se desenvolva, seja validada e ainda permita

replicabilidade. A segunda função está relacionada à hipótese levantada neste trabalho, de que ao se orientar uma metodologia por meio de um modelo de desenvolvimento do pensamento geométrico (Teoria de van Hiele), será possível levantar e definir requisitos de projeto que poderão ser uma contribuição teórico-técnica para o desenvolvimento e produção de recursos didáticos táteis que levem em consideração as necessidades de aprendizagem de alunos cegos.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Por se tratar de uma abordagem que visa orientar pesquisas que objetivam o projeto ou o desenvolvimento de novidades (criação de artefatos, geração de soluções para problemas existentes), a *Design Science* foi o método escolhido para ser adotado no presente trabalho. Conforme Dresch, Lacerda e Júnior (2015), esse método de pesquisa tem aplicabilidade em diferentes áreas, desde que objetivem projetar (ou construir) artefatos ou até mesmo propor soluções. A *Design Science* e a *Design Science Research* apoiam estudantes de graduação e pós-graduação que desenvolvem trabalhos em áreas como gestão, engenharia, arquitetura e design, e também pesquisadores, sendo de grande valor para aqueles que não estão interessados somente na concepção de sistemas materiais, mas também no contexto social no qual esses sistemas são construídos e manipulados/usados.

A seguir são informados o delineamento da pesquisa e os procedimentos que foram utilizados para que os objetivos deste estudo fossem alcançados.

3.1 Delineamento

Quanto à ordem, o presente trabalho se caracteriza como uma pesquisa de natureza aplicada, devido ao seu caráter prático, sendo que "seu principal interesse é que os resultados auxiliem os profissionais na solução de problemas do dia a dia" (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR, 2015, p.15).

Segundo os objetivos, o trabalho é do tipo exploratório, pois "visa a proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou construindo hipóteses sobre ele" (PRODANOV e FREITAS, 2013, p.127).

Em relação aos procedimentos técnicos que foram adotados, o trabalho fez uso de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e levantamento por meio de contato direto com pessoas, conforme apontamentos de Prodanov e Freitas (2013).

Quanto à abordagem, o presente trabalho se enquadra na categoria qualitativa com finalidade descritiva, pois "o ambiente natural é fonte direta para coleta de dados,

interpretação de fenômenos e atribuição de significados" (PRODANOV e FREITAS, 2013, p.128).

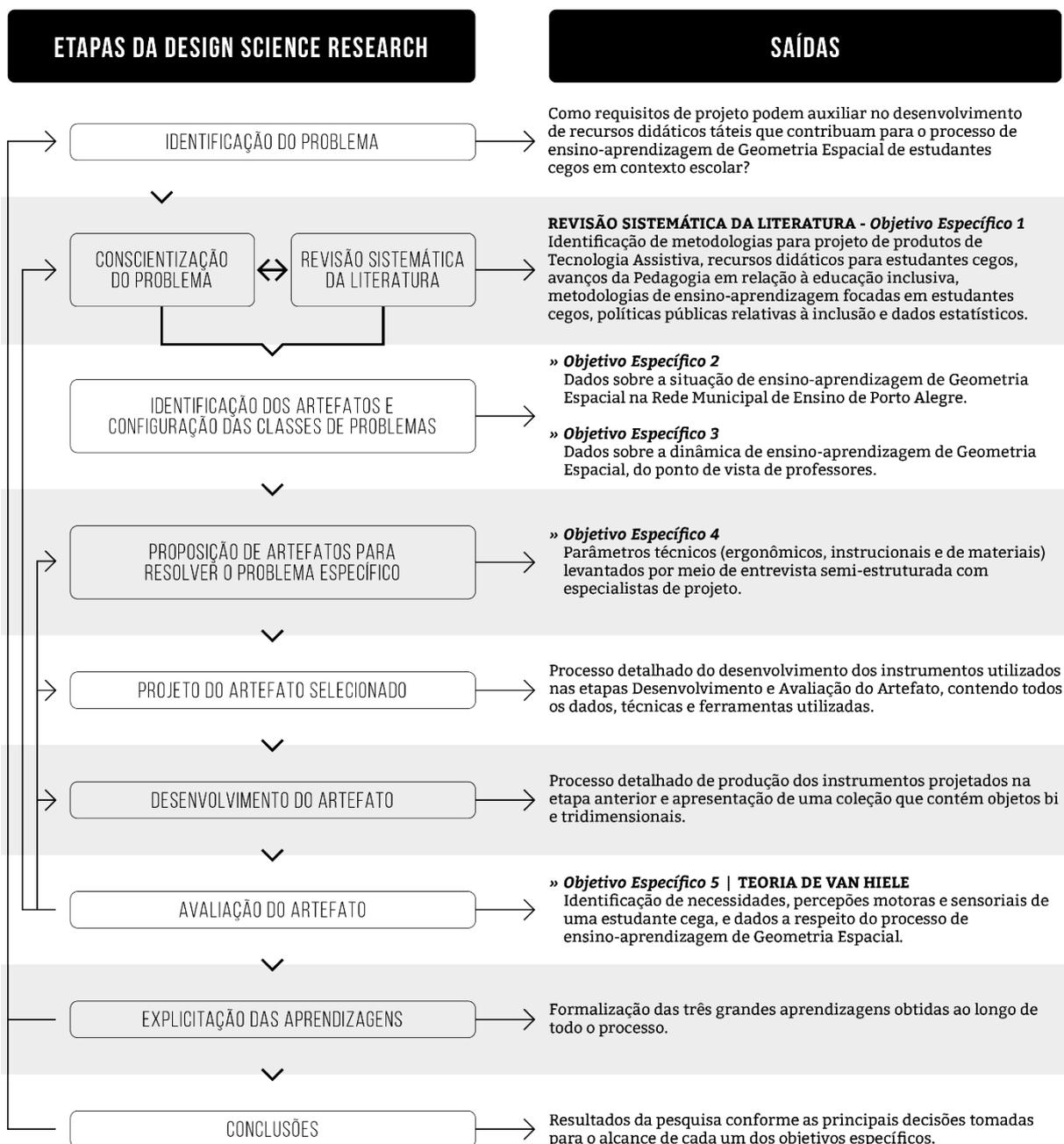
Do ponto de vista científico, o método escolhido para o desenvolvimento do presente trabalho foi o hipotético-dedutivo. A definição do método científico teve como base o ponto de partida da pesquisa, que se propôs a desenvolver um trabalho que visava resolver um problema de ordem prática, identificando através da observação direta (por meio de entrevistas e contato direto com indivíduos envolvidos no problema da pesquisa) e também indireta (por meio de pesquisa bibliográfica) de um fenômeno.

Conforme Shareef (2007), o método hipotético-dedutivo parte de conhecimentos prévios para identificar um determinado problema, propor e testar hipóteses que poderão resultar em explicações e previsões. Como visto em Dresch, Lacerda e Júnior (2015), esse método sugere que a partir de um conhecimento previamente construído e de uma determinada lacuna observada, pesquisadores podem propor teorias em forma de hipóteses ou proposições que podem ser testadas.

Ainda conforme Dresch, Lacerda e Júnior (2015), para atingir o rigor da pesquisa fundamentada no método da *Design Science Research*, é importante que o pesquisador complete cada uma das etapas que são propostas pelo método, observando suas respectivas saídas. As etapas da *Design Science Research*, com suas saídas, podem ser vistas a seguir, na Figura 11.

A *Design Science Research* é um método de pesquisa aplicado com a finalidade de projetar ou construir artefatos ou até mesmo propor soluções. A Figura 11 traz etapas referentes ao desenvolvimento de um artefato, porém é necessário destacar o fato de que este trabalho objetiva definição de requisitos de projeto. Sendo assim, o desenvolvimento deste trabalho atendeu às etapas identificadas por “artefato” e “artefatos”, e apesar de terem sido identificados e desenvolvidos artefatos neste trabalho, quanto à contribuição aqui explicitada, devem ser considerados os requisitos levantados e considerados nos momentos de desenvolvimento, projeto e avaliação.

Figura 11 - Design Science Research - etapas e saídas.



Fonte: adaptado de Dresch, Lacerda e Júnior (2015, p.134).

3.2 Método de Trabalho

Definido a partir da combinação de diferentes métodos de coleta de dados (Revisão Sistemática de Literatura, entrevistas, aplicação de teste de manuseio e aplicação de questionário pós-teste), o método para o desenvolvimento do presente trabalho se desenvolveu de acordo com as etapas propostas pela *Design Science Research*.

A respeito do processo de investigação nas escolas, primeiro foi necessário obter uma autorização da SMED-POA (o Termo de Anuência está disponível no **Anexo A**), que indicou quatro escolas para participação da pesquisa. Também foi necessário obter autorização das respectivas escolas para a realização da pesquisa. Ficou acordado entre a SMED-POA e a equipe de pesquisa deste trabalho, que ao final da pesquisa, deveria haver uma reunião com a equipe da Diretoria Pedagógica da SMED-POA para relatar os resultados obtidos, como condição para realização da pesquisa nas escolas da RME.

Quanto à Coleta de Dados, foi levantado o maior número possível de informações relacionadas às áreas de interesse deste trabalho, sempre respeitando os procedimentos metodológicos estabelecidos. Na fase de Análise de Dados foram seguidas as indicações da *Design Science Research*, sendo basicamente conduzida por meio da triangulação dos dados obtidos na Revisão Sistemática da Literatura, falas dos especialistas de educação e projeto, e também da interação com a estudante cega.

3.2.1 Coleta de Dados

Para alcançar o **Objetivo Específico 1** foi feita uma Revisão Sistemática da Literatura em periódicos nacionais nas classificações A1, A2 e B1, dentro do Evento de Classificação mais atualizado (Classificações de Periódicos Quadriênio 2013 – 2016). Para alcançar o **Objetivo Específico 2** foi feita uma pesquisa documental (*on-line*, no site da Prefeitura Municipal de Porto Alegre - RS) e uma entrevista semiestruturada com uma representante da Diretoria Pedagógica da SMED-POA. Para alcançar o **Objetivo Específico 3** foram feitas entrevistas semiestruturadas com especialistas da área da Educação Matemática e Educação Especial. Para alcançar o **Objetivo Específico 4** foram feitas entrevistas semiestruturadas com especialistas em projeto. Para alcançar o **Objetivo específico 5** foi feita uma interação composta por três momentos (entrevista, teste de manuseio e aplicação de questionário pós-teste) com uma estudante cega do Ensino Fundamental. O Quadro 7 traz, de forma sintetizada, as informações quanto aos procedimentos para coleta de dados relativos a cada um dos objetivos específicos.

Quadro 7 - Procedimentos metodológicos para coleta de dados.

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Conhecer a atual situação do ensino-aprendizagem de Geometria Espacial focada em estudantes cegos no Brasil, para levantar informações gerais sobre o panorama geral desse contexto. | Revisão Sistemática da Literatura. |
| 2 Conhecer a atual situação do ensino-aprendizagem de Geometria Espacial focada em estudantes cegos da Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre, para entender como tem se dado o processo de ensino especial. | <ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa documental (<i>on-line</i>, no site da Prefeitura Municipal de Porto Alegre - RS); • Entrevista semiestruturada com um representante da Diretoria Pedagógica da SMED-POA. |
| 3 Conhecer a dinâmica de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial voltadas para estudantes cegos, para levantar critérios a respeito desse processo, do ponto de vista do professor. | Entrevista semiestruturada (individualmente e de forma presencial) com especialistas da área da Educação que sejam professores de Matemática ou da Educação Especial. |
| 4 Levantar parâmetros técnicos (ergonômicos, instrucionais e de materiais) para auxiliar no estabelecimento de requisitos de projeto, para nortear o processo de definição de requisitos. | Entrevista semiestruturada com especialistas da área de Projeto, contemplando as áreas do Design, Engenharia e Ergonomia. |
| 5 Identificar quais são as necessidades, percepções motoras e sensoriais e como se dá o processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial, do ponto de vista de estudantes cegos, para levantar critérios a respeito da interação com recursos didáticos. | <p>Contato individual e presencial estudantes cegos dos anos finais do Ensino Fundamental de Escolas Municipais de Porto Alegre, dividido em três momentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entrevista estruturada; • Aplicação de teste de manuseio de objetos; • Aplicação de um questionário pós-teste (para avaliação qualitativa). |

Fonte: elaborado pela autora.

É importante ressaltar que este estudo responde aos parâmetros éticos de pesquisa. A participante menor de idade recebeu e assinou o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e todos os participantes adultos receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A respeito da Participante 14, que é cega, o TCLE foi apresentado de forma oral e ela o assinou à tinta, na presença de uma professora. Os Termos supracitados estão disponíveis nos **Apêndices E** e **F**. Todas as escolas visitadas foram indicadas pela SMED-POA para a participação na pesquisa, e todos os participantes relacionados ao contexto escolar (professores e uma estudante) foram indicados pela direção das respectivas escolas visitadas. Para preservar a identidade dos participantes da pesquisa, todos foram identificados por meio de código numérico, conforme exigência do Comitê de Ética em Pesquisa.

3.2.2 Participantes da Pesquisa

Parte dos dados importantes para o desenvolvimento deste trabalho foram obtidos por meio da colaboração de indivíduos relacionados ou inseridos nos contextos nos quais este trabalho se insere. Os participantes deste trabalho são divididos entre especialistas e estudantes voluntários, e estão descritos a seguir:

- Especialistas: para o desenvolvimento da pesquisa foram contatados especialistas da área da Educação (sendo que um deles era representante da diretoria da SMED-POA) e especialistas da área de projeto.
- Estudante cega: para participar da pesquisa, dois requisitos básicos foram atendidos: ser estudante cego (congenito ou adquirido) e estar matriculado e frequente no Ensino Fundamental de uma escola da RME-POA.

4. DESENVOLVIMENTO

Neste Capítulo são apresentadas as etapas que vão desde a Revisão Sistemática da Literatura até a Comunicação dos Resultados, conforme Figura 11 (etapas e saídas da *Design Science Research*). As etapas estão nomeadas de acordo com o método proposto, e seus respectivos conteúdos são apresentados e desenvolvidos conforme o contexto da pesquisa.

4.1 Revisão Sistemática da Literatura

Para alcançar o **Objetivo Específico 1** “Conhecer a atual situação do ensino-aprendizagem de Geometria Espacial focada em estudantes cegos no Brasil, para levantar informações gerais sobre o panorama geral desse contexto”, o procedimento metodológico escolhido foi uma Revisão Sistemática da Literatura, tanto pelo fato de ser um instrumento muito potente para levantamento de dados bibliográficos, quanto pelo fato de ela ser uma etapa fundamental para o uso e aplicação da *Design Science Research* (MORANDI e CAMARGO, 2015, p.141) – método de pesquisa que está sendo usado neste trabalho.

No âmbito do Design, a intenção foi levantar informações a respeito de desenvolvimento e produção de recursos didáticos (recursos didáticos táteis, objetos de aprendizagem, objetos educacionais, materiais instrucionais) e também localizar possíveis metodologias para o desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva para contexto escolar. No âmbito da Educação, a intenção foi localizar recursos didáticos para estudantes cegos, que foram e/ou estão sendo utilizados no contexto escolar, metodologias de ensino-aprendizagem focadas nos estudantes cegos no contexto escolar, e avanços da Pedagogia em relação à educação inclusiva de estudantes cegos no contexto escolar, no ensino-aprendizagem de Geometria Espacial. No âmbito de políticas públicas e assuntos adjacentes, a intenção foi localizar possíveis políticas públicas relacionadas à aplicação e promoção da inclusão de estudantes cegos no contexto escolar, e também coletar possíveis novos dados estatísticos específicos que complementem, de alguma forma, os dados levantadas pelo Censo Demográfico de 2010.

Vale ressaltar o fato de esta Revisão Sistemática da Literatura não ter sido feita de forma automatizada. Devido às características do Objetivo Específico 1 e as barreiras encontradas no momento preliminar às buscas (momentos de testes de *strings* e possíveis ferramentas de busca), percebeu-se a necessidade de definir uma estratégia de busca que viabilizasse a execução dessa etapa do trabalho. A estratégia de busca deste trabalho se sustenta principalmente na necessidade de encontrar estudos desenvolvidos e/ou direcionados ao contexto brasileiro de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial focados em alunos cegos, sendo, necessariamente, artigos científicos. Outro ponto de sustentação dessa Revisão é a busca por estudos de alto nível, o que levou a concentrar as buscas por artigos publicados em periódicos nas classificações A1, A2 e B1. Sendo assim, a fonte de pesquisa selecionada para realização das buscas foi a Plataforma Sucupira, pelo fato de permitir refinar buscas por classificação dos periódicos associadas às áreas de avaliação dentro do quadriênio atual.

Os critérios adotados para a inclusão de fontes foram aplicadas sobre registros dentro do Evento de Classificação mais atualizado (Classificações de Periódicos Quadriênio 2013 - 2016), como pode ser visto a seguir: **a)** ser artigo científico e proveniente de periódico nacional; **b)** artigo completo disponível gratuitamente (*open access*); **c)** ter sido publicado no intervalo de 2010 a 2018 (para estabelecer possíveis relações com o último Censo Demográfico); **d)** ter sido redigido em português, inglês ou espanhol.

Os critérios adotados para a exclusão de fontes foram aplicados sobre registros selecionados e foram basicamente: **e)** dados que não conferiam (ISSN, Qualis, nome do Periódico ou até mesmo *links* que não redirecionavam); **f)** periódicos disponíveis apenas em forma impressa. Vale salientar que todos os registros referentes a periódicos estrangeiros foram desconsiderados, dado o fato de que para a presente pesquisa é a produção nacional que é relevante. Quanto aos registros referentes aos periódicos nacionais, foram desconsiderados todos os registros com entradas duplicadas e triplicadas, registros com ISSN que não conferia com o que constava na Plataforma, periódicos com nomes incorretos e até mesmo a não localização do periódico.

Visando a atribuição de valor (em termos de qualidade e relevância do conteúdo do artigo) às publicações selecionadas, foram definidos alguns critérios de qualidade (**C**), sendo eles:

(C1) Apresenta metodologia para projeto de produtos de Tecnologia Assistiva;

- (C2)** Apresenta desenvolvimento e/ou produção de recursos didáticos (recursos didáticos táteis, objetos de aprendizagem, objetos educacionais, materiais instrucionais) ou mesmo recursos didáticos que estão sendo utilizados por estudantes cegos no contexto escolar;
- (C3)** Apresenta ou discute avanços da Pedagogia em relação à educação inclusiva de estudantes cegos no contexto escolar (no que diz respeito ao ensino-aprendizagem de Geometria Espacial);
- (C4)** Apresenta metodologia de ensino-aprendizagem focada em estudantes cegos no contexto escolar;
- (C5)** Apresenta ou discute políticas públicas relacionadas à aplicação e promoção da inclusão de estudantes cegos no contexto escolar;
- (C6)** Apresenta dados estatísticos que complementem, de alguma forma, os dados apresentados na Introdução e Fundamentação Teórica deste trabalho, a respeito de Censo Demográfico de 2010.

A respeito da busca, inclusão e exclusão, o processo como um todo ocorreu em cinco grandes etapas, sendo elas:

ETAPA 1: a Plataforma Sucupira permite *download* dos registros em forma de tabela (na extensão “.xls”), então a primeira etapa consistiu em baixar, de Classificações de Periódicos Quadriênio 2013 - 2016, todos os registros A1, A2 e B1 das áreas de avaliação que possuem relação direta com o objetivo central deste trabalho:

- Arquitetura, Urbanismo e Design (A1: 84 registros, A2: 133 registros e B1: 68 registros);
- Educação (A1: 121 registros, A2: 380 registros e B1: 542 registros);
- Matemática/Probabilidade e Estatística (A1: 120 registros, A2: 145 registros e B1: 260 registros).

Ainda nessa primeira etapa foi necessário buscar o *site* do periódico, para então saber sua nacionalidade (informações que não constam na Plataforma Sucupira). Periódicos estrangeiros, periódicos com nacionalidade não identificada, periódicos com registros duplicados ou triplicados, periódicos com ISSN e/ou nome incompatíveis e periódicos que não foram localizadas após busca, foram desconsiderados.

ETAPA 2: com a tabela de periódicos brasileiros já organizada, a Etapa 2 consistiu em aplicar filtros sobre os títulos dos periódicos, para selecionar ou excluir de acordo com o que diziam. Periódicos que pelo título já indicavam não ter nenhuma relação com o objetivo deste trabalho foram automaticamente excluídos, por exemplo o periódico Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ISSN 1678-4162), que é um periódico de Qualis A2 registrado na área de avaliação Arquitetura, Urbanismo e Design. O *site* de cada periódico foi acessado para que após a leitura de temas e subtemas de interesse do mesmo, pudesse ser feita a exclusão daqueles que não tinham relação com esta pesquisa, e a seleção daquelas que tinham ou poderiam ter relação com a pesquisa. Cabe aqui ressaltar que o critério de inclusão **b** (artigo completo disponível gratuitamente - *open access*) e o critério de exclusão **f** (periódicos disponíveis apenas em forma impressa) são aplicados diretamente nessa etapa.

ETAPA 3: organizada a tabela de periódicos brasileiros com títulos que tinham ou poderiam ter relação com a pesquisa, essa etapa consistiu em entrar no *site* de cada periódico selecionado e trazer para a tabela todas as edições publicadas de 2010 a 2018 (critério de inclusão **c**). Em seguida cada uma das edições foi acessada para que fosse feita a leitura dos artigos publicados, sendo que aqueles que poderiam ter alguma relação com a pesquisa foram incorporados a essa tabela.

ETAPA 4: aqui constaram apenas os artigos selecionados após a leitura de seus respectivos títulos, organizados em uma nova tabela. Essa etapa consistiu na leitura dos resumos desses artigos selecionados, sendo que após a leitura, os artigos eram excluídos ou selecionados para leitura completa. Cabe ressaltar que por uma questão de otimização de tempo, a etapa comumente usada de leitura de palavras-chave foi desconsiderada nesse trabalho, focando apenas no título, resumo e leitura completa dos artigos.

ETAPA 5: etapa final da busca, inclusão e exclusão de publicações, essa etapa consistiu na leitura completa dos 24 artigos selecionados, como pode ser visto no Quadro 8. Aqui é importante ressaltar que a lista completa de artigos selecionados contém 25 itens, no entanto um deles (item 13) já foi abordado na Fundamentação Teórica deste trabalho, conforme consta no **Apêndice A**.

Quadro 8 - Artigos Selecionados para Leitura Completa.

| ÁREA DE AVALIAÇÃO | ARTIGO | | QUALIS |
|---------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Arquitetura, Urbanismo e Design | 1 | Design em situações de ensino-aprendizagem | A2 |
| | 2 | As Emoções do Professor Frente ao Processo de Inclusão Escolar: uma Revisão Sistemática | |
| | 3 | O desenvolvimento de crianças cegas e de crianças videntes | |
| | 4 | Análise exploratória das escalas de silhuetas bidimensionais e tridimensionais adaptadas para a pessoa com cegueira | |
| | 5 | Proposta de um fluxograma para o processo de desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva | B1 |
| | 6 | A cidade sem olhos: um estudo sobre percepção sensorial tátil como instrumento de leitura de projetos | |
| | 7 | Projeto de Tecnologias Assistivas com abordagem centrada no usuário: diagramas da interação produto-usuário-contexto | |
| | 8 | Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais | |
| | 9 | Desenvolvimento de brinquedos para crianças com deficiência visual: um estudo de caso | |
| | 10 | A formação da imagem mental em deficientes visuais | |
| | 11 | Ensino-aprendizagem do desenho geométrico aplicado ao deficiente visual | |
| | 12 | Desenhando na escuridão | |
| Educação | 13 | Inclusão de Estudantes Cegos nas Aulas de Matemática: a construção de um <i>kit</i> pedagógico | A1 |
| | 14 | A Inclusão de Alunos Cegos nas Aulas de Matemática: explorando Área, Perímetro e Volume através do Tato | |
| | 15 | Tecnologia Assistiva, direitos humanos e educação inclusiva: uma nova sensibilidade | |
| | 16 | Tecnologias Assistivas e deficiência: algumas considerações | |
| | 17 | <i>La Inclusión en la Formación Inicial de Profesores de Matemáticas</i> | A2 |
| | 18 | Estudos nacionais sobre o ensino para cegos: uma revisão bibliográfica | |
| | 19 | Análise de produtos desenvolvidos no mestrado profissional na área de matemática: possibilidades de adaptações para o uso com estudantes cegos | |
| | 20 | Inclusão escolar: algumas discussões em educação matemática | |
| | 21 | O uso das tecnologias de informação e comunicação aplicadas como Tecnologia Assistiva na construção do conhecimento dos alunos com deficiência visual que frequentam as salas de recursos multifuncionais | |
| | 22 | O ensino da Matemática para portadores de deficiência visual | B1 |
| | 23 | As aulas de Matemática na escolarização inclusiva de um sujeito cego: o caso Lucas | |
| | 24 | Educação Matemática em uma perspectiva inclusiva: percepções de professores e alunos deficientes visuais | |
| | 25 | Inclusão no Ensino Médio: Geometria para Deficiente Visual | |

Fonte: elaborado pela autora

Apenas para fornecer um panorama da extensão da busca deste trabalho, a Quadro 9 apresenta, em termos quantitativos, o que foi executado nessa Revisão Sistemática da Literatura (RSL).

Quadro 9 - Panorama quantitativo da extensão da busca da RSL.

| ÁREA DE AVALIAÇÃO: | QUALIS: | SITUAÇÃO: |
|------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arquitetura, Urbanismo e Design | A1 | 084 periódicos registrados 001 periódico brasileiro 000 periódicos selecionados pelo seu título 000 artigos selecionados pelo título (para leitura de resumo) |
| | A2 | 133 periódicos registrados 063 periódicos brasileiros 014 periódicos selecionados pelo seu título 024 artigos selecionados pelo título (para leitura de resumo) 004 artigos selecionados para leitura completa |
| | B1 | 068 periódicos registrados 021 periódicos brasileiros 008 periódicos selecionados pelo seu título 038 artigos selecionados pelo título (para leitura de resumo) 008 artigos selecionados para leitura completa |
| Educação | A1 | 121 periódicos registrados 033 periódicos brasileiros 016 periódicos selecionados pelo seu título 063 artigos selecionados pelo título (para leitura de resumo) 004 artigos selecionados para leitura completa |
| | A2 | 380 periódicos registrados 078 periódicos brasileiros 023 periódicos selecionados pelo seu título 043 artigos selecionados pelo título (para leitura de resumo) 005 artigos selecionados para leitura completa |
| | B1 | 542 periódicos registrados 201 periódicos brasileiros 036 periódicos selecionados pelo seu título 008 artigos selecionados pelo título (para leitura de resumo) 004 artigos selecionados para leitura completa |
| Matemática/ Probabilidade e Estatística | A1 | 120 periódicos registrados 000 periódicos brasileiros 000 periódicos selecionados pelo seu título 000 artigos selecionados pelo título (para leitura de resumo) |
| | A2 | 145 periódicos registrados 001 periódico brasileiro 001 periódico selecionado pelo seu título 000 artigos selecionados pelo título (para leitura de resumo) |
| | B1 | 260 periódicos registrados 003 periódicos brasileiros 000 periódicos selecionados pelo seu título 000 artigos selecionados pelo título (para leitura de resumo) |

Fonte: elaborado pela autora

Com a finalidade de atribuir valor qualitativo (em termos de relevância para o presente trabalho), cada artigo lido foi avaliado com base nos seis critérios de qualidade (**C**) apresentados, e o valor (**T**) total da avaliação consta na coluna à extrema direita do Quadro 10, no qual estão apresentados os valores atribuídos a cada publicação. A avaliação tem como base uma pontuação simbólica, na qual 0 é atribuído a critérios não atendidos, 5 a critérios parcialmente atendidos (com uma abordagem superficial ou indireta), e 10 a critérios atendidos.

Quadro 10 - Avaliação dos Artigos por meio dos Critérios de Qualidade.

| ARTIGO | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | T |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| 1 | Design em situações de ensino-aprendizagem | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 2 | As Emoções do Professor Frente ao Processo de Inclusão Escolar: uma Revisão Sistemática | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 3 | O desenvolvimento de crianças cegas e de crianças videntes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Análise exploratória das Escalas de Silhuetas Bidimensionais e Tridimensionais adaptadas para a pessoa com cegueira | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | Proposta de um fluxograma para o processo de desenvolvimento de produtos de Tecnologia Assistiva | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 6 | A cidade sem olhos: um estudo sobre percepção sensorial tátil como instrumento de leitura de projetos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Projeto de Tecnologias Assistivas com abordagem centrada no usuário: diagramas da interação produto-usuário-contexto | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 8 | Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais | 10 | 10 | 0 | 0 | 5 | 5 | 30 |
| 9 | Desenvolvimento de brinquedos para crianças com deficiência visual: um estudo de caso | 10 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 10 | A formação da imagem mental em deficientes visuais | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | Ensino-aprendizagem do Desenho Geométrico aplicado ao deficiente visual | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 10 |
| 12 | Desenhando na escuridão | 0 | 5 | 0 | 0 | 10 | 0 | 15 |
| 13 | Inclusão de Estudantes Cegos nas Aulas de Matemática: a construção de um <i>kit</i> pedagógico | Artigo já apresentado e discutido (vide APÊNDICE A). | | | | | | |
| 14 | A Inclusão de Alunos Cegos nas Aulas de Matemática: explorando Área, Perímetro e Volume através do Tato | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 | 10 |
| 15 | Tecnologia Assistiva, Direitos Humanos e Educação Inclusiva: uma nova sensibilidade | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | Tecnologias Assistivas e Deficiência: Algumas Considerações | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | <i>La Inclusión en la Formación Inicial de Profesores de Matemáticas</i> | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 10 |
| 18 | Estudos Nacionais sobre o Ensino para Cegos: uma Revisão Bibliográfica | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 19 | Análise de produtos desenvolvidos no Mestrado Profissional na área de Matemática: possibilidades de adaptações para o uso com estudantes cegos | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 10 |
| 20 | Inclusão Escolar: algumas discussões em Educação Matemática | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 21 | O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação aplicadas como Tecnologia Assistiva na construção do conhecimento dos alunos com deficiência visual que frequentam as Salas de Recursos Multifuncionais | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 22 | O ensino da Matemática para portadores de deficiência visual | 0 | 10 | 0 | 0 | 10 | 5 | 25 |
| 23 | As aulas de Matemática na escolarização inclusiva de um sujeito cego: o caso Lucas | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 | 20 |
| 24 | Educação Matemática em uma perspectiva inclusiva: percepções de professores e alunos deficientes visuais | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 25 | Inclusão no Ensino Médio: Geometria para Deficiente Visual | 0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 | 20 |

Fonte: elaborado pela autora

Os artigos com pelo menos 20 pontos foram discutidos conforme os critérios de qualidade, artigos com 10 e 15 pontos foram apenas comentados (considerando os critérios atendidos e possíveis tópicos de relevância) e artigos com até 5 pontos foram

eliminados. No Quadro 11 constam a pontuação de cada artigo selecionado para ser comentado ou discutido, seus respectivos anos de publicação, autores e periódico onde foi publicado.

Quadro 11 - Relação de artigos selecionados para comentários e discussão.

| ARTIGO | | PONTUAÇÃO | AUTORES | PERIÓDICO |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1 | Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais (2014) | 30 | Brendler, C. F. <i>et al.</i> | Educação Gráfica (B1) |
| 2 | Desenvolvimento de brinquedos para crianças com deficiência visual: um estudo de caso (2014) | 15 | Silva, R. S. <i>et al.</i> | Educação Gráfica (B1) |
| 3 | Ensino-aprendizagem do Desenho Geométrico aplicado ao deficiente visual (2010) | 10 | Máximo, M. Â. Z. | Educação Gráfica (B1) |
| 4 | Desenhando na escuridão (2013) | 15 | Villarouco, Vilma; Flores, Angela R. B. | InfoDesign (B1) |
| 5 | A Inclusão de Alunos Cegos nas Aulas de Matemática: explorando Área, Perímetro e Volume através do Tato (2010) | 10 | Fernandes, S. H. A. A.; Healy, L. | Bolema (A1) |
| 6 | <i>La Inclusión en la Formación Inicial de Profesores de Matemáticas</i> (2018) | 10 | Silva, S. C. R.; Viginheski, L. V. M.; Shimazaki, E. M. | Acta Scientiarum Education (A2) |
| 7 | Análise de produtos desenvolvidos no Mestrado Profissional na área de Matemática: possibilidades de adaptações para o uso com estudantes cegos (2017) | 10 | Viginheski, L. V. M. <i>et al.</i> | Revista Diálogo Educacional (A2) |
| 8 | O ensino da Matemática para portadores de deficiência visual (2010) | 25 | Ferreira, A. L. <i>et al.</i> | Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional (B1) |
| 9 | As aulas de Matemática na escolarização inclusiva de um sujeito cego: o caso Lucas (2018) | 20 | Borges, F. A.; Pereira, T. | Revista Cocar (B1) |
| 10 | Inclusão no Ensino Médio: Geometria para Deficiente Visual (2013) | 20 | Silva, D. C.; Leivas, J. C. S. | Educação Matemática em Revista (B1) |

Fonte: elaborado pela autora

Dos artigos selecionados para serem comentados, apenas um apresenta uma metodologia para projeto de produtos de Tecnologia Assistiva (C1). Ao abordar a questão do desenvolvimento de brinquedos para crianças com deficiência visual (DV), Silva *et al.* (2014) apresentam um estudo de caso completo, bem fundamentado teoricamente e com consistentes etapas de evolução que culminaram na confecção de protótipos. A metodologia proposta pelos autores para o desenvolvimento desses brinquedos se fundamenta em conhecimentos relativos ao Design de Produtos, conforme apontamentos de Löbach (2001), combinados com análise de similares, entrevistas, observações de campo, análise de mercado e análise de configuração estética. Os autores ainda utilizam o *software* RQDA para a análise de dados qualitativos obtidos por meio das entrevistas.

Quanto ao desenvolvimento e/ou produção de recursos didáticos (recursos didáticos táteis, objetos de aprendizagem, objetos educacionais, materiais instrucionais) ou mesmo recursos didáticos que estão sendo utilizados por estudantes cegos no contexto escolar (C2), Silva *et al.* (2014), Máximo (2010), Villarouco e Flores (2013), Fernandes e Healy (2010), Silva *et al.* (2018) e Viginheski *et al.* (2017) são os autores que abordam o assunto em seus trabalhos. Apesar de, em seu trabalho, Silva *et al.* (2014) abordarem o desenvolvimento de brinquedos, vale ressaltar que a observação de campo ocorreu durante atendimentos da criança avaliada na pesquisa (à época com três anos de idade), na unidade de Educação Precoce e Psicopedagogia da SMED-POA, num período de dois meses. Os autores pontuaram que os recursos táteis mais citados foram jogo de blocos e quebra-cabeças. Máximo (2010) aborda a questão do ensino-aprendizagem de Desenho Geométrico aplicado a alunos com DV, apresentando um *kit* de desenho adaptado, no qual todos os objetos para desenho (de uso comum) possuem uma adaptação para possibilitar o uso por parte desses alunos, como por exemplo uma prancheta de mão recoberta por borracha semirrígida, régua graduada em relevo, compasso e transferidor adaptados, carretilhas e canetas esferográficas sem tinta. Villarouco e Flores (2013) apresentaram um projeto ainda em desenvolvimento (à época), que se tratava do desenvolvimento de um Ambiente Virtual de Aprendizagem Inclusivo (AVA-I) para abordagem de conteúdos de Geometria Plana. Os autores apresentaram o desenvolvimento teórico da pesquisa e também algumas telas (que chamaram de *storyboards*) com atividades propostas pelo Objeto de Aprendizagem no AVA-I e as diretrizes para navegação. Fernandes e Healy (2010) apresentaram pranchas para estudos de área e perímetro, que segundo elas, têm como foco principal o favorecimento de estímulos hápticos. As pranchas eram de 25x30cm, foram confeccionadas em madeira e revestidas com lâminas de EVA em uma das faces – onde as figuras geométricas foram recortadas. Para a realização das atividades de cálculo de volume, as autoras ofereceram aos participantes da pesquisa cubos de madeira de 1x1cm, que foram então a unidade de medida utilizada por eles. No trabalho de Silva *et al.* (2018) a questão da deficiência, em contexto escolar, é abordada a partir de uma perspectiva mais abrangente, então os recursos apontados pelas autoras não são exclusivos para uso com deficientes visuais, sendo eles: blocos lógicos, material dourado, dominó, ábaco e tabuleiro geométrico, por exemplo. Em relação à formação de professores, as autoras citam as aulas de Braille e Soroban, citam a utilização do Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa - CMU (Brasil, 2006) e a adaptação de materiais e atividades matemáticas de acordo com a deficiência do

estudante, exemplificando com materiais para manipulação e utilização de relevos, em caso de estudantes cegos. Por fim, Viginheski *et al.* (2017) apresentam uma série de produtos que foram desenvolvidos em um mestrado profissional, para a área de ensino de Matemática, e propuseram maneiras de adaptar cada um desses produtos, para que pudessem ser usados num contexto escolar inclusivo. Dos 11 produtos apresentados, nenhum objetivava ensino-aprendizagem de Geometria Espacial, enquanto quatro focavam na Geometria Plana, um na Geometria Fractal e os demais produtos em outras áreas da Matemática.

Em relação às metodologias de ensino-aprendizagem focadas em estudantes cegos no contexto escolar **(C4)**, Fernandes e Healy (2010) são as autoras que abordam o assunto em seus trabalhos. A forma como as autoras conduziram seu trabalho, por si só, já é uma contribuição formal de como lidar com estudantes com deficiência visual em contexto escolar, como coordenar atividades com atenção ao modo de falar, aos recursos disponibilizados e também ao respeito aos estudantes e estimulação de suas capacidades cognitivas. No entanto, o que mais chama a atenção nesse trabalho foi uma metodologia inspirada no trabalho Vygotsky (1998a, p.77-99) e que foi usada pelas autoras. Elas usaram essa metodologia como recurso para análise dos dados obtidos através do contato com os participantes deficientes visuais de sua pesquisa, porém ela pode ser utilizada em contexto escolar, para promoção do ensino-aprendizagem. Conhecido como Método Funcional de Dupla Estimulação, essa metodologia é norteada por três princípios básicos (análise de processos, não objetos; análise explicativa, não descritiva; análise do desenvolvimento das formas superiores de comportamento), e consiste em apresentar aos indivíduos dois conjuntos de estímulos, sendo que um deles é o objeto da atividade proposta, e o outro é uma seleção de signos que podem cooperar na organização da atividade (VYGOTSKY, 1998b, p.70).

Máximo (2010), Villarouco e Flores (2013), Silva *et al.* (2018) e Viginheski *et al.* (2017) são os autores que apresentam ou discutem políticas públicas relacionadas à aplicação e promoção da inclusão de estudantes cegos no contexto escolar **(C5)**. Máximo (2010) apresenta breves comentários a respeito da aprovação da Portaria N.º 1.793, de dezembro de 1994 (BRASIL, 1994), que foi o marco histórico que instituiu a necessidade de inclusão de disciplinas relativas a aspectos éticos, políticos e educacionais nos currículos de formação de docentes e outros profissionais que interagem com pessoas com NEE (prioritariamente nos cursos de Pedagogia, Psicologia e em todas as

Licenciaturas). Villarouco e Flores (2013) apresentam brevemente o Art. 58 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996), que é pautada basicamente no princípio do direito universal à educação para todos. Silva *et al.* (2018) também citam a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, mas complementam o embasamento legal do artigo citando a Declaração Universal de Direitos Humanos (BRASIL, 2009), a Constituição Federativa do Brasil de 1988 (BRASIL, 2016) e a Declaração de Salamanca (BRASIL, 1994). Viginheski *et al.* (2017) também comentam o fato de as discussões a respeito da questão da inclusão, no ensino regular, de pessoas com deficiência terem se intensificado a partir da década de 90, primeiro em decorrência da Declaração de Salamanca (BRASIL, 1994) e, dois anos mais tarde, da Lei nº 9.394 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. No âmbito da inclusão de estudantes deficientes visuais, Viginheski *et al.* (2017) apresentam o Projeto Escola Viva (BRASIL, 2005) e o documento Saberes e Práticas da Inclusão (BRASIL, 2006), chamando a atenção, em ambos, para os tópicos relativos às práticas curriculares referentes às características e necessidades de estudantes cegos em contexto escolar.

A seguir constam os quatro trabalhos selecionados para uma exposição um pouco mais detalhada, conforme exposto no Quadro 11.

Brendler *et al.* (2014) objetivaram o desenvolvimento de recursos didáticos táteis que pudessem auxiliar no processo de aprendizagem de pessoas com deficiência visual. Apesar de os autores não deixarem claro no título e nem no resumo do trabalho a que área esses recursos didáticos se destinavam, a partir da leitura de ambos foi possível perceber que se aproximam muito dos objetivos que foram estabelecidos para esta Revisão Sistemática. Ao final da leitura completa do trabalho, constatou-se que ele era um estudo focado na área de ensino-aprendizagem de Biologia, mais especificamente no processo de Meiose e na compreensão da forma de Cromossomos e também da cadeia de DNA. Apesar de ser um trabalho que aborda a questão do ensino-aprendizagem de Biologia, traz informações relativas à metodologia e desenvolvimento de produtos de TA, no âmbito da produção de recursos didáticos **(C1)**. A metodologia proposta pelos autores foi elaborada com base nas metodologias de projeto de produto de Lida (2005), Back *et al.* (2008) e Hersh (2010), e os autores utilizam essa mesma metodologia proposta para o desenvolvimento de três recursos didáticos e produção por meio de fabricação digital e prototipagem rápida **(C2)**. Os recursos didáticos táteis

passaram por avaliação com usuário, foram finalizados e depois foram integrados ao acervo da Biblioteca Central da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (BRENDLER *et al.*, 2014). Ainda sobre a fase de avaliação por parte do usuário, cabe pontuar que foi possível constatar que as cinco questões (utilizadas pelos autores) que compõem o instrumento de avaliação (BRENDLER *et al.*, 2014, p.152) estão bem alinhadas com as questões que foram utilizadas, no presente trabalho, para a avaliação do artefato desenvolvido (conteúdo exposto adiante, no item 4.6). Nesse trabalho também são apresentadas, de maneira breve, políticas públicas relacionadas à aplicação e promoção da inclusão de estudantes cegos no contexto escolar **(C5)**. Os autores citam a Lei nº 7.853/89 (BRASIL, 1989) e a Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996), sendo que esta segunda já foi comentada em outros momentos da presente pesquisa. Também citam o Decreto nº 186 de 2008, que versa sobre os direitos das pessoas com deficiência e traz apontamentos a respeito da inclusão em todos os níveis nos sistemas educacionais. Os dados estatísticos brevemente apresentados **(C6)** pelos autores estão todos de acordo com o que já foi exposto no presente trabalho, exceto um, que trouxe um dado específico do Censo Escolar de 2013, no qual dizia que à época havia aproximadamente 195 mil estudantes com deficiência matriculados em escolas especiais ou em escolas comuns no ensino regular, no entanto esse dado não pôde ser verificado em função de os autores não terem disponibilizado a referência da fonte da informação.

De forma geral o trabalho de Ferreira *et al.* (2010) traz diversas informações que, de alguma forma, complementam as informações apresentadas na presente pesquisa, no âmbito das políticas públicas. Apesar de não tratar especificamente da Geometria Espacial, apresentam uma série de recursos didáticos e também recursos assistivos, e um dos pontos mais levantados no trabalho é a respeito da postura, da conduta dos professores. Ferreira *et al.* (2010) apresentam sete recursos didáticos que podem ser utilizados para o ensino de Matemática para DV **(C2)**, mas nenhum deles com aplicação em estudos de Geometria Espacial. As autoras também apresentam, em ordem cronológica, leis e documentos que estabeleceram os direitos de pessoas com deficiência no Brasil **(C5)**, sendo que apenas um deles (Convenção de Guatemala) foi uma nova referência a respeito da promoção da inclusão de estudantes cegos no contexto escolar. A exposição cronológica se iniciou com a Constituição de 1988 (BRASIL, 2016), depois a Lei nº 7.853/89 (BRASIL, 1989), passou pelo Estatuto da Criança e do Adolescente (BRASIL, 1990), pela Declaração de Salamanca (BRASIL,

1994), Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) e se encerrou com uma breve apresentação da Convenção de Guatemala, de 28 de maio de 1999, que foi promulgada no Brasil pelo Decreto nº 3.956/2001 (BRASIL, 2001), que afirma que as pessoas com deficiência devem ter os mesmos direitos e liberdades que pessoas típicas, o que inclui a Educação como umas das formas para a promoção da vida. As autoras ainda apresentaram um breve trecho no qual constam dados estatísticos **(C6)** sobre a educação especial, no qual mostram por meio de um gráfico a evolução nas matrículas de alunos com deficiência, comparando valores de 1998 e 2006. O trabalho das autoras foi publicado em 2010, e os dados do Censo Escolar que elas apresentaram era referentes a uma fonte de 2009, o que impede que tais informações sejam aproveitadas para a presente pesquisa (conforme critério **c** adotado para a fase de inclusão).

Borges e Pereira (2018) trazem bastante referencial teórico em alinhamento com os objetivos da presente pesquisa e ainda trazem diversos apontamentos que foram confirmados durante as entrevistas com os especialistas da Educação. Apesar de esse trabalho não ter sido tão bem pontuado conforme os critérios de qualidade estabelecidos para essa Revisão Sistemática, tendo sido pontuado com o valor de 5 pontos (referente a critérios parcialmente atendidos, com uma abordagem superficial ou indireta) em quatro dos seis critérios de qualidade, do texto dos autores foi possível extrair informações referentes a questão da necessidade de formação e qualificação dos professores, por exemplo. Os autores também frisam a indispensabilidade do uso de materiais (recursos didáticos) apropriados em sala de aula. O trabalho apresentado tratava-se de um estudo de caso baseado numa entrevista com um estudante cego que estudou em escolas e também em universidade pública como aluno de inclusão. Os autores apresentam uma série de tecnologias assistivas que, segundo eles, são as mais defendidas no processo de ensino para cegos **(C2)**, sendo eles, basicamente, os materiais concretos e/ou manipuláveis (sólidos geométricos, material dourado, geoplano e ábaco, por exemplo) e as tecnologias digitais (leitores de tela, programas de computador e linguagens de marcação de texto, por exemplo). Quanto a avanços da Pedagogia em relação à educação inclusiva de estudantes cegos **(C3)** e metodologias de ensino-aprendizagem focada em estudantes cegos **(C4)**, os autores trazem uma abordagem superficial de alguns pontos, e de forma geral apontam para práticas que podem alterar a forma de atuação em sala de aula para assim promover avanços. Um desses pontos levantados pelos autores foi a questão das aulas muitas vezes serem

exclusivamente expositivas e padronizadas, pois é pouco provável que esse modelo seja suficiente para proporcionar a compreensão da turma, principalmente se nessa turma houver um ou mais alunos cegos. Ainda considerando uma turma regular que tenha um ou mais alunos cegos, os autores sugerem que durante a escolha de materiais concretos, deve-se dar preferência aos que podem ser utilizados por toda a turma (cegos e videntes), primeiro por ser uma forma de favorecer a interação do aluno cego, segundo por ser uma forma de estimular e fortalecer o processo de inclusão. Fundamentados em afirmações de Radabaugh (2014), os autores pontuam a relevância do uso de tecnologias quando se trata do ensino de Matemática focado em alunos cegos, pois a tecnologia tem o potencial de facilitar as coisas para as pessoas típicas, enquanto que para as pessoas com deficiência, torna as coisas possíveis. Também expõem, fundamentados em Smole, Diniz e Cândido (2000), que existem vantagens no uso de recursos didáticos manipuláveis quando se trata do estudo de conteúdos matemáticos, pois eles conduzem os alunos a um maior envolvimento em seu processo de aprendizagem. Por fim, os autores afirmam (com base no estudo de caso que realizaram) que a falta da visão pode representar um obstáculo no entendimento de conceitos 2D e 3D, já que esse sentido é essencial no processo de percepção. E complementam, com base em Kaleff (2012), que quando o professor tem e usa recursos educacionais adequados, e tem a capacidade de conferir intenção e significado aos conteúdos matemáticos que aborda, é bem provável que seus alunos também consigam fazer o mesmo. A abordagem de políticas públicas relacionadas à aplicação e promoção da inclusão de estudantes cegos (**C5**) não foi profunda ou extensa, mas assim como em outros trabalhos citados aqui, os autores comentaram sobre a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) e também citaram alguns dados estatísticos referentes ao Censo de 2010 (dados já abordados na Fundamentação Teórica do presente trabalho). Ainda nesse contexto, os autores iniciaram uma discussão que foi além de pontuação de leis e decretos, levantando questões práticas em relação à dinâmica em torno dessas determinações. De forma geral eles apontaram para a contradição que existe no sistema de ensino atual, pois os alunos cegos estão frequentando as salas de aula regulares, porém existe uma defasagem na formação dos professores, que muitas vezes não são preparados para criar e até mesmo fazer uso de instrumentos (recursos, materiais) que sejam adequados ao processo de desenvolvimento cognitivo desses alunos. Esse apontamento dos autores vai ao encontro das falas de especialistas em educação que foram entrevistados para o alcance do **Objetivo Específico 3** do presente trabalho (exposto mais adiante).

O quarto e último trabalho selecionado para exposição mais detalhada é o de Silva e Leivas (2013), que apesar de não ter sido tão bem pontuado conforme os critérios de qualidade estabelecidos para essa Revisão Sistemática, forneceu bastante conteúdo teórico e ainda apresentou diversos autores que tratam de assuntos relevantes e diretamente relacionados ao tema do presente trabalho, e que estão alinhados com as questões levantadas pelos especialistas em educação que foram entrevistados para o alcance do **Objetivo Específico 3** do presente trabalho (exposto mais adiante). De forma geral, o trabalho de Silva e Leivas (2013) apresenta uma parte de uma pesquisa realizada durante um mestrado, no qual foram planejados, construídos e aplicados alguns recursos didáticos para turmas inclusivas, visando suprir eventuais dificuldades de professores de Matemática em salas de aula com alunos típicos e com deficiência. Com o intuito de trabalhar a representação do quadrado, os autores desenvolveram um recurso didático tátil (**C2**) no qual era apresentado o encaixe de peças quadradas, e com isso eles pretendiam possibilitar ao aluno que o manuseasse, verificar propriedades perceptíveis de figuras geométricas (no caso do estudo, quadrados). Os autores ainda abordam questões pedagógicas referentes a inclusão de estudantes cegos no âmbito do ensino-aprendizagem de Geometria (**C3**), e afirmam que no Brasil ela enfrenta dificuldades já há algum tempo, pontuando que a formação de professores é um dos aspectos diretamente relacionados a essas dificuldades. Conforme o que é exposto no trabalho, para o ensino de Geometria a uma criança cega ou com baixa visão, é imprescindível a realização de alguns procedimentos além da seleção e utilização de recursos didáticos especializados ou adaptados, e se fundamentam em Barbosa (2003) para complementar essa exposição, com o fato de que a busca por recursos que sejam adequados ao trabalho com pessoas com deficiência visual é uma tarefa que exige do professor um olhar e uma postura que vão além da deficiência em si, pois existem singularidades ao longo do desenvolvimento das crianças, independente se têm ou não alguma deficiência. Quanto a metodologia de ensino-aprendizagem (**C4**), os autores apontam que quando se trata de alunos com deficiência visual, existe uma carência em relação às alternativas metodológicas, sobretudo as práticas em sala de aula, que sejam relevantes ao processo de ensino-aprendizagem de Matemática. Em diversos pontos do trabalho eles abordam fatores relativos ao uso de recursos didáticos apropriados e também sobre a importância da preparação e formação dos professores que lidam com alunos com deficiência e matriculados em turmas regulares. A respeito de políticas públicas relacionadas à aplicação e promoção da inclusão de estudantes cegos no

contexto escolar **(C5)**, os autores discorrem um pouco sobre a Declaração de Salamanca (BRASIL, 1994) e não apontam outras leis ou documentos.

4.2 Identificação dos Artefatos e Configuração das Classes de Problemas

Esta é a quarta etapa do método proposto, e é essencialmente apoiada pela etapa anterior, a Revisão Sistemática da Literatura (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR, 2015, p.128). Aqui constam os dados que foram coletados para o atendimento dos **Objetivos Específicos 2 e 3**, por meio dos quais foi possível evidenciar os artefatos (requisitos, modelos, métodos) e configurar as classes de problemas relacionadas ao objetivo central deste trabalho.

4.2.1 Identificação dos Artefatos

O **Objetivo Específico 2** foi redigido em prosa e o **Objetivo Específico 3** em blocos de informações, sendo eles: uma breve introdução ao Objetivo, apresentação das instituições participantes, da amostra, dos instrumentos desenvolvidos e utilizados para coleta de dados e uma síntese dos dados coletados. Esta etapa não se propôs a analisar os dados, mas a identificar os artefatos para que pudesse ser feita a configuração de classes de problemas.

4.2.1.1 Situação do ensino-aprendizagem de Geometria Espacial na RME-POA

Para alcançar o objetivo “Conhecer a atual situação do ensino-aprendizagem de Geometria Espacial focada em estudantes cegos da Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre, para entender como tem se dado o processo de ensino especial”, os procedimentos metodológicos escolhidos foram uma pesquisa documental (*on-line*, no *site* da Prefeitura Municipal de Porto Alegre - RS) para levantamento de dados numéricos oficiais da Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre, e uma entrevista semiestruturada (**Apêndice I**) com uma representante da Diretoria Pedagógica da SMED-POA para obtenção de informações a respeito da Educação Especial no

município (recursos didáticos que são usados, procedimento para adaptação de recursos didáticos, possíveis treinamentos para professores, interação entre professores e alunos).

Com base em informações disponíveis no *site* da Prefeitura, atualmente a Rede Municipal de Ensino (RME) é composta por 99 escolas, cerca de 4 mil professores e 900 funcionários, atendendo mais de 50 mil alunos nos níveis de Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Educação Profissional de Nível Técnico, Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Educação Especial.

A Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre (SMED-POA) tem como principal atribuição a elaboração, implantação e coordenação da política educacional no município, e sob o mote “Educar promovendo o desenvolvimento humano na sua integralidade”, tem como objetivos ampliar o atendimento da demanda da Educação Infantil, ampliar o atendimento da demanda do Ensino Fundamental em áreas específicas e também qualificar a Educação Municipal em todos os níveis. Além da administração da própria rede, a SMED ainda está envolvida na orientação, supervisão, fiscalização e investimento financeiro em Instituições de Educação Infantil Conveniadas, que representam a soma de mais de 16 mil crianças atendidas.

Visando obter dados numéricos e situacionais, foi feito um contato por e-mail com o setor de Pesquisas e Informações Educacionais (PIE) da SMED-POA, que é responsável pela execução do Censo Escolar da rede municipal, bem como por elaborar e divulgar dados estatísticos referentes à RME e às Instituições de Educação Infantil Conveniadas. O atendimento desse setor sugeriu contatar uma integrante da Diretoria Pedagógica, que é doutora em educação e atua na coordenação da Educação Especial no Município (Participante 16). Após o contato com essa Participante foi possível levantar importantes dados que serviram para que fosse feito um mapeamento prévio do cenário atual do atendimento aos alunos com deficiência visual. Em decorrência de incompatibilidade de agenda, dado o cargo da Participante, ela solicitou que ao invés de uma entrevista pessoalmente, fosse enviado um formulário eletrônico para que ela fornecesse as respostas. Vale ressaltar que todo o contato ocorreu por *e-mail* e ela assinou o Termo de Consentimento, aceitando participar da pesquisa.

Com base nas informações coletadas, a RME é composta por 99 escolas e todas elas recebem alunos cegos, porém são apenas cinco que têm alunos com essa deficiência

matriculados. O atendimento específico acontece uma vez por semana em uma Sala de Inclusão e Recursos (SIR/Visual), sendo que a RME dispõe de quatro salas em diferentes regiões do município. Como citado, são atendidos mais de 50 mil alunos em diferentes níveis, e desse total, o público-alvo da Educação Especial é de aproximadamente 2.700, com base em dados de março de 2019. Considerando a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Educação especial, são 12 os alunos cegos matriculados na RME.

A respeito dos professores, foi informado que eles não recebem treinamento para o ensino de matemática aos alunos cegos, mas que a RME conta com professores especializados em SIR/Visual, que apesar de não possuírem formação específica na área de ensino de Matemática, são os responsáveis por apoiar os professores do Ensino Regular, adaptando e desenvolvendo recursos didáticos para que os mesmos usem em sala de aula.

Quanto aos recursos didáticos, foi informado que os alunos cegos recebem exemplares com conteúdo adaptado. Quanto à Geometria, os recursos que têm sido usados no processo de ensino-aprendizagem são aqueles com relevo e que são tridimensionais, e conforme informado, são produzidos de forma artesanal pelos professores. A SMED-POA terceirizava a produção desses recursos didáticos, mas atualmente eles estão sob a responsabilidade das professoras do Atendimento Educacional Especializado (AEE) visual. No geral a RME dispõe de recursos didáticos com conteúdo adaptado, porém existe uma necessidade de ampliar o número desses recursos, mas para que isso aconteça, algumas limitações devem ser resolvidas, como por exemplo a aquisição de uma impressora de manufatura aditiva (impressora do tipo 3D).

Com base nessas informações levantadas, foi possível ter uma noção mais clara da situação na qual se encontra a RME, que é o cenário no qual esta pesquisa atua. Essas informações serviram como auxílio no momento da observação dos fenômenos que envolvem o público-alvo deste trabalho.

Em termos institucionais e organizacionais, esses dados possibilitaram um olhar mais assertivo a respeito da forma como a RME lida com a questão da inclusão e valorização das pessoas com deficiência visual (no caso, a cegueira) no contexto escolar, a forma como os recursos didáticos são produzidos e/ou adaptados, infraestrutura das

SIR/Visual e disponibilização de professores que, apesar de não possuírem formação específica na área de ensino de Matemática, são especializados em SIR/Visual.

Tomar conhecimento do interesse da RME a respeito da necessidade de aquisição de uma impressora de manufatura aditiva (impressora do tipo 3D) para ampliação do número de recursos didáticos, representa não só uma informação relevante, mas também uma possibilidade de desenvolvimento de projetos futuros, que poderão ser promovidos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre.

4.2.1.2 Dinâmica de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial para cegos

Para alcançar o **Objetivo Específico 3** “Conhecer a dinâmica de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial voltadas para estudantes cegos, para levantar critérios a respeito desse processo, do ponto de vista do professor” foi necessário contar com o apoio e liberação da Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre (SMED-POA), que concedeu uma autorização para a realização da pesquisa em escolas da Rede Municipal, por meio da assinatura de um Termo de Anuência (**Anexo A**). Também foi necessário coletar assinatura no Termo de Anuência de cada uma das quatro escolas indicadas para a pesquisa, conforme solicitação do Comitê de Ética em Pesquisa (**Anexos C, D, E e F**).

Instituições

As escolas selecionadas para realização da pesquisa foram indicadas pela SMED-POA, sendo elas: Escola Municipal de Ensino Fundamental Presidente Vargas (Passo das Pedras), Escola Municipal de Ensino Fundamental Chapéu do Sol (Belém Novo), Escola Municipal de Ensino Fundamental São Pedro (Lomba do Pinheiro) e Escola Municipal de Ensino Fundamental Dolores Alcaraz Caldas (Restinga).

Amostra

Conforme consta no Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (**Anexo G**), a intenção era entrevistar 15 professores (entre os de sala de aula regular e os de SIR), no entanto a amostra foi composta por sete, sendo que três são professores de Matemática de sala de aula regular, um é professor de SIR e três são professoras de SIR/Visual.

Instrumentos

Para o levantamento de dados, foi aplicada uma entrevista semiestruturada composta por um roteiro com 21 questões (**Apêndice I**). As entrevistas ocorreram individualmente e de forma presencial no local de trabalho dos professores, no horário indicado pela direção de suas respectivas escolas. Cada entrevista foi registrada por meio de gravação de áudio, para uma posterior transcrição e análise dos dados coletados.

Síntese dos Dados Coletados

Dos sete professores entrevistados, apenas um afirmou possuir especialização para trabalhar na área do ensino de Matemática para deficientes visuais, desde que até o 4º ano do Ensino Fundamental. Confirmando o que foi dito pela Participante 16 (representante da Diretoria Pedagógica da SMED-POA), os professores afirmaram não receber, por parte da SMED ou outro órgão relacionado, nenhum curso de formação ou capacitação para trabalhar com essa ou outra deficiência. Ainda sobre esse assunto, os Participantes 09 e 12 comentaram que existe, por iniciativa dos professores, a realização de oficinas, rodas de conversa com diversas temáticas (incluindo a deficiência visual) e reuniões para esclarecimentos, e que esses encontros geralmente são mediados por professores de SIR/Visual, na escola e em sábados letivos, e a intenção é proporcionar aos professores de sala de aula regular o contato com Braille, por exemplo, ampliando suas perspectivas em relação ao contato com eventuais alunos cegos. A Participante 13 é professora de SIR/Visual e já trabalhou na Rede Estadual e também na Associação dos Deficientes Visuais, e contou que ao entrar na Rede Municipal promoveu alguns encontros com colegas professores de sala de aula regular, para compartilhar seus conhecimentos na área de ensino especial. A Participante 06 também é professora de SIR/Visual, e nessa questão da formação ou capacitação levantou algumas questões que vão ao encontro de muitos dados encontrados nos 24 trabalhos utilizados na Revisão Sistemática apresentada neste trabalho (incluindo trabalhos que não foram selecionados para comentários ou discussão devido suas pontuações nos critérios de qualidade). De acordo com a Participante 06, *“a Matemática sempre foi uma pedra no sapato dos professores das Salas de Recursos” [sic]*, apontando para a falta de investimentos para a qualificação de profissionais, o que pôde ser visto em Ferreira *et al.* (2010), Silva e Leivas (2013), Villarouco e Flores (2013), Viginheski *et al.* (2017), Borges e Pereira (2018), Silva *et al.* (2018).

Dos sete professores, cinco têm ou já tiveram algum aluno cego, e em termos de relacionamento com alunos cegos, quatro afirmaram que a falta de contato visual não representa um obstáculo para eles, um não respondeu de forma clara e dois não disseram ser ou não um obstáculo, mas disseram que nesse tipo de relação é necessária uma forma diferente de trabalhar com o aluno, e que às vezes pode acontecer de o professor não saber lidar com a situação.

A respeito das práticas pedagógicas para o ensino de Geometria Espacial para cegos, dois professores não citaram nenhuma, e o restante (incluindo os que não têm e nunca tiveram alunos cegos) citou: utilização de formas 3D, blocos lógicos, exploração de contornos lineares e com preenchimentos (com diferentes texturas), trabalho por analogias (como citado pela Participante 06, *“a gente vai vendo aonde isso está representado, por exemplo o círculo numa roda de carro, o quadrado numa janela, com coisas que ela pode tocar” [sic]*) para estimular o desenvolvimento de imagens mentais, técnicas de verificação de capacidade dos sólidos (com uso de formas geométricas em acrílico), atividades de construção de objetos, material concreto, objetos de madeira, geoplano, Impressora Braille, Desenhador Braille (instrumento feito de madeira e metal utilizado para fazer desenhos furo a furo – Figura 12) e objetos do cotidiano, como caixas de remédio, que podem ser adaptados e utilizados conforme a necessidade do professor.

Figura 12 - Desenhador Braille



Fonte: fotografado pela autora durante entrevista com a Participante 13

Ainda sobre esse assunto, a Participante 13 diz que faz adaptação de materiais conforme o que ela tem em mãos, e nas palavras dela: *“eu não tenho muito essa opção de achar um lugar que tenha só esse material assim adaptado, de recurso pro*

deficiente, não tem” [sic]. Essa mesma Participante afirmou que a maioria dos recursos que usa são feitos por ela, e ainda completou dizendo que o Desenhador Braille ajuda muito no trabalho com a Matemática, pois ela tem mais agilidade para representar algumas formas no papel, durante o atendimento na SIR/Visual.

De forma geral, os professores disseram fazer uso de recursos didáticos prontos (disponíveis na escola) para promover a compreensão de conceitos Geométricos, mas que geralmente precisam adaptar ou criar novos recursos, em vista das demandas que surgem em sala de aula. Em relação aos recursos prontos, além dos que já foram apresentados anteriormente, aqui foram citados jogos, atividades que vêm prontas e massa de modelar. Em relação à construção de materiais, além dos professores que disseram que geralmente precisam adaptar ou criar novos recursos, também tiveram professores que disseram trazer para a turma atividades que consistiam em construir recursos, como por exemplo o Participante 15, que relatou que em estudos de Geometria, ele e seus alunos já construíram figuras planas e espaciais a partir de cartolina, papelão, canudinhos, palito de churrasquinho etc. A Participante 13 relatou que às vezes vai a alguma marcenaria para conseguir pedaços de madeira ou mesmo para cortar algumas peças num formato específico que, segundo ela, são como os blocos lógicos. A Participante ainda citou que acontece de usar algum recurso pronto e ver que ele não atende às necessidades do aluno que está sendo atendido, então ela acaba desenvolvendo um recurso parecido, porém adaptado de uma forma que o aluno consiga entender e compreender como ou o que deve ser feito. Todos os Participantes afirmaram que esses recursos didáticos (prontos ou desenvolvidos por eles) beneficiam a todos os alunos da turma, não apenas os cegos ou com alguma outra deficiência visual, afirmações estas que estão alinhadas aos apontamentos de Máximo (2010), que diz que o uso de materiais concretos tende a reduzir a abstração em situações de ensino-aprendizagem, diminuindo também as exposições verbais, e que isso vai ao encontro da realidade psicológica tanto de alunos com deficiência visual quanto de alunos típicos.

A respeito dos critérios que são ou podem ser usados na maneira de ensinar Geometria Espacial a cegos, as respostas foram bem diversas. Para a Participante 06 o ideal é partir de formas concretas e *“depois ir abrindo essa forma” [sic]*, conduzindo o estudante cego até a representação plana (ou planificada) da forma concreta que foi apresentada inicialmente. Para o Participante 09 a forma de ensinar deve ser dialogada, sempre

propondo situações e proporcionando toque ou manuseio de figuras geométricas, e indicação de comparações. A Participante 10 pontua que como esses estudantes geralmente enxergam e imaginam as coisas a partir do tato, é dele que deve partir o critério para ensino. Sugere a manipulação de objetos em paralelo ao diálogo com aluno, o que se aproxima muito das falas do Participante 09. De acordo com a Participante 13 devem ser usadas estratégias para que o aprendizado seja alcançado, sempre oferecendo ao aluno condições de chegar até esse aprendizado. Para a Participante 14, a primeira coisa a se fazer é tentar se colocar no lugar do aluno e procurar saber a experiência de vida que ele tem, porque saber qual tipo de cegueira (congenita ou adquirida) o aluno tem influencia diretamente no tipo de recurso que pode ou deve ser usado. A Participante também indica que, ao longo do processo de ensino-aprendizagem, o professor procure saber se o aluno está compreendendo o que está sendo exposto. O Participante 15 relatou que trabalha bastante com o reconhecimento de formas a partir de edificações de estruturas (montagem de objetos, por exemplo), pois a partir disso pode trabalhar conceitos do tipo lado, ângulo, face, aresta, vértices etc.

A respeito dos critérios que são ou podem ser verificados em relação aos recursos didáticos para ensinar Geometria Espacial a cegos, mais uma vez as respostas foram bem diversas – sendo que em diversas respostas não se evidenciam critérios a respeito de recursos em si, mas sobre outras questões, como pode ser visto adiante. Para a Participante 06 o ideal é que o professor tivesse à sua disposição um conjunto de objetos no momento em que explica o conteúdo (apontamento alinhado com observações sobre escolas inclusivas, de Silva e Leivas, 2013, p.15), e que quanto mais concretos forem, mais fácil se torna o processo de aprendizagem do aluno, já que se ele tiver opção de tocar em objetos vai poder fazer suas próprias construções em seu imaginário. O Participante 09 pontua como critério a utilização de figuras geométricas que se assemelhem a algo comum do dia-a-dia do aluno. O Participante também citou várias vezes a questão do uso de texturas, enfatizando que elas são importantes para o toque e para sentir, mas que são fundamentais para diferenciação de objetos, por exemplo. Para a Participante 10 seria importante que os recursos didáticos oferecessem estímulos e informações suficientes para que o aluno pudesse diferenciar seus elementos, apontando para a textura como o elemento importante nesse sentido. O Participante 12, por sua vez, levantou uma questão que não foi levantada por nenhum outro, a durabilidade. E nesse sentido ele aponta para duas questões referentes à durabilidade, com base num contexto de uma escola pública. A primeira questão é que

não dá para se trabalhar sempre com papel, pois sua vida útil é curta, e deu como exemplo a construção de figuras tridimensionais que são feitas com papel e cola, que depois da segunda utilização já estão amassadas ou deformadas. Por outro lado não recomenda o uso de recursos feitos de materiais muito resistentes (que tendem a durar mais) e que sejam pesados, para evitar o risco de acidentes com os alunos. Por fim, o professor aponta para a necessidade de os recursos didáticos serem desenvolvidos com uso de materiais de qualidade, que sejam resistentes e que tenham uma boa durabilidade. A Participante 13 destacou que antes de pensar no recurso didático, deve ser feita uma avaliação do aluno e conhecer sua deficiência, pois só assim vai ser possível saber de que forma deve trabalhar com ele, e afirmou que o fato de um recurso ter funcionado com um aluno não significa que irá funcionar da mesma forma com outro, e que para cada aluno devem ser usadas estratégias diferentes, e para cada estratégia, critérios também diferentes. Essa forma de pensar da Participante 13 está bem alinhada com Ferreira *et al.* (2010, p.169), que dizem que cabe a cada professor a tarefa de buscar recursos e metodologias que sejam adequadas a cada caso. A Participante ainda citou que existem casos de alunos que chegam para o atendimento e não tiveram o desenvolvimento do tato, o que a leva a abordar conteúdos de outra forma, pois com alguns alunos ela pode usar muito a questão do tato, enquanto que com outros ela tem que explorar a questão olfativa ou auditiva, por exemplo. Por fim, a Participante afirmou que tudo vai depender do aluno e das necessidades que ele apresentar. A Participante 14 acredita que o ideal é que os recursos didáticos partissem sempre do concreto, que primeiro os professores usassem objetos concretos e só depois trabalhassem a abstração, enfatizando que o professor deve sempre buscar uma aproximação da realidade, do objeto real. Também indica a utilização do corpo do aluno cego, pois é por meio do seu próprio corpo que ele desenvolve noções espaciais. Assim como o Participante 12, a Participante 14 levantou uma outra questão que não foi levantada pelos outros, a quantidade de informações associada à intencionalidade por trás do uso de determinado recurso didático. De acordo com ela o excesso de informações pode atrapalhar, que é o que acontece com uso de texturas, pois às vezes uma textura pode ser uma informação secundária no recurso didático, mas a forma (ou quantidade) como foi aplicada pode confundir o aluno. Aqui encontramos mais um alinhamento com um dos trabalhos selecionados na Revisão Sistemática, pois como exposto por Viginheski *et al.* (2017, p.230), o excesso de detalhes pode dificultar a percepção de elementos que são significativos no recurso didático. Os mesmo autores também apontam para a escolha e utilização de texturas, que para proporcionar ao aluno alcançar o objetivo

proposto, devem ser exploradas de forma adequada. Sendo assim, a Participante indica que deve estar bem claro, para o professor, o objetivo que ele pretende atingir com o uso de determinado recurso didático. Em relação ao uso de objetos pontiagudos (principalmente se essas pontas forem importantes para o desenvolvimento de algum conceito matemático), a Participante afirma que não tem nenhum problema, desde que antes do manuseio o aluno receba informações sobre o objeto, como exemplificado por ela *“olha, tu vai tocar de leve [...] tu vai tocar de leve, porque tem algumas pontas que podem te machucar” [sic]*, porque dessa forma o aluno vai ter mais cuidado ao examinar o objeto.

A respeito da última pergunta do questionário, aqui destacam-se as ponderações de apenas três dos sete participantes, devido ao fato de terem trazido questões não levantadas anteriormente. Ainda em relação aos recursos didáticos para o ensino de Geometria Espacial para cegos, foi perguntado aos participantes se eles gostariam de fazer mais algum comentário, sugerir algo ou fazer alguma observação antes do encerramento da entrevista. Foram expostos a todos os temas de interesse relacionados a essa última pergunta, e apesar de as ponderações terem sido pouco relacionadas, abordaram alguns pontos de interesse para o presente trabalho, e que ainda estavam alinhados a algumas abordagens encontradas em trabalhos obtidos por meio da Revisão Sistemática da Literatura.

O primeiro ponto é sobre a realidade de uma turma regular em uma escola da rede pública de ensino, que pode compreender algumas dezenas de alunos. Quanto a isso a Participante 10, que à época não tinha trabalhado com alunos cegos, disse que sentiria falta de um apoio em sala de aula (se referindo à possibilidade de ter um aluno cego em sala de aula regular), pelo fato de ter que lidar com toda a turma e ainda ter ali um aluno que demandaria dela uma atenção especial. O apontamento da professora tem relação direta com falas da Participante 14, e também com a fala de um dos professores entrevistados na pesquisa de Rodrigues e Sales (2018, p.30), que disse que não tem como fazer inclusão de alunos com deficiência visual em uma sala de aula com 50 alunos. Outro professor entrevistado pontuou a necessidade de ter, em sala de aula regular, um auxiliar para ajudar no atendimento ao aluno com deficiência. Em um ponto adiante em seu trabalho os autores discutem um pouco as falas e posicionamentos dos professores entrevistados, e não omitem terem percebido que alguns professores defendem a segregação de estudantes com deficiência em escolas especiais, o que

está em total desacordo com as políticas públicas na perspectiva inclusiva. Apenas para esclarecimento, a fala da Participante 10 não denotou nenhum tipo de intenção desse tipo, apenas para a necessidade que ela sentiria de ter alguém para a auxiliar durante as aulas.

O segundo ponto é sobre a necessidade da estimulação precoce. Para a Participante 13, tudo que for relacionado ao AEE vai depender de como o aluno foi estimulado na Educação Infantil. Segundo ela, se o aluno teve estimulação precoce desde bebê, com ele já foi trabalhada a questão do tato, audição e olfato, e se ainda durante a fase da Educação Infantil tiver contato com materiais concretos e for ensinada e estimulada à exploração tátil, quando chega nas fases de alfabetização e primeiros contatos com a Matemática, esse aluno vai estar plenamente apto e tem grandes chances de ter um bom desempenho escolar.

O terceiro e último ponto é sobre a imprescindibilidade de ouvir a pessoa com deficiência. O Participante 15 acredita que poderia haver, por parte das autoridades, um olhar mais atento às necessidades dos alunos com deficiência visual. Pontua a falta de investimentos na Educação como um todo, e sobre deficiências na Educação Especial, diz que as soluções geralmente vão partir das pessoas que passam por um determinado problema, e no caso de alunos com deficiência visual os gestores não podem apenas imaginar quais recursos devem oferecer para suprir determinadas carências, mas que devem de fato ouvir dos alunos. Um dos exemplos que o Participante deu foi da estrutura física da escola onde trabalha, que tem piso tátil instalado. O Participante admite a importância disso, mas reconhece que não é o suficiente, pois a partir do momento em que o aluno entra em uma sala de aula, ele não tem mais nenhuma referência que o guie. Comentou também que faltam materiais de instrumentação que facilitem a aprendizagem do aluno, e acredita que poderiam ser disponibilizados recursos didáticos diversificados para que as necessidades desses alunos sejam contempladas. Os pontos abordados pelo Participante 15, de forma geral, vão perfeitamente ao encontro de assuntos abordados em diversos trabalhos obtidos na Revisão Sistemática, mas aqui destaca-se a relação com o trabalho de Borges e Pereira (2018, p.217), que dizem nas Considerações Finais do estudo de caso que desenvolveram, que existe a necessidade de ter “como protagonista da discussão o sujeito que mais deve ser ouvido e para o qual todos os estudos se direcionam: o próprio aluno DV”, pois são exatamente eles que podem fornecer informações que vão

auxiliar o desenvolvimento de adaptações que são fundamentais para o seu processo de aprendizagem. Mas para que isso aconteça, conforme os autores, é necessário que esses alunos sejam ouvidos. Ainda conforme Borges e Pereira (2018, p.217), “ouvir esses sujeitos é potencializar diretamente as práticas de ensino voltadas para a realidade escolar”, e tudo isso para haja uma inclusão educacional adequada, não apenas um simples cumprimento das regras, um mero atendimento às exigências propostas pela legislação.

4.2.2 Configuração das Classes de Problemas

A Configuração das Classes de Problemas se deu pela seleção dos três grandes problemas encontrados no momento da coleta de dados e suas respectivas características, conforme as falas dos Participantes. Cada uma das características dos problemas foram avaliadas conforme o escopo deste trabalho, podendo ser classificada como fortemente relacionada, parcialmente relacionada, não relacionada ou fora do escopo (quando foram características alheias à atuação do designer), e todas essas informações constam no Quadro 12. Essa etapa é fundamental para que possa ser definido o alcance das contribuições do artefato (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR, 2015, p.129).

Quadro 12 - Relação de problemas, características levantadas e respectivas classificações que compõem as classes de problema. **(continua)**

| PROBLEMA | CARACTERÍSTICAS LEVANTADAS | CLASSIFICAÇÃO |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------|
| PRÁTICAS PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL PARA CEGOS | Utilização de formas 3D | + |
| | Explorar contornos com e sem preenchimentos (com diferentes texturas) | + |
| | Trabalhar por analogias | x |
| | Propor construção de objetos | x |
| | Uso de material concreto | ± |
| | Uso de objetos de madeira | ± |
| | Uso de objetos do cotidiano | ± |

Legenda: [+] fortemente relacionado; [±] parcialmente relacionado; [-] não relacionado; [x] fora do escopo

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 12 - Relação de problemas, características levantadas e respectivas classificações que compõem as classes de problema. **(continuação)**

| PROBLEMA | CARACTERÍSTICAS LEVANTADAS | CLASSIFICAÇÃO |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|
| CRITÉRIOS QUE SÃO OU PODEM SER USADOS NA MANEIRA DE ENSINAR GEOMETRIA ESPACIAL A CEGOS | Partir de formas concretas | x |
| | Forma de ensinar deve ser dialogada | x |
| | Sempre propor situações | x |
| | Proporcionar toque ou manuseio de figuras geométricas | x |
| | Manipulação de objetos em paralelo ao diálogo com aluno | x |
| CRITÉRIOS QUE SÃO OU PODEM SER VERIFICADOS EM RELAÇÃO AOS RECURSOS DIDÁTICOS PARA ENSINAR GEOMETRIA ESPACIAL A CEGOS | Conjunto de objetos à disposição | + |
| | Uso de texturas | + |
| | Recursos didáticos com estímulos e informações | + |
| | Durabilidade | + |
| | Qualidade | + |
| | Resistência | + |
| | Avaliação feita pelo aluno | + |
| | Quantidade de informações | ± |

Legenda: [+] fortemente relacionado; [±] parcialmente relacionado; [-] não relacionado; [x] fora do escopo
 Fonte: elaborado pela autora

As características classificadas como fortemente relacionadas são aquelas que representam problemas que podem ser solucionados pelo designer, as classificadas como parcialmente relacionadas são que possivelmente podem ser solucionadas por uma equipe multidisciplinar, na qual integrantes contribuem de acordo com suas expertises. Aquelas classificadas como não relacionadas são aquelas que representam problemas reais, mas que não estão diretamente relacionadas aos objetivos deste trabalho. As classificadas como fora do escopo são que não podem ser solucionadas pelo designer. E todas as informações contribuem para que haja uma melhor compreensão da próxima etapa do trabalho, Proposição de Artefatos para Resolver o Problema.

4.3 Proposição de Artefatos para Resolver o Problema Específico

Para o desenvolvimento da quinta etapa da *Design Science Research*, apresenta-se o **Objetivo Específico 4** “Levantar parâmetros técnicos (ergonômicos, instrucionais e de materiais) para auxiliar no estabelecimento de requisitos de projeto, para nortear o processo de definição de requisitos”, que foi executado por meio de uma entrevista

semiestruturada com especialistas de projeto, contemplando as áreas do Design, Engenharia e Ergonomia.

Conforme Dresch, Lacerda e Júnior (2015, p.130), diferentemente da etapa de Identificação dos Artefatos e Configuração das Classes de Problemas, nesta etapa ocorre a proposição de artefatos que estejam em concordância com a realidade e contexto em que será inserido, bem como em sua viabilidade.

Primeiro se apresentam dados da Amostra, depois um breve trecho sobre o Instrumento para coleta de dados seguido da síntese dos dados coletados, que corresponde às questões mais relevantes para o desenvolvimento da pesquisa. Ao final é apresentada a relação das informações que serviram de base para a composição da proposição do artefato para a resolução do problema.

Amostra

Conforme consta no Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (**Anexo G**), a intenção era entrevistar 15 especialistas, no entanto a amostra foi composta apenas por oito. Em decorrência de indisponibilidade de agenda e deslocamento, quatro participantes colaboraram com a pesquisa remotamente, por meio de submissão de formulário eletrônico (*link* enviado por *e-mail*), em relação aos demais, as entrevistas ocorreram individualmente e de forma presencial no horário e local escolhidos pelo participante, e foram gravadas com áudio para posterior transcrição e análise dos dados coletados.

Instrumento

O roteiro (como pode ser visto no **Apêndice I**) é composto por 17 questões, e de forma geral, a intenção foi entender como esses projetistas lidam com projetos focados em pessoas com deficiência visual.

Síntese dos Dados Coletados

Foram entrevistados dois homens e seis mulheres, e os blocos de idade citados foram “até 35 anos” (três participantes), “36 a 40 anos” (quatro participantes) e “41 a 50 anos” (um participante). Quanto a graduação, dois se formaram em Design de Produto, um em Desenho Industrial, dois em Desenho Industrial com habilitação em Produtos, dois em Design Gráfico e um em Arquitetura e Design. Quanto aos anos de atuação em suas respectivas áreas, o menor tempo citado foi de oito anos, e o maior 23 anos.

Sete Participantes afirmaram já terem desenvolvido algum tipo de produto ou serviço focado em usuários com deficiência, e a Participante 02 apesar de não ter desenvolvido, necessariamente, produtos ou serviços para esse tipo de público, comentou que já desenvolveu um trabalho para indivíduos com limitações em seu desempenho motor ou em situação pós-cirúrgica ou limitação neurológica. Quanto aos Participantes que desenvolveram produtos ou serviços para esse tipo de público, um disse ter sido com foco em pessoas com deficiência motora, e seis disseram ter sido com foco em pessoas com deficiência visual, sendo que três deles também já desenvolveram trabalhos com foco em deficiência auditiva, motora e intelectual.

Em relação ao desenvolvimento e produção de recursos didáticos para o ensino-aprendizagem de Geometria Espacial, o Participante 01 sugere a utilização de diferentes texturas para que seja possível, da parte do estudante cego, diferenciar os objetos que estiver manuseando, principalmente quando esses objetos possuírem propriedades geométricas que tenham certa proximidade, semelhança. Nesses casos, de acordo com ele, o tipo de superfície ou a textura aplicada podem ajudar na diferenciação. As falas da Participante 02, quanto a necessidade de se fazer uma observação rigorosa do público-alvo, estão em concordância com falas da Participante 13, quando ela afirmou que o fato de um recurso ter funcionado com um aluno não significa que irá funcionar da mesma forma com outro, o que reforça o que foi visto no trabalho de Ferreira *et al.* (2010). Ainda de acordo com a Participante 02, deve-se levar em consideração o que pode ser ou não importante para o usuário daquele recurso didático, quais suas eventuais dificuldades e facilidades no processo de aprendizagem e suas preferências pessoais, e que só após reunir e conectar essas informações o designer terá condições de se orientar, pois vai ter claro quais são os aspectos em que deve focar e também quais deve evitar. No entanto reconhece também que existem limitações produtivas em relação a essa necessidade de customização de produtos, afirmando que não tem como desenvolver um recurso para cada pessoal pois é algo inviável. A Participante 04 aponta para a possibilidade de utilização de materiais de baixo custo, e acredita ser importante a exploração de estímulos táteis, devido ao fato de em muitas situações os alunos terem que lidar com questões abstratas, e isso se alinha a falas da Participante 14 e também ao exposto por Máximo (2010). A Participante 05, por sua vez, abordou um aspecto que nenhum outro Participante abordou, a questão do conforto. Para ela é importante sempre verificar questões relacionadas ao conforto tátil e suas implicações quanto à temperatura, forma e também

dar uma atenção cuidadosa às formas que contenham saliências, pois como ela bem lembrou, para os videntes algumas saliências podem não representar nada, mas para pessoas cegas elas podem representar muito. E nesse sentido é possível encontrar concordância com o que a Participante 14 falou, a respeito da relação que deve haver entre quantidade de informações e a intenção com o uso de determinado recurso didático, e esses apontamentos também se relacionam com Viginheski *et al.* (2017, p.230), quando falam sobre o excesso de detalhes como um possível obstáculo para a percepção de elementos que são significativos no recurso didático. A Participante 07, assim como o Participante 01, ponderou sobre o uso de diferentes características para a expressão de diferentes significados, propondo a criação de uma espécie de código formal para cada um dos tipos de informação que estivessem dispostas. A Participante 08 sugere que devem ser estudados e testados os tamanhos das peças, pois isso vai influenciar no processo de compreensão da peça como um todo, por parte do estudante, o que se relaciona muito às falas das Participantes 01 e 14. A Participante 08 ainda sugere a aplicação de cores. A sugestão do Participante 11, que *“não tem como pensar em recursos didáticos para pessoas com deficiência visual sem contemplar audiodescrição” [sic]* pode não se aplicar muito à realidade na qual se insere a proposta do presente trabalho, que pretende o desenvolvimento de recursos didáticos que possam ser introduzidos numa realidade de rede pública de ensino, mas quando ele diz que *“todo o toque deve ser orientado por um roteiro para exploração tátil” [sic]* ele reitera as práticas que já são utilizadas em sala de aula, e ainda vão de encontro ao que foi sugerido pela Participante 14, sobre a necessidade de verbalizar para o aluno como é o recurso didático que está diante dele, suas características básicas e também o que se pretende com o manuseio daquele(s) objeto(s).

Em relação aos fatores que poderiam ser considerados como limitantes na fase de desenvolvimento do projeto, o Participante 01 comentou que seria essencial conhecer melhor o usuário, assim como o ambiente onde irá fazer uso do recurso didático, as pessoas com quem convive, as pessoas que ensinam. Comentou também que seria válido conversar com os pais (ou responsáveis) daquele usuário, pelo fato de eles poderem fornecer pontos de vista diferentes daqueles que seriam fornecidos pelos professores, por exemplo. E essa busca por diferentes pontos de vista se dá pelo fato de, às vezes, o usuário não conseguir transmitir tudo o que precisa, dado o fato de serem crianças ou adolescentes. Para a Participante 02 os requisitos impostos pela empresa contratante do projeto representariam os principais limitantes, porque

dependendo de como é a empresa (ramo de atuação, porte etc), o processo de produção, maquinário e tempo geralmente são pré-determinados. Ela comentou também que nesse contexto de produção com foco em pessoas com deficiência, o acesso limitado ao público-alvo também representaria um fator limitante. Para a Participante 03 o fator que poderia ser um limitante na fase de desenvolvimento do projeto seria a aproximação com o público. A Participante 04 disse que seria importante verificar o tempo, recursos e a tecnologia disponível para execução, e comentou que um fator positivo é que nos últimos 10 anos os custos produtivos na área de recursos de computador estão barateando, e usou como exemplo a captura de movimentos. Além desses pontos, a Participante ressaltou ser muito importante poder contar com *feedbacks* do usuário durante o projeto. Para a Participante 05, não ter acesso ao usuário, para entender quais são suas reais necessidades, seria limitante. A Participante complementou dizendo que muitas vezes acontece de o usuário relatar algumas questões sem, de fato, serem reais necessidades, e cabe ao designer, com suas atribuições, analisar aquelas questões levantadas e propor uma solução. Para o Participante 11 é indispensável que a equipe de trabalho seja integrada também por pessoas com deficiência.

Em relação aos fatores que poderiam ser considerados como limitantes na fase de processo produtivo, os citados pelos Participantes foram: tempo, maquinário, matéria-prima muito específica, custos, tecnologias disponíveis, modelagem de protótipos, avaliação de protótipos com usuários antes de executar o produto final. O Participante 01 citou que, no caso de produção de recursos didáticos para um rede pública de ensino, seria interessante verificar com a mantenedora se eles já produziram algo do tipo e procurar saber como foi a aquisição. Outro ponto que o Participante levantou foi o fato de ser provável que esse tipo de recurso didático seja produzido em baixa escala, e comentou que o uso de impressoras 3D tornariam o processo viável.

Aos participantes da pesquisa foi colocada uma questão da seguinte forma: supondo que você fosse contratado para desenvolver algum tipo de produto ou serviço focado em usuários com deficiência visual, como deveria ser feita a seleção de materiais ou recursos (em relação a matéria-prima)? Para o Participante 01, primeiro deveriam ser priorizados aqueles materiais que não oferecessem nenhum risco a saúde do usuário e também considerar como aquele material pode influenciar no processo de aprendizado, levando em consideração os custos e a facilidade de acesso. No que diz respeito ao

percurso que deveria ser feito para coletar as informações, o Participante comentou que primeiro faria uma busca em publicações científicas e em produtos comerciais também, pois seria importante buscar referências para não partir do zero, e também comentou sobre buscar informações com eventuais concorrentes. Após essas buscas ele disse que seria válido apresentar algumas opções ao usuário para fazer um cruzamento entre a teoria e a prática, com intenção de tentar encontrar um nova solução a partir disso, uma forma de alternativa de uso para aqueles materiais já conhecidos. A Participante 02 pontua que a escolha do material deve ser viável para a empresa que vai produzir, mas afirma que devem ser considerados os materiais que sejam mais adequados às necessidades dos usuários. Ela ainda comentou que é comum que a empresa contratante defina com quais materiais pretende trabalhar (pois muitas vezes são os de sua própria produção), e que dependendo da demanda de produção isso pode ser um obstáculo. A Participante 03 primeiro pensaria o produto e as especificações do usuário, e só depois disso iria em busca do que tem disponível no mercado e também os meios de produção que poderiam ser usados ou até mesmo adaptados de acordo com os critério estabelecidos. Para a Participante 04 o primeiro passo é ouvir o usuário e só depois disso partir para pesquisa de material, e que a escolha do material vai depender muito de uma pesquisa prévia e também do público-alvo a que ele se destina. A Participante 08 acredita que a seleção deve ser feita em conjunto com designers de produto, professores, pais e alunos, e o Participante 11 acredita que a seleção deve ser feita de acordo com o que estiver facilmente disponível na região, e que o ideal é que a pessoa com deficiência participe do processo de seleção.

Em relação aos tipos de considerações ou cálculos que deveriam ser feitos (ou levados em conta) do ponto de vista da interação motora do usuário, de forma geral as falas dos Participantes foram bem alinhadas. O Participante 01 acredita que seria um projeto de produto como qualquer outro, sem grandes especificidades, pontuando que se encaixaria ao Design Universal, portanto o ideal é que um recurso que atendesse a um aluno com deficiência visual, atendesse também a um aluno vidente. E nesse contexto mais amplo teriam que ser observadas as questões de peso e textura, evitando elementos que pudessem machucar. A Participante 02 comentou que deveria ser considerado o percentil e que deveriam ser consideradas as medidas relativas aquele produto que em desenvolvimento. A parte Ergonômica, a relação entre o tamanho do objeto e o tamanho da mão (média). A Participante 03 fez ponderações alinhadas às anteriores, comentando que o tamanho e a forma dos produtos são pontos importantes,

assim como a estabilidade deles (e sugeriu a utilização de bases largas ou uso de ventosas para evitar quedas por conta de esbarrões, por exemplo). A Participante 05 indica que não deve ser feito nada muito pesado ou que cause desconforto no momento do manuseio, inclusive desconforto térmico. Segunda ela, se o usuário consegue colocar o objeto dentro da mão, ele tem condições de sentir toda a sua forma de forma mais rápida, pois se o objeto é muito grande ele precisa tatear diversas vezes para poder compreender o todo, e dessa forma o processo fica fragmentado. O Participante 11 disse que devem ser consideradas as dimensões do objeto, e assim como a Participante 05, comentou sobre caber na mão. Também comentou que é importante verificar se o objeto pode ser manuseado com segurança utilizando apenas uma mão, e por fim disse que o peso também é algo que deve ser considerado.

Para a proposição de artefatos para resolver o problema foi elaborado um quadro no qual constam as questões mais significativas referentes à coleta de dados e suas respectivas características, sendo que essas características foram retiradas das falas dos Participantes. Cada uma das características das questões foram avaliadas conforme o escopo deste trabalho, e foram classificadas como fortemente relacionadas, parcialmente relacionadas ou não relacionadas, e todas essas informações constam no Quadro 13. Essa etapa é fundamental para que sejam raciocinados os elementos referentes a situação na qual ocorre o problema bem como as possíveis soluções para que haja uma melhora ou alteração da situação correntes (DRESCH, LACERDA e JÚNIOR, 2015, p.130).

Quadro 13 - Composição da proposição das questões referentes ao artefato para a resolução do problema. **(continua)**

| QUESTÃO | CARACTERÍSTICAS | CLASSIFICAÇÃO |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO- APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL | Utilização de diferentes texturas (diferenciar os objetos que estiver manuseando) | ± |
| | Observação rigorosa do público-alvo | + |
| | Customização de produtos | - |
| | Utilização de materiais de baixo custo | + |
| | Conforto (conforto tátil - temperatura, forma e saliências) | + |
| | Uso de diferentes características (para a expressão de diferentes significados) | ± |
| | Estudar e testar tamanhos das peças (compreensão da peça como um todo) | + |
| | Aplicação de cores | ± |
| | Audiodescrição | - |

Legenda: [+] fortemente relacionado; [±] parcialmente relacionado; [-] não relacionado

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 13 - Composição da proposição das questões referentes ao artefato para a resolução do problema. **(continuação)**

| QUESTÃO | CARACTERÍSTICAS | CLASSIFICAÇÃO |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| FATORES QUE PODERIAM SER CONSIDERADOS COMO LIMITANTES NA FASE DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO | Tempo | + |
| | Recursos | + |
| | Tecnologia | + |
| | Disponível | + |
| | <i>Feedbacks</i> (incluir usuário durante o projeto) | + |
| FATORES QUE PODERIAM SER CONSIDERADOS COMO LIMITANTES NA FASE DE PROCESSO PRODUTIVO | Tempo | + |
| | Maquinário | + |
| | Matéria-prima | + |
| | Custos | + |
| | Tecnologias disponíveis | + |
| | Modelagem de protótipos | + |
| | Avaliação de protótipos com usuários | + |
| | Uso de impressoras 3D | + |
| COMO DEVERIA SER FEITA A SELEÇÃO DE MATERIAIS OU RECURSOS (EM RELAÇÃO A MATÉRIA-PRIMA) | Segurança e saúde (materiais que não ofereçam risco a saúde) | + |
| | Favorecer aprendizado (material que pode influenciar no processo) | ± |
| | Custos e facilidade de acesso | + |
| | Busca em publicações científicas | + |
| | Busca em produtos comerciais | ± |
| | Pesquisar em eventuais concorrentes | ± |
| | Apresentar opções ao usuário (para fazer cruzamento entre teoria e prática) | ± |
| | Viável para a empresa contratante | ± |
| | Materiais mais adequados às necessidades dos usuários | + |
| | Disponível no mercado | + |
| | Ouvir o usuário | + |
| | Seleção deve ser feita em conjunto (designers de produto, professores, pais e alunos) | ± |
| | Disponibilidade na região | ± |
| Incluir pessoa com deficiência no processo de seleção | ± | |
| CONSIDERAÇÕES OU CÁLCULOS QUE DEVERIAM SER FEITOS (OU LEVADOS EM CONTA) DO PONTO DE VISTA DA INTERAÇÃO MOTORA DO USUÁRIO | Considerar design universal | + |
| | Observar peso e textura (evitar elementos que podem machucar) | + |
| | Relação entre tamanho do objeto e o tamanho da mão | + |
| | Tamanho e a forma dos produtos | + |
| | Estabilidade (evitar quedas por conta de esbarrões) | + |
| | Nada muito pesado ou que cause desconforto para manusear | + |
| | Dimensões do objeto (cabem na mão) | + |
| Manusear com segurança utilizando apenas uma mão (atenção ao peso) | + | |

Legenda: [+] fortemente relacionado; [±] parcialmente relacionado; [-] não relacionado
 Fonte: elaborado pela autora

As características classificadas como fortemente relacionadas são aquelas que foram usadas na etapa seguinte, Projeto do Artefato Selecionado.

4.4 Projeto do Artefato Selecionado

Conforme Dresch, Lacerda e Júnior (2015, p.132), a etapa Projeto do Artefato Selecionado, pode ser conduzida por meio da utilização de uma lógica dedutiva. Sendo assim, o pesquisador parte de conhecimentos existentes para fazer proposições de soluções para a realização do artefato, que no contexto do presente trabalho são os conhecimentos obtidos por toda a fase de **Fundamentação Teórica** e também pelos dados coletados por meio do **Objetivo Específico 4**. Essa etapa é fundamentada nas anteriores, e é a que preparou os instrumentos para a coleta de dados e execução das duas etapas seguintes, Desenvolvimento e Avaliação do Artefato.

Como visto na etapa anterior, Proposição de Artefatos para Resolver o Problema, os Participantes indicaram, através de suas respostas às questões levantadas, uma relação de características que compuseram a proposição para a resolução do problema, no entanto foi necessário selecionar uma base teórica focada no desenvolvimento de produtos para crianças e adolescentes, trazendo dados antropométricos das mãos, bem como indicação da relação mais indicada entre proporção de objetos e tamanho de mãos, recomendação de pesos médios e também algumas indicações de conforto durante o manuseio.

As referências mais recorrentes nessa área de antropometria que foram localizadas faziam referência a adultos ou idosos, e geralmente apresentavam dados relativos a interação com móveis e máquinas. Nesse sentido, a pesquisa desenvolvida por Esteves *et al.* (2005) colabora com esta etapa de prototipagem, pois fornece características antropométricas da mão de crianças de ambos os sexos e em idade escolar (7 a 14 anos).

Para estabelecer uma classificação geral do tamanho de mão das crianças, o parâmetro da mão direita foi considerado como principal para a escala de divisão (pois do total de 1.247 participantes da pesquisa, 1.112 apresentaram preferência lateral para a mão

direita e os 135 restantes para a mão esquerda), de cada participante da pesquisa, sendo que foram considerados o máximo e o mínimo entre os valores obtidos, o que possibilitou determinar o intervalo de variação do comprimento em cada faixa etária (ESTEVEZ *et al.*, 2005, p.70-72).

Como o presente trabalho objetiva atender um público-alvo que está cursando os anos finais do Ensino Fundamental, foram considerados os valores de comprimento e largura de mão para a idade de 14 anos (para ambos os sexos), sendo eles:

- Comprimento da mão direita (sexo feminino, 14 anos): 17,1cm
- Comprimento da mão direita (sexo masculino, 14 anos): 18,3cm
- Largura da mão direita (sexo feminino, 14 anos): 7,6cm
- Largura da mão direita (sexo masculino, 14 anos): 8,3cm

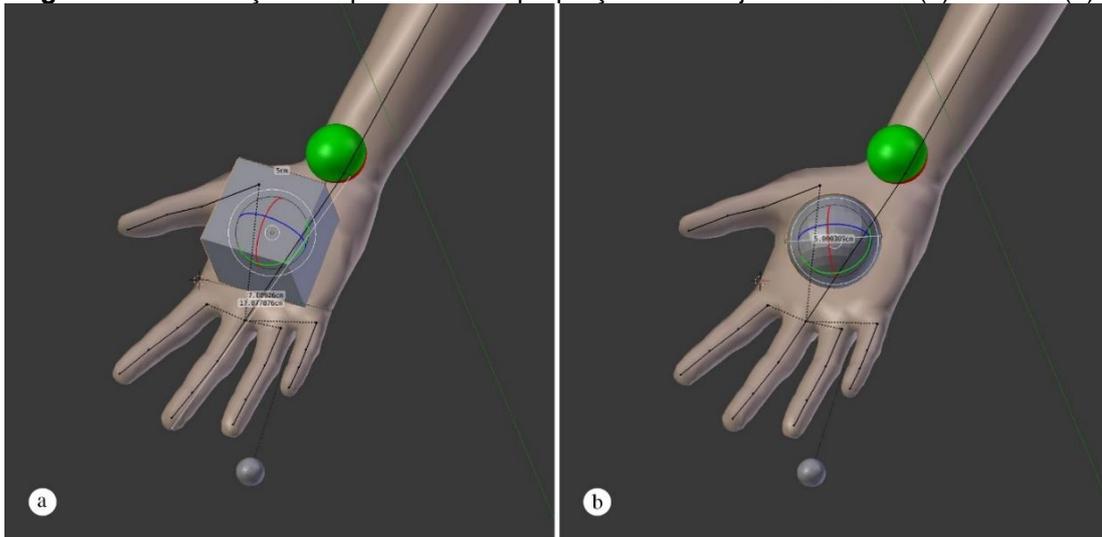
Com base nessas informações, foram consideradas para o presente trabalho as medidas de comprimento e largura da mão feminina, partindo do pressuposto de que se um objeto cabe na mão de uma pessoa do sexo feminino, também vai caber na mão de uma do sexo masculino, que é um pouco maior, conforme a faixa etária apresentada.

Sendo assim, foi considerada a área da palma da mão para a definição das proporções dos objetos que seriam produzidos para o manuseio. Os objetos planos foram feitos por meio de desenho vetorial no *Adobe Illustrator* e a seguir, em Desenvolvimento do Artefato, constam as informações quanto à produção.

Para verificação computacional das proporções dos objetos tridimensionais que seriam produzidos foi utilizado o Modelo Humano Digital (MHD) (BRENDLER *et al.*, 2017), que pelo fato de permitir customização das medidas do modelo, possibilitou a verificação das dimensões das peças em comparação com a mão de uma pessoa do sexo feminino, de 14 anos de idade.

Como exemplo, são apresentados a seguir, na Figura 13, um cubo e uma esfera, respectivamente, que são dois dos oito objetos confeccionados por meio de prototipagem rápida para realização dos testes de manuseio.

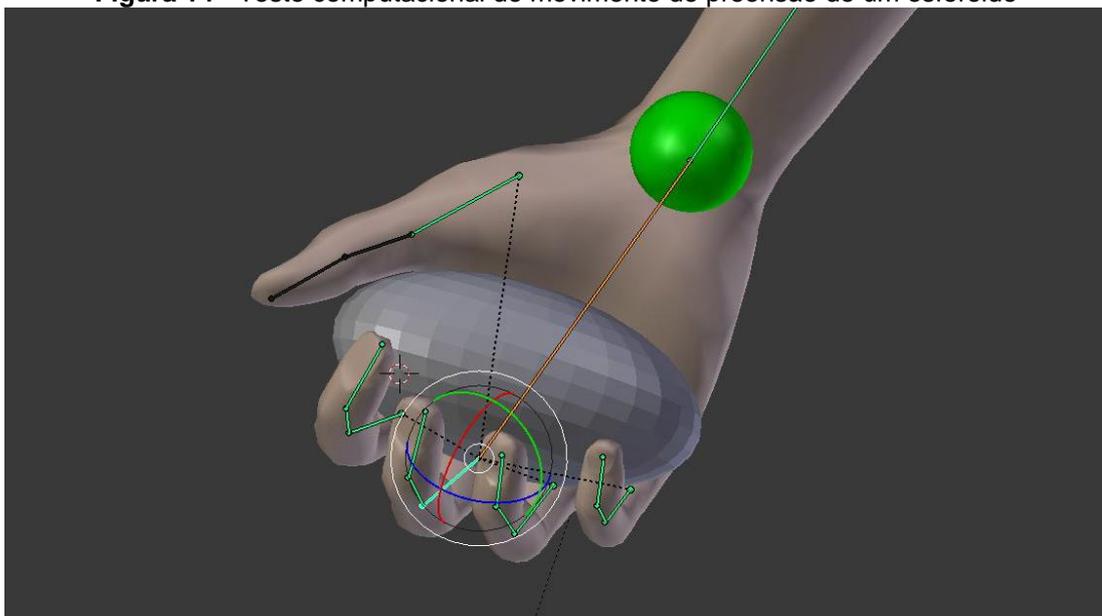
Figura 13 - Verificação computacional de proporções dos objetos 3D: cubo (a) e esfera (b)



Fonte: captura de tela

Uma das vantagens de se utilizar o MHD é que nele é possível verificar o potencial de conforto referente a uma tarefa desenvolvida, que é indicado por uma esfera verde (BRENDLER *et al.*, 2017). Havendo desconforto, a esfera muda de verde para vermelho. Ao realizar um teste de movimento de preensão com um dos objetos tridimensionais que foram produzidos (um esferoide), conforme Figura 14, foi possível perceber que a realização da tarefa não ocasionaria no desconforto do participante da pesquisa.

Figura 14 - Teste computacional de movimento de preensão de um esferoide



Fonte: captura de tela

A modelagem dos objetos tridimensionais foi feita no *Blender* (*software* livre e *open source*), e a impressão em duas impressoras de manufatura aditiva, mas todas as

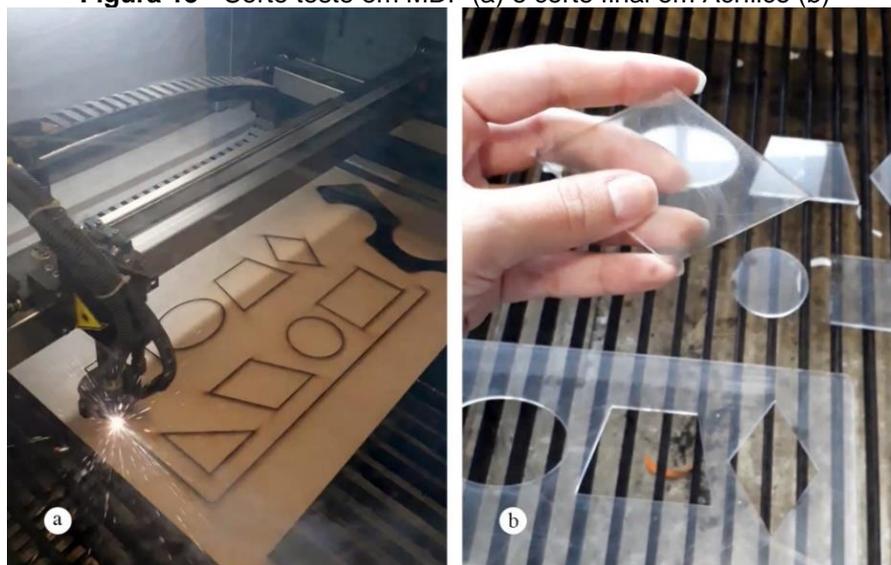
características referentes ao processo produtivo estão relacionadas a seguir, em Desenvolvimento do Artefato.

4.5 Desenvolvimento do Artefato

Conforme Dresch, Lacerda e Júnior (2015, p.132), a etapa Desenvolvimento do Artefato pode ser conduzida por meio da utilização de uma lógica dedutiva. Sendo assim, o pesquisador parte de conhecimentos existentes para fazer proposições de soluções para a realização do artefato, que no contexto do presente trabalho são os conhecimentos obtidos por toda a fase de **Fundamentação Teórica** combinados aos dados coletados por meio do **Objetivo Específico 4**.

O arquivo vetorial com os objetos planos foi usado para corte na máquina de corte e gravação a laser de Controle Numérico Computacional (CNC) do Laboratório Virtual Design (ViD) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sendo que foi feito um corte teste em MDF de 4mm de espessura para verificação de medidas e manuseio das peças, e posteriormente foi feito o corte final, em acrílico incolor de 4mm de espessura (Figura 15). A seleção dos materiais utilizados foi com base no material disponível no Laboratório ViD.

Figura 15 - Corte teste em MDF (a) e corte final em Acrílico (b)

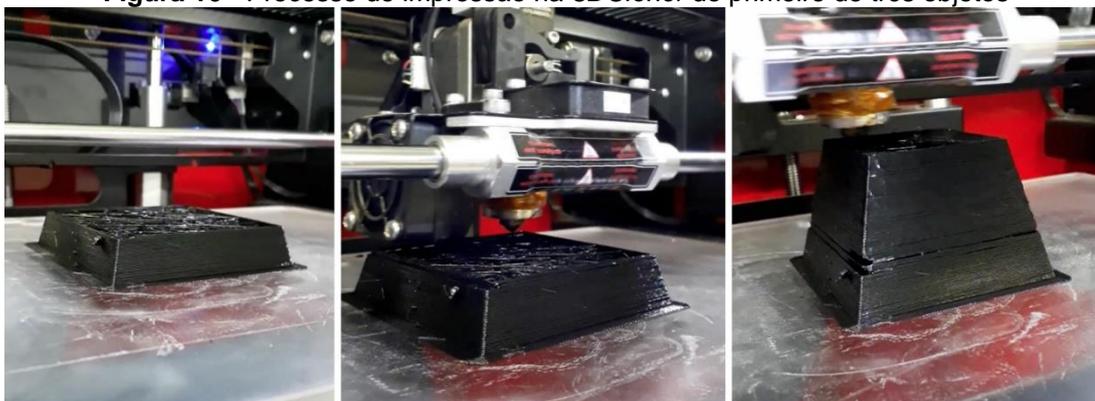


Fonte: fotografado pela autora

O início do processo de impressão tridimensional foi numa impressora *3DCloner* do Laboratório ViD, e foram impressos três objetos. Ao constatar que a qualidade das

peças produzidas estava muito baixa em decorrência da deposição irregular de filamento (provavelmente ocasionada por questões de perda de temperatura), foi necessário reiniciar o processo de impressão, porém utilizando outra impressora, uma *Tiertime Up 3D Mini*. Na Figura 16 é possível ver um dos objetos em processo de impressão na *3DCloner*, em momentos diferentes do processo, sendo que quando o objeto já está quase finalizado é possível perceber as imperfeições na superfície da face frontal e também da face da esquerda.

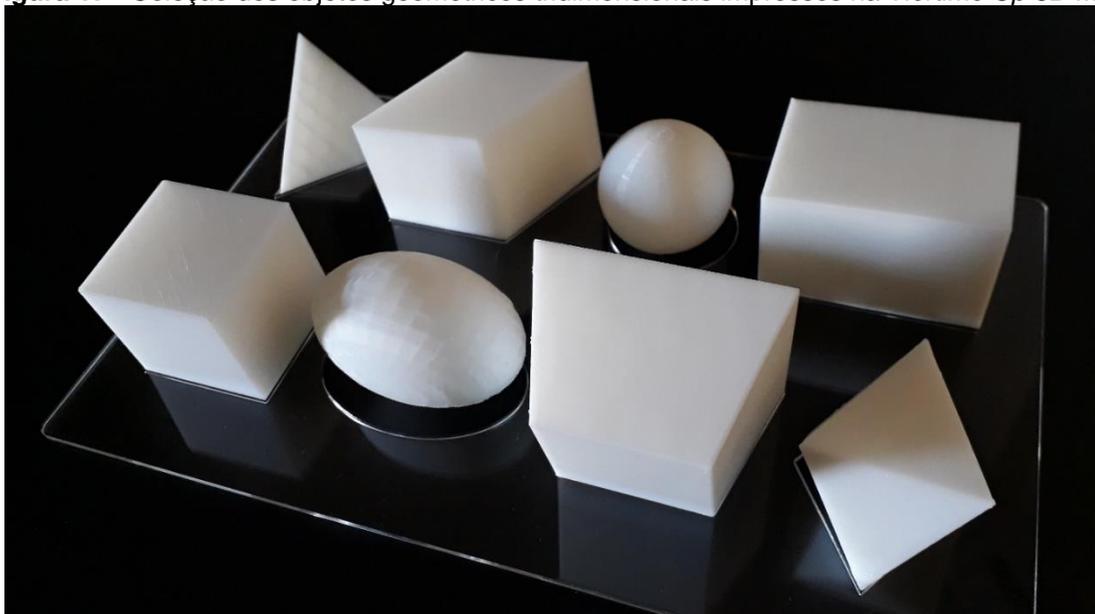
Figura 16 - Processo de impressão na *3DCloner* do primeiro de três objetos



Fonte: fotografado pela autora

A Figura 17 mostra a coleção dos oito objetos tridimensionais prontos, que foram produzidos na *Tiertime Up 3D Mini*, que apresentaram boa qualidade de superfície e densidade suficiente para que pudessem ser apertados sem quebrar (característica que não foi alcançada na impressão inicial, feita na *3DCloner*).

Figura 17 - Coleção dos objetos geométricos tridimensionais impressos na *Tiertime Up 3D Mini*



Fonte: fotografado pela autora

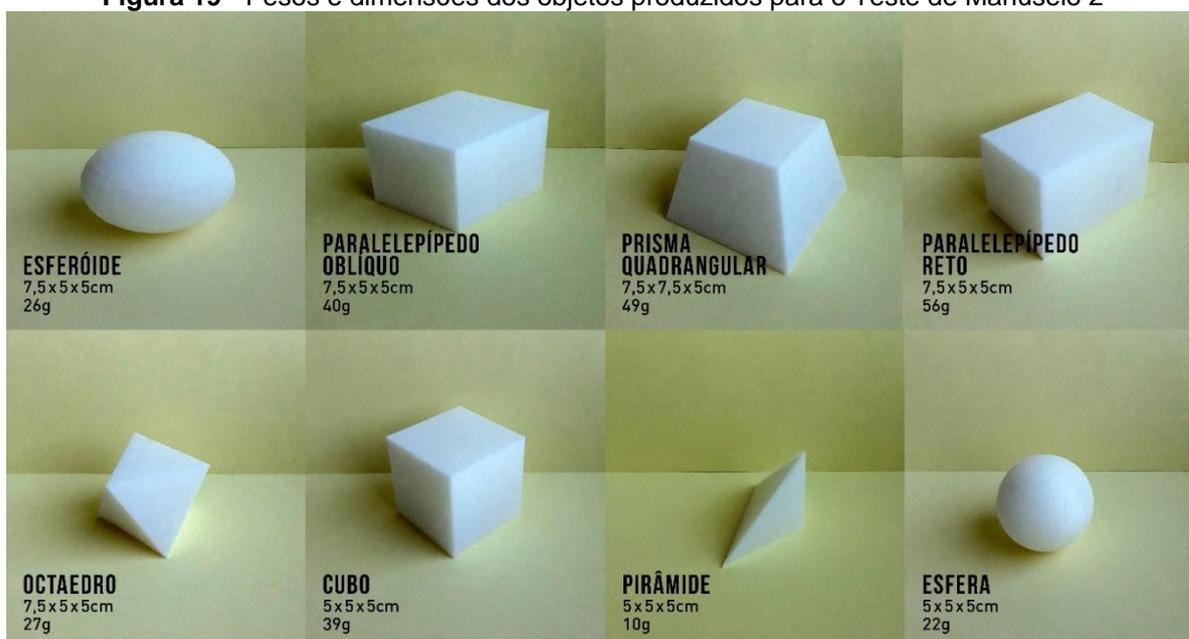
A título de informação, a cor do filamento escolhido para impressão desses objetos foi definida da mesma forma como ocorreu a escolha dos materiais para o corte a laser, conforme o que tinha disponível no Laboratório ViD. A respeito do peso de todos os objetos produzidos para os testes de manuseio, foi utilizada uma balança digital de alta precisão (SF-400), e os respectivos pesos e dimensões constam abaixo, nas Figuras 18 e 19. O gabarito para posicionamento dos objetos tridimensionais não aparece nessas Figuras, e seu formato é de 32x19cm, e pesa 158g.

Figura 18 - Pesos e dimensões dos objetos produzidos para o Teste de Manuseio 1



Fonte: fotografado e elaborado pela autora

Figura 19 - Pesos e dimensões dos objetos produzidos para o Teste de Manuseio 2



Fonte: fotografado e elaborado pela autora

4.6 Avaliação do Artefato

Conforme Dresch, Lacerda e Júnior (2015, p.132), a etapa Avaliação do Artefato pode ser conduzida por meio da utilização de uma lógica dedutiva. Sendo assim, o pesquisador parte de conhecimentos existentes para fazer proposições de soluções para a realização do artefato, que no contexto do presente trabalho são os conhecimentos obtidos por toda a fase de **Fundamentação Teórica** combinados e avaliados conforme os Níveis de Compreensão do Modelo de van Hiele e também pelos dados coletados por meio dos objetivos específicos anteriores.

Para alcançar o **Objetivo Específico 5** “Identificar quais são as necessidades, percepções motoras e sensoriais e como se dá o processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial, do ponto de vista de estudantes cegos, para levantar critérios a respeito da interação com recursos didáticos”, foram definidos três procedimentos metodológicos, sendo eles: uma entrevista estruturada, uma aplicação de teste de manuseio de objetos e uma aplicação de questionário pós-teste.

A respeito do Modelo de van Hiele cabe ressaltar que para o desenvolvimento deste trabalho foram considerados apenas os Níveis de Compreensão 1, 2 e 3, pois os níveis 4 e 5 são mais complexos, e também porque com base nos Níveis 1 ao 3 seria possível observar e coletar dados conforme os objetivos deste trabalho, que compreendem a questão da percepção tátil. Por fim, acredita-se que os Níveis 4 e 5 seriam de fundamental importância no caso de um estudo que entrasse na questão das Fases de Aprendizagem, o que não é o caso deste trabalho. Cada um dos Níveis de Compreensão será comentado conforme a etapa correspondente a ele, durante a aplicação do teste de manuseio de objetos bi e tridimensionais.

Amostra

Conforme consta no Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (**Anexo G**), a intenção era entrevistar 20 estudantes cegos, no entanto a amostra foi composta apenas por uma estudante. Existem diversos fatores que influenciaram nessa pequena amostra, dentre eles o mais significativo é o fato de, na Rede Municipal, a maior parte dos estudantes cegos matriculados possuir alguma outra deficiência associada (conforme informações da direção das respectivas escolas) – como seria inviável para o presente estudo lidar com mais de uma variável, o ideal era que as entrevistas fossem feitas apenas com cegos sem outra deficiência associada. Outro fator que pode ser relacionado aqui é que

a SMED-POA indicou quatro escolas para realização da pesquisa, e ao visitar essas escolas os cenários eram bem parecidos: geralmente não tinham estudantes cegos matriculados, mas quando tinham eram cegos com uma outra deficiência associada ou então dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Em quase todas as escolas visitadas ouviu-se, da direção ou dos professores, a informação de que se a pesquisa fosse feita com foco em estudantes de baixa visão, eles poderiam indicar vários para participação. Ao final da entrevista com a Participante 14, ela contou um pouco sobre sua trajetória de vida como aluna e também como professora. Ela é professora há 23 anos, sendo que destes, 10 foram na RME e os outros na Rede Estadual, e quanto a isso ela comentou: *"no Município a gente tem muitos alunos com deficiências associadas, são poucos alunos cegos puros (que se chama né). No Estado já tinha mais alunos {...} mais cegos puros assim, então eles conseguiam aprender mais e a Sala de Recursos era um grande suporte."* [sic] Essa citação é importante aqui, para que fique claro que existe uma real dificuldade de encontrar estudantes cegos na RME.

Em uma das quatro Escolas Municipais de Ensino Fundamental indicadas pela SMED-POA, a diretoria, juntamente com a professora da SIR/Visual, indicou para participação na pesquisa a única aluna cega matriculada no momento. Identificada aqui como Participante 17, a estudante é cega congênita, à época da pesquisa tinha nove anos de idade e estava cursando o 4º ano do Ensino Fundamental. Cabe ressaltar que foi necessário, durante a condução da conversa com a estudante, alterar e adaptar o discurso estabelecido nos roteiros, então a maneira de fazer determinadas perguntas e também diversos termos presentes nos roteiros foram utilizados de um outra forma, sempre buscando a maneira mais clara e acessível para a entrevistada, uma criança de nove anos de idade. Conforme Ferreira (2015), esse procedimento é desejável e necessário para que o participante da pesquisa se sinta confortável e possa transmitir suas opiniões e sentimentos a partir de um ponto de vista pessoal, fornecendo informações que irão promover a análise desejada pela pesquisa.

Sobre a interação com a Participante 17, a escola (representada pela professora da SIR/Visual) fez a intermediação entre a equipe de pesquisa e a Participante e sua família. A Participante recebeu e assinou à tinta o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e seu responsável recebeu e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Também é importante ressaltar que devido à pequena amostra, este trabalho não permite generalizações.

Instrumentos

Para o levantamento de dados foram definidos três procedimentos metodológicos, que foram usados em três momentos diferentes: uma entrevista estruturada (15 questões), uma aplicação de teste de manuseio de objetos (composto por seis tarefas) e uma aplicação de questionário pós-teste (18 questões) – todas as atividades foram realizadas de forma presencial, com a presença e acompanhamento da professora da SIR/Visual, no horário e local indicados pela direção da respectiva escola. A intenção com a entrevista estruturada foi saber como é, para uma pessoa com deficiência visual, estudar Matemática, quais são os desafios e dificuldades, quais são as formas mais fáceis e/ou mais claras de aprender essa disciplina, como acreditam que as aulas devem ser conduzidas, o que gostam e o que não gostam, quais tipos de materiais eles têm mais facilidade de usar, características positivas e negativas de materiais, informações sobre ritmo de ensino-aprendizagem, relação com colegas videntes e eventuais obstáculos na sala de aula e/ou no ambiente que o cerca (escola), por exemplo. Os objetos para teste de manuseio foram desenvolvidos conforme apresentado nas etapas anteriores, e o roteiro do teste de manuseio foi criado com base no Modelo de van Hiele (modelo de desenvolvimento do pensamento geométrico), e visava saber como os alunos interagem com objetos concretos, se apresentam dificuldades para cumprir tarefas propostas, se demonstram compreender conceitos relacionados à percepção da forma e se são capazes de estabelecer relações entre esses objetos, por exemplo. Após o teste de manuseio foi aplicado um questionário com a finalidade de fazer uma avaliação qualitativa, para obtenção de *feedback* dos estudantes quanto ao manuseio das peças e suas percepções sobre elas. As entrevistas pré e pós-teste foram gravadas por áudio e o teste de manuseio foi gravado por vídeo, e todas essas interações foram transcritas para uma posterior análise dos dados obtidos. O roteiro completo da interação está disponível do **Apêndice I**.

A entrevista e o questionário pós-teste foram criados com base no referencial teórico apresentado na Fundamentação Teórica desse trabalho, enquanto as peças para a realização do teste de manuseio foram criadas da seguinte forma: definição de um referencial teórico, prototipagem (peças planas e peças tridimensionais), testes (de corte e de impressão) e produção das peças finais.

Ainda em relação aos instrumentos utilizados nesta etapa da pesquisa, o último ponto a ser apresentado é o do Teste de Manuseio 3, que se refere à exploração tátil de objetos

tridimensionais do cotidiano. Para essa etapa foram selecionados quatro objetos, sendo eles: um rolo de fita adesiva (para fazer referência ao círculo ou relação com esfera), uma caixa de jogo de cartas (para fazer referência ao retângulo ou relação com paralelepípedo reto), uma caixinha de achocolatado (também para fazer referência ao retângulo ou relação com paralelepípedo reto) e um pote de plástico com tampa (que devido ao formato, pode fazer referência ao trapézio ou relação com o prisma quadrangular). A seguir, na síntese dos dados coletados, é possível ver cada um desses objetos (Figura 22).

Síntese dos Dados Coletados

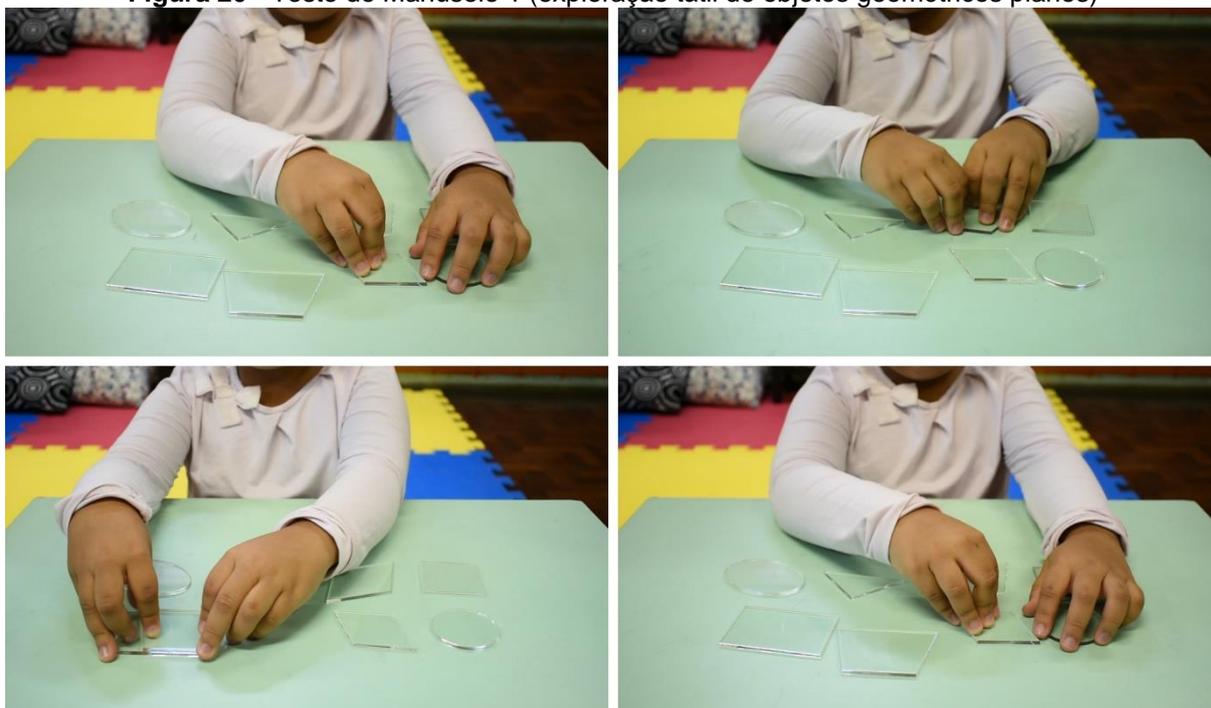
Quando perguntada se gostava de estudar Matemática, a Participante 17 disse que sim, e ainda comentou que não gosta de usar Soroban, porque prefere fazer suas contas de cabeça. No entanto reconheceu a utilidade do recurso didático em situações de contas de transportar, nas palavras dela, pois não tem como fazer esse tipo de cálculo de cabeça. Esse tipo de cálculo, segundo ela, é o que é mais difícil quando se tem que estudar Matemática, porém não considera que haja relação entre essa dificuldade e o fato de ser cega. De acordo com a Participante, a forma mais fácil e clara para aprender Matemática é quando as questões são apresentadas verbalmente e em seguida é dado um tempo para ela pensar na solução. Quando perguntada sobre coisas que não gosta em relação ao estudo de Matemática, comentou de situações em que a questão exposta não está suficientemente clara. Considera o ritmo de aprendizagem bom, apesar de se considerar uma pessoa mais lenta, e afirmou ter uma boa relação com os colegas. Em relação à infraestrutura da escola e salas de aula, a Participante disse que acha ótima, mas como pontos negativos apontou a falta do piso tátil (que de acordo com ela já foi solicitado diversas vezes e já há algum tempo e ainda não foi providenciado) e a depredação de acessórios do banheiro, como as tampas de vaso sanitário e torneiras. Sobre os recursos que tem facilidade de uso, citou a Reglete e a máquina de escrever Braille. A respeito de características positivas de materiais, a Participante citou o EVA e disse que é bom de tocar, que é leve e tem uma textura boa. No momento em que falava da textura, abriu a mochila e retirou um caderno e mostrou a capa com revestimento de *glitter*, que ao toque se assemelhava a uma lixa fina, e disse que aquilo era “*bem gostoso*” [sic]. No quesito temperatura, demonstrou preferência por materiais com toque mais frio. A respeito de características negativas de materiais, a Participante disse que não gosta de “*coisas grudentas*” [sic]. As questões referentes à Geometria

Espacial (questões 11 a 15 do roteiro; disponível no **Apêndice I**) não foram respondidas pelo fato de, à época, a Participante ainda não ter tido contato com esse conteúdo.

Quanto aos testes de manuseio, a Participante 17 demonstrou entusiasmo desde o início e executou todas as tarefas propostas com muita agilidade – o tempo gasto para realizar a primeira parte da tarefa 1, que era conhecer os oito objetos, foi de exatamente um minuto (a tarefa foi gravada por meio de vídeo, e a execução se iniciou em 00:00:30 e terminou em 00:01:30). Aqui vale citar que foram usadas as dicas fornecidas pela Participante 14, quanto à melhor forma de se aproximar de uma criança DV, desde o momento inicial de se apresentar, até o momento de exposição das tarefas e descrição dos materiais que serão usados, por exemplo.

A reação da Participante 17, logo ao iniciar a ação de conhecer os objetos, foi dizer “*que fofo!*” [sic] e depois “*vontade de apertar*” [sic]. Um ponto interessante foi perceber que, ao tatear os objetos, ela usava as pontas de todos os dedos com muita precisão e delicadeza, e buscava semelhanças entre as formas ali dispostas, inclusive sobrepondo umas sobre as outras. Na Figura 20 estão quatro momentos capturados durante a realização do Teste de Manuseio 1 (que é referente ao Nível de Compreensão 1 – Visualização ou Reconhecimento, de van Hiele).

Figura 20 - Teste de Manuseio 1 (exploração tátil de objetos geométricos planos)



Fonte: capturas de tela da gravação de vídeo feita pela autora

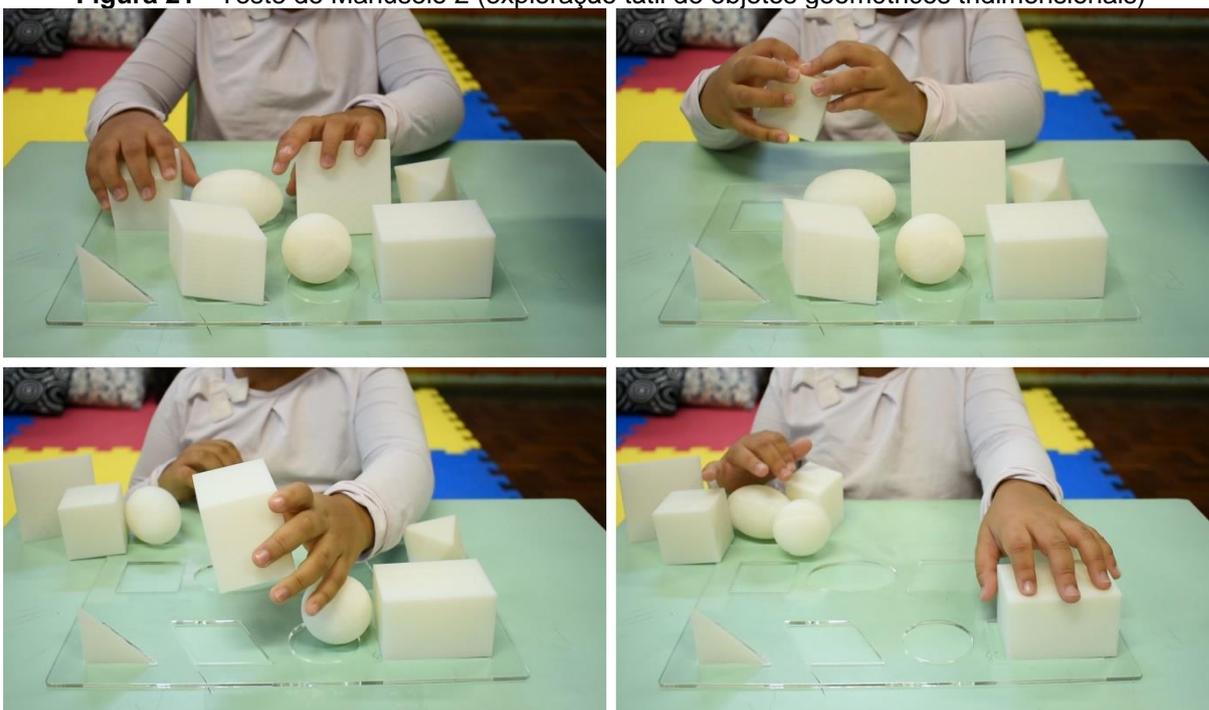
A Participante reconheceu cinco dos oito objetos geométricos planos e os identificou por nome, sendo eles, nas palavras da Participante *“pelo menos eu conheço essa aqui como o círculo, o oval, o triângulo, o quadrado e o retângulo” [sic]*. Conforme as características do Nível de Compreensão 1 (Visualização ou Reconhecimento) do Modelo de van Hiele, o estudante consegue reconhecer figuras geométricas, apresenta condições de aprender o vocabulário geométrico e ainda não reconhece as propriedades de identificação de uma determinada figura. Foi possível perceber que a Participante 17 tinha condições de passar do Nível 1 para o 2, dado o fato de ter atendido a todas as características propostas pelo Modelo.

Terminada a primeira tarefa, os objetos geométricos planos foram retirados da mesa e os objetos geométricos tridimensionais foram dispostos diante da Participante. Com o intuito de minimizar eventuais situações constrangedoras para a Participante (por exemplo deixar algum objeto cair devido a esbarrões), o gabarito de acrílico foi posicionado para manter as peças sobre a mesa enquanto ela realizava as tarefas propostas.

Ao iniciar o conhecimento dos objetos geométricos tridimensionais, mais uma vez disse *“que fofo!” [sic]* e completou dizendo *“ah! A textura é diferente” [sic]*. Os movimentos manuais permaneceram ágeis, mas aqui foi possível notar uma diferença: ao tatear as superfícies e os cantos, a Participante fazia movimentos precisos e delicados usando as pontas dos dedos, como na tarefa anterior, porém ao terminar esses movimentos mais delicados, ela encaixava o objeto na palma de uma mão e colocava a outra palma na outra parte do objeto e apertava. Nesse momento foi possível perceber que a Participante até contraía os ombros enquanto apertava cada objeto, o que mostra que ela realmente aplicava força nesse movimento. Esse fato levou a pensar que se fossem usados os objetos tridimensionais produzidos inicialmente na *3DCloner*, eles seriam danificados logo durante o primeiro manuseio, devido à baixa densidade de sua estrutura interna e também às falhas na parte externa.

O tempo gasto para a realização do Teste 2 foi um pouco mais longo que o reconhecimento dos objetos geométricos planos da tarefa 1 do Teste 1, mas é provável que isso se justifique devido à complexidade das formas (a tarefa foi gravada por meio de vídeo, a execução iniciou em 00:04:42 e terminou em 00:06:00). Na Figura 21 é possível ver quatro momentos capturados durante a realização do Teste de Manuseio 2 (que é referente ao Nível de Compreensão 2 – Análise, de van Hiele).

Figura 21 - Teste de Manuseio 2 (exploração tátil de objetos geométricos tridimensionais)



Fonte: capturas de tela da gravação de vídeo feita pela autora

Após conhecer os objetos geométricos tridimensionais, foi pedido à Participante 17 que escolhesse um deles, e ela escolheu o esferoide. Foi perguntado a ela se o objeto escolhido se parecia com algum dos objetos que ela havia manuseado na tarefa 1 do Teste 1, ao que ela respondeu não, e completou dizendo *“parece com aquela bolinha ali” [sic]*, apontando na direção onde estava a esfera, juntamente com os outros objetos geométricos. Em seguida foi perguntado se ela poderia dizer alguma característica a respeito daquele objeto que tinha escolhido, e a resposta foi *“ela tem a forma identicamente idêntica à forma de um ovo” [sic]*.

Conforme as características do Nível de Compreensão 2 (Análise) do Modelo de van Hiele, o estudante consegue identificar propriedades de uma determinada figura, no entanto ainda não tem condições de fazer inclusão de classes, e mais uma vez foi possível perceber que Participante 17 tinha condições de passar do Nível 2 para o 3, dado o fato de ter atendido a todas as características propostas pelo Modelo.

Ao final do Teste 2 os objetos geométricos tridimensionais permaneceram na mesa, no canto superior direito da Participante 17 (como pode ser visto na Figura 22), e no centro da mesa foram dispostos os quatro objetos tridimensionais de uso cotidiano.

O Teste de Manuseio 3 (que é referente ao Nível de Compreensão 3 – Dedução informar ou Ordenação, de van Hiele) iniciou com a tarefa de conhecimento dos objetos dispostos e se deu de forma bem rápida (iniciou em 00:07:35 e terminou em 00:08:06). A Participante não reconheceu três dos quatro objetos, o que é natural, já que eram forma genéricas e poderiam ser de qualquer coisa, mas ao ser informada sobre o que era cada um desses três objetos, ela os reconheceu. A Figura 22 mostra momentos referentes à exploração tátil desses objetos.

Figura 22 - Teste de Manuseio 3 (exploração tátil de objetos tridimensionais do cotidiano)



Fonte: capturas de tela da gravação de vídeo feita pela autora

A primeira pergunta feita no Teste 3 foi se a Participante conseguiria combinar algum dos quatro objetos ali dispostos com algum dos objetos geométricos planos (Teste 1), ao que a Participante disse sim e completou com a seguinte fala “*aquele circulozinho eu posso mais ou menos comparar com isso aqui*” [sic], enquanto segurava e mostrava o rolo de fita adesiva. A segunda pergunta foi se ela conseguiria combinar algum desses mesmos objetos do cotidiano com algum dos objetos geométricos tridimensionais (Teste 2), ao que ela respondeu que sim e começou a pegar os objetos (que ficaram dispostos na porção superior direita da mesa) para comparar. Aqui a Participante não combinou, especificamente aquele objeto tridimensional que escolheu (Teste 2), mas falou sobre os objetos que ela conseguia combinar, começando pelo cubo, que segundo ela era semelhante ao pote de plástico, e posteriormente pegou o paralelepípedo reto para combinar também com o pote. Ela também encontrou semelhança entre o

paralelepípedo reto e a caixinha de achocolatado (como pode ser observado na Figura 22). Aqui é importante pontuar que a Participante se referia aos objetos conforme os nomes que ela sabia das formas planas. De acordo com as falas da Participante, foi possível perceber que ela conseguia estabelecer as relações entre os objetos mais pelo fato de terem dimensões próximas, que pelo fato de terem formatos parecidos.

Conforme as características do Nível de Compreensão 3 (Dedução Informal ou Ordenação) do Modelo de van Hiele, o estudante já se mostra capaz de fazer inclusão de classes e também tem condições de acompanhar uma prova formal, apesar de ainda não ser capaz de construir outra. Aqui foi possível perceber que Participante 17 tinha condições de passar do Nível 3 para o 4, dado o fato de ter atendido a todas as características propostas pelo Modelo.

Terminado o terceiro e último teste de manuseio, os objetos foram retirados da mesa e então ocorreu a entrevista pós-teste, um questionário simples a respeito das tarefas executadas, cuja finalidade era coletar dados para uma posterior avaliação qualitativa.

Quanto ao tamanho dos objetos geométricos planos, a Participante disse *“eu achei pequenininho, mas fofinho” [sic]*, completou dizendo que achou bem fácil de mexer, e disse que sentiu vontade de apertar, quando foi perguntado se achou bom mexer nos objetos. A textura também era boa, segundo ela, e disse que o a ajudou a manusear os objetos foi que, logo início quando percebeu que era bom mexer neles, ela sentiu vontade de ver tudo rápido. A Participante não apontou nenhum ponto que tenha dificultado no manuseio.

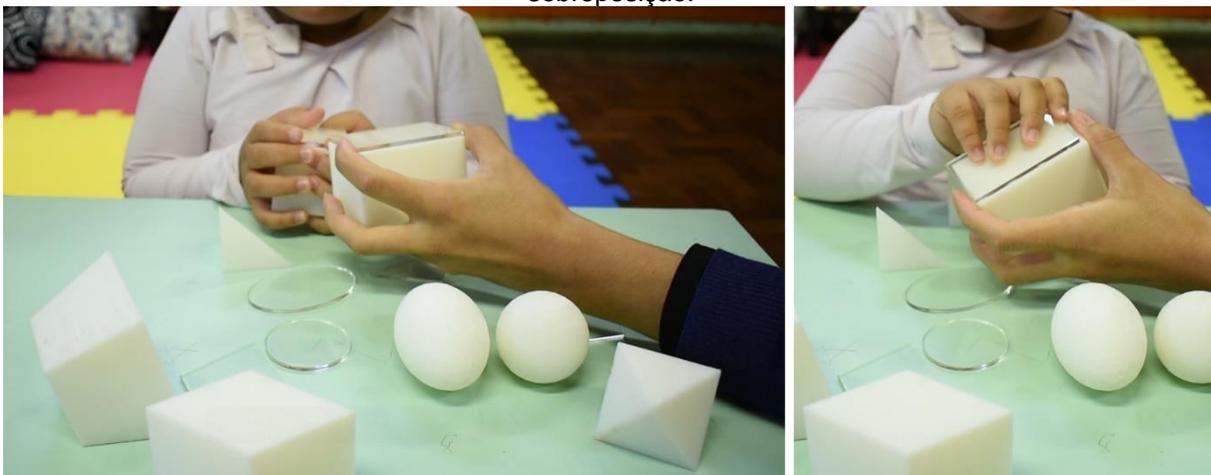
Quanto ao tamanho dos objetos geométricos tridimensionais, a Participante comentou que esses objetos eram maiores que aqueles, mas que ainda assim eram de um tamanho bom e agradável de usar, e que a maioria cabia na mão dela. A respeito da textura afirmou que era boa e confortável de tocar. Quando perguntada sobre o manuseio, disse que não houve nada que dificultasse, e ainda comentou que eram objetos que não escorregavam da mão.

Em relação ao momento em que foi solicitado à Participante que ela combinasse objetos, ela disse que o critério que usou para agrupar os objetos foi a observação da forma, e completou dizendo que *“a fofura é diferente” [sic]* – isso, entende-se, em relação às texturas superficiais. Como habilidade pessoal para o reconhecimento dos

objetos, a Participante citou a memória. Quanto às propriedades dos objetos, que a ajudaram a perceber que poderiam ser combinados, novamente a Participante citou a questão das semelhanças entre alguns formatos, apesar de diferenças quanto às texturas.

Ao final de todas as atividades propostas (entrevistas e testes de manuseio), a pesquisadora dispôs os 16 objetos geométricos (planos e tridimensionais) sobre a mesa e mostrou, através de uma conversa informal, como aqueles objetos planos se pareciam com seus correspondentes tridimensionais. A Participante 17 demonstrou surpresa ao perceber as semelhanças e ainda usou a imaginação para pensar em situações em que poderia usar esses objetos, propondo que uns poderiam ser usados para manter outros de pé ou mesmo servir como base. Na Figura 23 é possível observar a sequência de dois momentos capturados durante essa última conversa, que durou pouco menos de cinco minutos.

Figura 23 - Momento em que a Participante reconhece a semelhança entre objetos, por meio de sobreposição.



Fonte: capturas de tela da gravação de vídeo feita pela autora

Nessa sequência, a Participante 17 está segurando o cubo enquanto sobrepõe a ele o quadrado, e ainda é possível ver a mão da pesquisadora, apresentando a combinação do retângulo com o paralelepípedo reto, também por sobreposição.

4.7 Explicitação das Aprendizagens

Apesar da impossibilidade de propor generalizações devido à pequena amostra, ao final da realização dos testes de manuseio foi possível identificar como ocorre o processo de

percepção motora e sensorial de objetos geométricos bi e tridimensionais, do ponto de vista de uma estudante cega. A consecução dessa etapa do trabalho confirmou que os requisitos utilizados para projeto e produção do artefato estão em conformidade com as necessidades do usuário. A partir do desenvolvimento, produção e avaliação do artefato, é apresentado no Quadro 14 a relação dos principais requisitos levantados, com base nas medidas de comprimento e largura de mão para a idade de 14 anos (apresentadas no Projeto do Artefato Selecionado, item 4.4 deste trabalho).

Quadro 14 - Requisitos considerados no desenvolvimento, produção e avaliação do artefato.

| ÂMBITO | REQUISITO |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Características gerais de recursos didáticos para ensino de Geometria Espacial a cegos | Ter textura |
| | Ser durável |
| | Ser de boa qualidade |
| | Ser estável |
| | Ser resistente |
| Desenvolvimento e produção | Tempo disponível |
| | Recursos disponíveis |
| | Tecnologia disponível |
| | Modelagem digital de protótipos |
| | Avaliação de protótipos com usuários |
| | Uso de impressoras 3D |
| Seleção de matéria-prima | Não oferecer risco à segurança/saúde |
| | Baixo custo e facilidade de acesso |
| Considerações e cálculos que devem ser feitos com foco na interação motora do usuário | Oferecer conforto tátil |
| | Considerar Design Universal |
| | Caber na mão (tamanho e forma dos objetos) |
| | Manuseio seguro utilizando apenas uma mão |
| | Ser leve |

Fonte: elaborado pela autora

As possibilidades de uso desses requisitos podem ser variadas, inclusive por meio da combinação daqueles que mais se aproximam do contexto no qual o designer pretende intervir, no entanto é importante que não deixem de ser considerados os âmbitos referentes aos requisitos que se pretende aplicar. É importante também ressaltar que tais requisitos não são e nem podem ser considerados como especificações de projeto, afinal as especificações podem variar conforme o tipo de produto a ser desenvolvido, e principalmente conforme os usuários do mesmo.

A estratégia de desenvolvimento desta pesquisa ocorreu de forma gradual, na qual o desenvolvimento de uma etapa se dava em conformidade com a consecução da etapa anterior a ela. Dessa forma, partiu-se de um ponto mais teórico e culminou-se num ponto mais técnico-prático. Partiu-se de conhecimentos teóricos embasados em referenciais bibliográficos e culminou-se em dados levantados por meio de interação com participantes das três esferas de interesse da pesquisa. Essa estratégia adotada permitiu estabelecer conexões diretas entre teoria e prática, numa relação em que toda a teoria serviu de base para detalhamento da melhor forma de agir na prática, e toda a ação prática foi balizada pela base teórica levantada. Entretanto poderiam ter sido adotadas diferentes estratégias, como por exemplo uma que contemplasse o usuário desde as etapas mais iniciais de todo o desenvolvimento da pesquisa. Devido às limitações desta pesquisa já apresentadas, esse tipo de abordagem não seria possível, no entanto seria uma estratégia que possibilitaria uma interação mais ampla entre a equipe de pesquisa e os participantes da mesma, podendo proporcionar, inclusive, uma experiência de pesquisa e trabalho mais rica e dinâmica.

Uma estratégia de pesquisa que envolvesse uma abordagem mais extensa também poderia ser desenvolvida, tendo por base todos os Níveis de Compreensão do Modelo de van Hiele, e não apenas os três primeiros (como adotado na estratégia desta pesquisa). Uma abordagem mais extensa e com participação de usuários desde as fases mais iniciais da pesquisa poderia trazer uma quantidade mais significativa de dados quanto ao processo de ensino-aprendizagem, bem como importantes indicadores para o processo de desenvolvimento e produção de recursos didáticos táteis. Mesmo não sendo possível a proposição de generalizações (devido à pequena amostra que foi submetida aos testes de manuseio), a realização desta pesquisa possibilitou definir, a partir de quatro âmbitos, requisitos de projeto para produção de recursos didáticos táteis para estudantes cegos no processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial. Os requisitos e todo o processo de definição e documentação das necessidades das partes interessadas, com a finalidade de alcançar os objetivos centrados nos estudantes cegos, estão detalhados e registrados ao longo do relatório da pesquisa, sendo que foram apresentados com detalhes suficientes para serem replicados em execuções de novos projetos (inclusive com real aplicação nas sugestões que estão apresentadas adiante, no item 5.1 - Sugestões para trabalhos futuros).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Este capítulo apresenta o fechamento deste trabalho e é composto por duas partes. A primeira apresenta as considerações finais a respeito do desenvolvimento do trabalho. A segunda parte apresenta a conclusão do estudo realizado, iniciando com a verificação e confirmação da Hipótese levantada no item 1.2 e finalizando com a exposição da consecução dos Objetivos propostos nos itens 1.3 e 1.3.1.

Considerações Finais

Quanto ao desenvolvimento deste trabalho, podem ser destacadas três grandes aprendizagens obtidas ao longo de todo o processo. A primeira delas é a questão do manejo do tempo, e aqui estão compreendidas suas manifestações em relação a questões internas, como o desempenho da equipe de pesquisa, e também em relação a questões externas, como o atendimento a burocracias em geral, submissão do projeto à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa e aguardo do parecer, e também o fato de ter havido uma greve dos servidores da Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre, que era o recorte espacial (delimitação geográfica) deste trabalho, conforme item 1.5.

O parecer aprovando a execução deste trabalho foi concedido na quarta versão submetida do projeto. O processo teve início em 19 de novembro de 2018 e finalizou em 13 de março de 2019, totalizando quase quatro meses entre idas e vindas de versões do projeto. Com o parecer favorável do Comitê de Ética em mãos, era hora de iniciar a execução do trabalho, no entanto a equipe de pesquisa se deparou com uma nova questão: os efeitos da greve dos servidores da Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre, que afetou o calendário letivo, então o recesso escolar (que deveria ter ocorrido no final de 2018 e início de 2019) aconteceu fora de época e algumas escolas voltaram ao funcionamento normal apenas em abril. Ainda no dia 13 de março, após receber o parecer, foram feitas diversas ligações para as quatro escolas indicadas pela SMED-POA para participação da pesquisa, mas foi possível fazer contato com apenas uma delas. As tentativas de contato se estenderam até o dia 25 de março, quando foi possível fazer contato com a segunda escola. No dia 27 de março foi feito contato com a terceira escola e apenas no dia 05 de abril, com a quarta e última escola. Conforme as escolas eram contatadas, eram agendadas as entrevistas com os especialistas de Educação e também o contato com a estudante cega, e em paralelo também iam sendo feitas as entrevistas com os especialistas de Projeto. A última coleta de dados foi feita no

dia 02 de maio, e foi a interação com a estudante cega. Desse ponto em diante, quando não existia mais a necessidade de depender da agenda e disponibilidade dos participantes da pesquisa, iniciou-se o trabalho de tratamento dos dados coletados e prosseguimento da pesquisa.

Estas questões referentes a tempo representaram uma das grandes aprendizagens deste trabalho, e é importante que sejam explicitadas para que outros pesquisadores que atuam na área de estudos relacionados ao contexto escolar (principalmente o público) e que tenham intenção de interagir com pessoas, tenham conhecimento desses eventuais contratemplos, e previamente se organizem para que seja possível executar seus projetos conforme o tempo estipulado.

A segunda grande aprendizagem obtida ao longo deste trabalho foi, com certeza, a condução da metodologia. Por mais que esse aprendizado possa soar incongruente no contexto de uma pesquisa em Design, é importante ressaltar o quão fundamental é conhecer e compreender a metodologia (ou as metodologias) selecionada para a condução do trabalho. Tomar conhecimento de cada etapa proposta, procurar a melhor forma de conduzi-las e verificar se suas respectivas saídas estão condizentes, é um exercício que demanda tempo e rigor. A condução da metodologia em uma pesquisa no âmbito do Design pode representar um desafio se suas etapas não forem interpretadas corretamente, e isso se dá, possivelmente, pelo fato de o Design ser uma área multidisciplinar.

Este trabalho foi conduzido conforme as etapas propostas pela *Design Science Research*, e no início alguns pontos do desenvolvimento de algumas etapas não foram interpretados da forma correta, logo surgiram lacunas que não poderiam ser preenchidas com os dados que haviam sido coletados. Então foi necessário interromper o desenvolvimento por um curto período e estudar novamente a metodologia, se atentando às minúcias. Após esse período de reflexão, ao voltar os olhos para todo o contexto do trabalho, seus objetivos e dados coletados, foi possível reorganizar todo o material reunido e assim dispor cada elemento em seu devido lugar, conforme as etapas propostas pela *Design Science Research*. A explicitação dessa aprendizagem se fundamenta na importância de advertir outros pesquisadores que é imprescindível que seja feito o manejo mais apurado possível da metodologia, que acaba sendo uma das ferramentas mais importantes para o pleno desenvolvimento de seus trabalhos.

A terceira grande aprendizagem obtida ao longo deste trabalho foi o aprofundamento de conhecimentos a respeito de um universo que, até o início deste trabalho, era alheio ao universo da equipe de pesquisa: o universo da Pessoa com Deficiência Visual. Desde as pesquisas para fundamentação teórica até as coletas de dados, foram incontáveis as descobertas e aprendizados. No entanto, na prática que foi possível ter um vislumbre de todo esforço e trabalho (e às vezes até luta) que permeiam a realidade de um estudante com deficiência visual em uma escola pública regular. Questões de diferentes dimensões puderam ser observadas, desde as maiores (como políticas públicas, por exemplo, e suas implicações na realidade) até as menores, como o simples deslocamento dentro da escola, por exemplo. Nesse contexto encontram-se demandas por parte não só dos estudantes com deficiência, mas da comunidade acadêmica que o cerca, questões familiares e sociais, e nessa perspectiva é possível identificar o potencial de atuação do Design, objetivando a resolução de problemas reais do cotidiano.

Conclusões

A identificação de uma lacuna referente ao uso de recursos didáticos táteis para estudantes cegos em contexto escolar regular, para ensino-aprendizagem de Geometria Espacial, levou à definição de um percurso que objetivou a definição de recursos que pudessem ser considerados para produção mecanizada de recursos didáticos.

A primeira etapa desse percurso foi conduzida por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura, para conhecer a atual situação do ensino-aprendizagem de Geometria Espacial focada em estudantes cegos no Brasil (Objetivo Específico 1), e possibilitou o levantamento de informações a respeito de questões legais, sociais, cognitivas, e também sobre o relacionamento entre professores e estudantes, bem como possibilitou o levantamento de algumas informações quanto às abordagens metodológicas que poderiam ser usadas no desenvolvimento de Tecnologia Assistiva para contexto escolar. A partir da consecução desse objetivo foi possível constatar que a maior parte dos recursos didáticos encontrados nos trabalhos analisados se destina a diferentes abordagens no campo da Matemática, não especificamente ao campo da Geometria Espacial.

A segunda etapa foi conduzida por meio de uma entrevista com uma representante da SMED-POA, para conhecer a atual situação do ensino-aprendizagem de Geometria

Espacial focada em estudantes cegos da RME-POA (Objetivo Específico 2), e possibilitou um melhor entendimento a respeito de como tem acontecido, na educação pública municipal, o processo de ensino especial.

A terceira etapa foi conduzida por meio de entrevistas semiestruturadas com sete professores (entre professores de Matemática de sala de aula regular, professores de SIR/Visual e SIR) da RME-POA, para conhecer a dinâmica de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial voltadas para estudantes cegos (Objetivo Específico 3), e permitiu, a partir do ponto de vista dos professores, o levantamento de alguns critérios a respeito desse processo.

A quarta e quinta etapas foram explicitadas, no texto deste trabalho, de acordo com as etapas propostas pela *Design Science Research*. Conduzida por meio de entrevistas semiestruturadas com oito especialistas de projeto, a quarta etapa objetivou levantar parâmetros técnicos (ergonômicos, instrucionais e de materiais) para auxiliar no estabelecimento de requisitos de projeto (Objetivo Específico 4). Ao final desta etapa foi possível formalizar a relação de questões, características e suas respectivas relevâncias para proposição de artefato para resolução do problema.

A quinta e última etapa foi conduzida por meio de uma atividade que continha três momentos diferentes: uma entrevista, uma aplicação de teste de manuseio e uma aplicação de questionário o pós-teste. A pequena amostra conseguida para consecução dessa etapa não permite generalizações, mas permitiu a identificação de necessidades, percepções sensoriais, questões motoras e como se dá o processo de ensino-aprendizagem de Geometria Espacial do ponto de vista de uma estudante cega de uma escola da RME-POA (Objetivo Específico 5). Essa etapa possibilitou a avaliação dos artefatos projetados e desenvolvidos na fase anterior, o que permitiu o levantamento de critérios a respeito da interação da estudante cega com recursos didáticos táteis, com base nos níveis de compreensão propostos pela Teoria de van Hiele.

Em virtude dos pontos abordados neste trabalho e as etapas que foram cumpridas, foi possível confirmar a hipótese de que o uso da *Design Science Research* (como aporte metodológico) integrada à Teoria de van Hiele (como aporte educacional) tem o potencial de auxiliar no processo de definição de requisitos de projeto para a produção de recursos didáticos táteis para ensino-aprendizagem de Geometria Espacial a estudantes cegos em contexto escolar.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

O desenvolvimento deste trabalho evidenciou questões que podem ser investigadas com mais profundidade para, dessa forma, cooperar com pesquisas na área do Design para Educação, como:

- Criação de coleção com maior quantidade de objetos geométricos;
- Testar e avaliar a inclusão de breves descrições em Braille nos objetos;
- Avaliação do artefato com uma amostra maior de estudantes cegos, para aquisição de informações que possibilitem generalizações;
- Verificação de outras formas de produção dos artefatos (conforme critérios de tempo e custo), com vistas a produção em larga escala;
- Verificação da possibilidade de integração dos recursos didáticos táteis com algum aplicativo de celular, por exemplo.

REFERÊNCIAS

- ADAM, Dominique L.; CALOMENO, Carolina. Metodologia para adaptação de conteúdo editorial imagético para deficientes visuais. **InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação**, v.9, n.3, p.201-215. São Paulo, 2012. ISSN 1808-5377. Disponível em: <<https://goo.gl/Aki9AU>>. Acesso em: Nov. 2016.
- ALEXANDER, Christopher. **Notes on the Synthesis of Form**. Cambridge - Massachusetts: Harvard University Press, 1964.
- ALLEXSAHT-SNIDER, M., & HART, L. E. 'Mathematics for all': How do we get there? **Theory into Practice**, 2001. 40, p.93-101.
- ALGERI, Marinês Serro. Dificuldades de aprendizagem na escrita: um olhar psicopedagógico. **Revista de Educação do Ideau**, Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai – IDEAU, v.9, n.20, p. 1-12. Sertão - RS: jul./dez. 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/5uxvH3>>. Acesso em: 12 mar. 2018.
- ALMEIDA, T. S.; ARAÚJO, F. V. Diferenças Experienciais entre Pessoas com Cegueira Congênita e Adquirida: uma breve apreciação. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**. Ano 1, v.1, n.3, jun 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/m1iSHd>>. Acesso em: Set. 2016.
- ALVARENGA, A. T. et al. Histórico, fundamentos filosóficos e teórico-metodológicos da interdisciplinaridade. In: PHILIPPI JR, A. & SILVA NETO, A. J. (Org.) Interdisciplinaridade em Ciência Tecnologia & Inovação. **Interdisciplinaridade em Ciência Tecnologia & Inovação**. 1ed. Barueri: Manole, 2011, v.1, p.3-68.
- ALVES, G. S.; SAMPAIO, F. F. O modelo de desenvolvimento do pensamento geométrico de van Hiele e possíveis contribuições da Geometria Dinâmica. **Revista de Sistemas de Informação da FSMA**, n.5, (2010), p.69-76. Disponível em: <<https://goo.gl/wjdFs3>>. Acesso em: 06/04/2018.
- AMIRALIAN, Maria Lucia de Toledo Moraes. Deficiências: Um novo olhar. Contribuições a partir da psicanálise Winnicottiana. **Estilos da Clínica**, Brasil, v.8, n.15, p.94-111, jun 2003. ISSN 1981-1624. Disponível em: <<https://goo.gl/3HfqeW>>. Acesso em: 07 fev. 2018.
- ANDRADE, Fabiana Chagas De. **Jujubas: Uma proposta lúdica ao ensino de Geometria Espacial no Ensino Médio**. 2014. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- ARANHA, Maria Lúcia de Arruda. **Filosofia da Educação**. 3ª ed. rev. e ampl. ISBN 8516051390. São Paulo: Moderna, 2006.
- ARAUJO, P. M. P. Adaptações. In: GREVE, J. M. A. **Tratado de Medicina de Reabilitação**. São Paulo: Roca, 2007. p. 325-329.
- ARGYROPOULOS, Vassilios S. Tactual shape perception in relation to the understanding of geometrical concepts by blind students. **British Journal of Visual Impairment**. Vol 20, Issue 1, p.7-16. 2002. Disponível em: <<https://goo.gl/okg6Xt>>. Acesso em out. 2016.

BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Manole, 2008.

BARBOSA, Paula Marcia. O estudo da geometria. **Revista Benjamin Constant (RBC)**, Publicação técnico-científica do Centro de Pesquisa, Documentação e Informação do Instituto Benjamin Constant - IBCENTRO - Divisão de Pesquisa, Documentação e Informação, Rio de Janeiro, n.25, ano 9 - ago. 2003. Disponível em: <<https://bit.ly/2r09DA4>>. Acesso em jun. 2019.

BARTELL, T. G., MEYER, M. Y. Addressing the equity principle in the mathematics classroom. **Mathematics Teacher**, 2008. 101, p. 604-608.

BAXTER, M. **Projeto de Produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

BAYRAM, Gözde İrem; CORLU, M. Sencer; AYDIN, Emin; ORTAÇTEPE, Deniz; ALAPALA, Burcu. An exploratory study of visually impaired students' perceptions of inclusive mathematics education. **British Journal of Visual Impairment**, 2015. v.33, n.3, p.212–219. Disponível em: <<https://goo.gl/83sNCc>>. Acesso em: jun. 2017.

BIRCH, Beverley. **Louis Braille**. Personagens que mudaram o mundo: os grandes humanistas. São Paulo: Globo, 1993.

BOMFIM, Gustavo Amarante. **Metodologia para desenvolvimento de projetos**. João Pessoa: Editora Universitária - UFPB, 1995.

BONI, Marina; WELTER, Maria Preis. "Neurociência cognitiva e plasticidade neural: um caminho a ser descoberto." In: **7º SEMIC - 3º Seminário Institucional Interdisciplinar PIBID**. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/vTDeYB>>. Acesso em 01/03/2018.

BORGES, Fábio Alexandre; PEREIRA, Tiago. As aulas de matemática na escolarização inclusiva de um sujeito cego: o caso Lucas. **Revista COCAR**, Belém, v.12. n.24, p.193-221 - Jul./Dez. 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2LhFL0e>>.

BRACCIALLI, Lígia Maria Presumido. TECNOLOGIA ASSISTIVA E PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO NO BRASIL. **Journal of Research in Special Educational Needs**. V.16, n s1, p.1014-1017, 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/DJzi5E>>. Acesso em: 14 Jul. 2017.

BRAIT, Lilian Ferreira Rodrigues et al. A RELAÇÃO PROFESSOR/ALUNO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM. **Itinerarius Reflectionis**, [S.l.], v.6, n.1, set.2010. ISSN 1807-9342. Disponível em: <<https://goo.gl/gRVSSf>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

BRASIL. **Cartilha do Censo 2010 – Pessoas com Deficiência**. Luiza Maria Borges Oliveira. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR). Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD). Coordenação-Geral do Sistema de Informações sobre a Pessoa com Deficiência; Brasília: SDH-PR/SNPD, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2S0TzMd>>. Acesso em mai. 2018.

BRASIL. **Conselho Nacional de Educação**. Câmara de Educação Básica. Resolução CNE/CEB 2/2001. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de setembro de 2001. Seção 1E, p. 39-40. Disponível em: <<https://goo.gl/TEPx5H>>. Acesso em: 09 de fev. 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Senado Federal. 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/1bJYIGL>>. Acesso em 14 jun. 2019.

BRASIL. **Declaração de Salamanca**. Brasília, DF: Corde. 1994. Disponível em: <<https://bit.ly/V2IXPv>>. Acesso em 14 jun. 2019.

BRASIL. **Declaração Universal dos Direitos Humanos: 1948**. UNIC/Rio/005, Janeiro 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/2APlx5U>>. Acesso em 14 jun. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 3.956, de 8 de outubro de 2001**. Convenção de Guatemala. Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/guatemala.pdf>>. Acesso em jun. 2019.

BRASIL. **Estatuto da Criança e do Adolescente no Brasil**. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Disponível em: <<https://goo.gl/oYFT1o>>. Acesso em: 23 de fev. 2018.

BRASIL. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Lei Nº 13.146, de 06/07/2015. Disponível em: <<https://goo.gl/bhnGwX>>. Acesso em: 23 de fev. 2018.

BRASIL. **Lei nº. 7.853, de 24 de Outubro de 1989**. Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - Corde institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7853.htm>. Acesso em 18 jun. de 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Artigo 58. Entende-se por educação especial, para os efeitos desta Lei, a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos portadores de necessidades especiais. Disponível em: <<https://bit.ly/2cpUkKg>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria N.º 1.793, de dezembro de 1994**. Disponível em: <<https://bit.ly/2FvmQLm>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília, 2008. Disponível em: <<https://goo.gl/rNoaNZ>>. Acesso em: 23 de fevereiro de 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Código Matemático Unificado para a Língua Portuguesa** / elaboração: Cerqueira, Jonir Bechara [et al.]. - Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/2IJRrag>>.

BRASIL. **Portaria Normativa Nº 13/2007** - Dispõe sobre a criação do "Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais". 2007. 26/4/2007, SEÇÃO 1, p.4, 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/E5CnHn>>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2018.

BRASIL. **Programa de Inclusão de Pessoa com Deficiência** - Legislação. [s.d.]. Disponível em: <<https://goo.gl/uVLLFw>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2018.

BRASIL. **Projeto Escola Viva**: garantindo o acesso e permanência de todos os alunos na escola: necessidades educacionais especiais dos alunos / Maria Salette Fábio Aranha. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2005. Disponível em: <<https://bit.ly/2lJeoub>>. Acesso em 14 jun. 2019.

BRASIL. **Saberes e práticas da inclusão**: desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos com baixa visão. [2.ed.] / coordenação geral SEESP/MEC. Brasília: MEC, Secretaria de Educação Especial, 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/2YcCtyX>>. Acesso em 14 jun. 2019.

BRASIL. **Secretaria dos Direitos Humanos. Comitê de Ajudas Técnicas**. Ata da VII reunião do Comitê de Ajudas Técnicas – CAT/CORDE/SEDH/PR, realizada nos dias 13 e 14 de dezembro de 2007a. Disponível em: <http://www.infoesp.net/CAT_Reuniao_VII.pdf>. Acesso em: 08 de fev. de 2018.

BRENDLER, C. F.; *et al.* Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais. **Educação Gráfica**, v.18, n.03, p.141-157, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2FuqJHi>>.

BRENDLER, CLARIANA FISCHER; TEIXEIRA, F. G.; PIZZATO, G. Z. A.; MELLO, G. **HERIP - Humano Ergonômico Interativo e Paramétrico**. 2017. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512018000804-6, data de registro: 06/04/2017, título: "HERIP - Humano Ergonômico Interativo e Paramétrico", Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

BRITO; P. R. VEITZMAN, S. Causas de Cegueira e Baixa Visão em crianças. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**. v.63, n.1, p.49-54, fev. 2000. Disponível em: <<https://goo.gl/SSS6Gy>>.

BRUMER, A., PAVEI, K., & MOCELIN, D. G. Saindo da "escuridão": perspectivas da inclusão social, econômica, cultural e política dos portadores de deficiência visual em Porto Alegre. **Sociologias**, Porto Alegre, v.6, n.11, p.300-327, jan/jul. 2004. Disponível em: <<https://goo.gl/njJ5gb>>. Acesso em: Fev. 2018.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de Óptica. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v.14, n.3, p.405-426, dezembro 2008. Disponível em: <<https://goo.gl/GrPTMA>>. Acesso em: 15 Fev. 2018.

CENSO DEMOGRÁFICO 2000. Características gerais da população - Resultados da Amostra. Rio de Janeiro, p.1-178, 2000. Disponível em: <<https://goo.gl/1kVtCF>>. Acesso em: nov. 2016.

CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Censo 2010: escolaridade e rendimento aumentam e cai mortalidade infantil. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/Umm83A>>. Acesso em: out. 2016

CROSS, Nigel. A History of Design Methodology. In: **de Vries M.J., Cross N., Grant D.P. (eds) Design Methodology and Relationships with Science. NATO ASI Series (Series D: Behavioural and Social Sciences)**, v 71, p. 15-27. Springer, Dordrecht: 1993. Disponível em: <<https://goo.gl/U7RNoU>>. Acesso em: 14/03/2018.

CUNHA, A. C. B.; ENUMO, S. R. F. Desenvolvimento da Criança com Deficiência Visual (DV) e interação mãe-criança: algumas considerações. **Psicologia, Saúde & Doenças**, Rio de Janeiro, v.4, n.1, p. 33-46, jul. 2003.

DAVIDOFF, Linda. **Introducción a la Psicología**. Traducido de la tercera edición en inglés de INTRODUCTION TO PSYCHOLOGY. Traducción: Jorge Alejandro Pérez Jaimes. México: McGraw-Hill, 1989. 3ed. Disponível em: <<https://goo.gl/qHGZor>>. Acesso em 19/02/2018.

DEPOUNTIS, V. M. et al. Technologies used in the study of advanced mathematics by students who are visually impaired in classrooms: teachers' perspectives. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, 2015. v. 109, n. 4, p. 265-278.

DIAS, Leonice Seolin, LEAL, Antonio Cezar; JUNIOR, Salvador Carpi (orgs.) **Educação Ambiental: conceitos, metodologia e práticas**. Tupã: ANAP - Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, 2016. 187 p.

DORIN, Lannoy. **Enciclopédia de Psicologia Contemporânea: Psicologia Geral**. 1ª ed. São Paulo: Livraria Editora Iracema, 1984.

DORZIAT, Ana. O profissional da inclusão escolar. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 43, n. 150, p. 986-1003, dez. 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/JpX9xr>>. Acesso em: 13 Fev. 2018.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; JÚNIOR, José Antonio Valle Antunes. **Design Science Research: método de pesquisa para o avanço da ciência e tecnologia**. 1ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ESTEVES, Audrey Cristine; *et al.* Força de preensão, lateralidade, sexo e características antropométricas da mão de crianças em idade escolar. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis (SC), v.7, n.2, p.69-75, out. 2005.

FERNANDES, Solange Hassan Ahmad Ali; HEALY, Lulu. A Inclusão de Alunos Cegos nas Aulas de Matemática: explorando Área, Perímetro e Volume através do Tato. **BOLEMA: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro (SP), v.23, n.37, p.1111-1135, dezembro 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2Ne3YqP>>.

FERRACIOLI, Laércio. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise do processo de ensino-aprendizagem em Ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 80, n. 194, p. 5-18, jan./abr. 1999. Disponível em: <<https://bit.ly/2J9GopG>>. Acesso em: 18 jan. 2018.

FERRACIOLI, Laércio. Aspectos da construção do conhecimento e da aprendizagem na obra de Piaget. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n. 2, p. 180-194, Florianópolis, jan. 1999a. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://goo.gl/fjDvSG>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

FERREIRA, Arielma da Luz; CORRÊA, Eliana Maria Mello Margarido; BORON, Franciele Camargo da Silva; SILVA, Maria Eugênia de Carvalho e. O ensino da matemática para portadores de deficiência visual. **Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional**, v.5, n.11, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2Xshxqs>>.

FERREIRA, F. M. R.; SILVA, Eliane Loschi da. O ESTUDO DE CASO, A OBSERVAÇÃO E A ENTREVISTA NAS PESQUISAS EM EDUCAÇÃO. In: IV Colóquio Internacional de Educação, Cidadania e Exclusão: Didática e Avaliação - CEDUCE, 2015, Rio de Janeiro-RJ. **Anais Colóquio Internacional Educação, Cidadania e Exclusão: didática e avaliação**. Campina Grande-PB: Realize Eventos e Editora, 2015. v. 1.

FERRONATO, R. **A construção de um instrumento de inclusão no ensino da matemática**. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GOMES, Annatália Meneses de Amorim et al. Os saberes e o fazer pedagógico: uma integração entre teoria e prática. **Educar em Revista**, [S.l.], v.22, n.28, p.231-246, dez. 2006. ISSN 1984-0411. Disponível em: <<https://bit.ly/2FzbuGl>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

GONZÁLEZ, E. (org.) **Necessidades Educacionais Específicas: intervenção psicoeducacional**. Porto Alegre: Artmed, 2007, p.102.

HEMSING, Micheli; SKRSYPSACK, Daniel. "Dificuldades de Aprendizagem." In: **7º SEMIC - 3º Seminário Institucional Interdisciplinar PIBID**. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/MvHXyY>>. Acesso em 12/03/2018.

HERSH, M. The Design and Evaluation of Assistive Technology Products and Devices Part 1: Design. In: STONE H.; BLOUIN, M. (Org.). **International Encyclopedia of rehabilitation**, 2010.

HOHMANN, P.; CASSAPIAN, M. R. Adaptações de baixo custo: uma revisão de literatura da utilização por terapeutas ocupacionais brasileiros. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, 2011. v.22, n.1, p.10-18.

HOUAISS. **Dicionário Eletrônico**. Versão 3.0, 2009.

IBGE. **Censo Demográfico 2000: Deficiência**. IBGE, 2003. Disponível em: <<https://goo.gl/spJDpp>>. Acesso em: Set. 2016.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: 23,9% da população tinha pelo menos um dos tipos de deficiência investigados**. IBGE, 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/epbq4P>>. Acesso em: Set. 2016.

IBGE. **Censo Demográfico 2010: Amostra - Pessoas com Deficiência em Porto Alegre - RS**. IBGE, 2010a. Disponível em: <<https://bit.ly/2NdowiU>>. Acesso em Jul. 2018.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

INEP. **Censo Escolar da Educação Básica 2011**: resumo técnico. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2012.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. **Ministério da Educação**. Instituto Benjamin Constant, 2016. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/>>. Acesso em: Out. 2016.

KALEFF, Ana Maria. Dois desafios para o ensino de geometria e para a inclusão do deficiente visual na escola: visualização e interpretação de figuras geométricas. **Revista Educação Matemática em Foco**. Campina Grande: EDUEPB, v.1, n.2, p.33-55, ago/dez, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/2x9HTie>>. Acesso em jun. 2019.

KAODOINSKI, Fabiana; TONIAZZO, Fernanda Ribeiro. Deficiência Visual, Interação e Desenvolvimento da Linguagem. **Scripta**, [S.l.], v.21, n.41, p.185-203, jun. 2017. ISSN 2358-3428. Disponível em: <<https://goo.gl/cEKhwP>>. Acesso em: 05 Fev. 2018.

KASPER, Andrea de Aguiar; LOCH, Márcia do Valle Pereira; PEREIRA, Vera Lúcia Duarte do Valle. Alunos com deficiência matriculados em escolas públicas de nível fundamental: algumas considerações. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 31, p. 231-243, 2008. Editora UFPR. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/er/n31/n31a14>>. Acesso em: 28/02/18.

KISTMANN, Virginia Borges. Interdisciplinaridade: questões quanto à pesquisa e à inovação em design. **Estudos em Design | Revista (online)**. Rio de Janeiro: v.22, n.3 [2014], p.81 - 99. Disponível em: <<https://goo.gl/w3i5ZE>>. Acesso em: 04/04/18.

KROES, Peter. Design methodology and the nature of technical artefacts. **Design Studies**, Volume 23, Issue 3, May 2002, Pages 287-302. Disponível em: <<https://goo.gl/qJynxz>>. Acesso em: 14/03/18.

KUBO, Olga Mitsue; BOTOMÉ, Sílvio Paulo. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. **Interação em Psicologia**, Curitiba, v. 5, dez. 2001. Disponível em: <<https://goo.gl/4bqUxu>>. Acesso em: 07 mar. 2018.

KULPA, Cínthia Costa. **A contribuição de um modelo de cores na usabilidade das interfaces computacionais para usuários de baixa visão**. 2009. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2009.

LEDERMAN, Susan J.; KLATZKY, Roberta L. Hand Movements: A Window into Haptic Object Recognition. **Cognitive Psychology**, v.19 (3), p.342-368, 1987. Disponível em: <<https://goo.gl/5BC4y4>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

LEDERMAN, Susan J.; KLATZKY, Roberta L. Haptic perception: A tutorial. **Attention, Perception, & Psychophysics**, v. 71 (7), p. 1439-1459, 2009. Disponível em: <<https://goo.gl/ST8Qsn>>. Acesso em: 21 fev. 2018.

LEGGE, G. E., MADISON, C., VAUGHN, B. N., CHEONG, A. M. Y., MILLER, J. C. Retention of high tactile acuity throughout the lifespan in blindness. **Percept Psychophys**, 70, p.1471-1488, nov. 2008. Disponível em: <<https://goo.gl/n38Ngm>>. Acesso em: 19 fev. 2018.

LEIS, H. R. Especificidades e desafios da interdisciplinaridade na ciências humanas. In: PHILIPPI JR, A. & SILVA NETO, A. J. (Org.) Interdisciplinaridade em Ciência Tecnologia & Inovação. **Interdisciplinaridade em Ciência Tecnologia & Inovação**. 1ed. Barueri: Manole, 2011, v.1, p.106-122.

LEITE, A. Tecnologia Assistiva: o “Bê a bá”! **REAB**, [S.l.], 2016. Disponível em: <<http://www.reab.me/tecnologia-assistiva-o-be-a-ba/>>. Acesso em: 24 jun. 2017.

LENT, Roberto. **Cem bilhões de Neurônios? Conceitos Fundamentais de Neurociência**. 2ª edição. São Paulo: Atheneu, 2010.

LEONHARDT, Mercé. **El bebé ciego**. Primera atención. Un enfoque psicopedagógico. Barcelona: Masson, 1992. Disponível em: <<https://goo.gl/be9J2c>>. Acesso em: 28/02/2018.

LOCH, Ruth E. N. Cartografia Tátil: mapas para deficientes visuais. **Portal da Cartografia**, Londrina, v.1, n.1, p.35-58, maio/ago, 2008. Disponível em: <<https://goo.gl/XvSSCZ>>. Acesso em: 26 fev. 2018.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial** - Bases para a configuração dos produtos. São Paulo: Edgar Blucher, 2001.

MARTINS, Bruno Sena. Transgressão corporal e cegueira: representações dilacerantes. **Antropologia Portuguesa**, v. 22/23, p.157-175, 2006. Disponível em: <<https://goo.gl/YkLkuH>>. Acesso em: 07 Fev. 2018.

MATISKEI, Angelina Carmela Romão Mattar. Políticas públicas de inclusão educacional: desafios e perspectivas. **Educar em Revista**, Curitiba, n.23, p.185-202, jun. 2004. Disponível em: <<https://goo.gl/fJp3Qh>>. Acesso em: 14 Fev. 2018.

MÁXIMO, Maria Ângela Zulian. Ensino-Aprendizagem do Desenho Geométrico Aplicado ao Deficiente Visual. **Revista Educação Gráfica**, v.14, n.2 - Esp., 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2xcK58q>>.

MELLO, M. A. F.; CAPANEMA, V. M.; LUZO, M. P. Recursos tecnológicos em Terapia Ocupacional - Órtese e Tecnologia Assistiva. In: DE CARLO, M. P.; LUZO, M. C. M. **Terapia Ocupacional - Reabilitação Física e Contextos Hospitalares**. São Paulo: Roca, 2004. p.99-125.

MONTOYA, Adrian O. Dongo. **Piaget: Imagem Mental e Construção do Conhecimento**. São Paulo: Editora UNESP, 2005. Disponível em: <<https://goo.gl/eNQk1z>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

MORALES, Pedro. **La relación profesor-alumno en la aula**. Tradução: Gilmar Saint'Clair Ribeiro. 7ª edição. São Paulo: Edições Loyola, 2008.

MORANDI, Maria Isabel Wolf Motta; CAMARGO, Luis Felipe Riehs. Revisão sistemática da literatura. In: DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES JR, José Antônio Valle. **Design Science Research: Método e Pesquisa para Avanço da Ciência e da Tecnologia**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ORMELEZI, Eliana Maria. **Inclusão educacional e escolar da criança cega congênita com problemas na constituição subjetiva e no desenvolvimento global: uma leitura psicanalítica em estudo de caso.** 2006. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Acesso em: 07 fev. 2018.

ORMELEZI, Eliana Maria. **Os Caminhos da aquisição do conhecimento e a cegueira: do universo do corpo ao universo simbólico.** 2000. Dissertação (Mestrado em História e Filosofia da Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Acesso em: 07 fev. 2018.

PIAGET, Jean. **Aprendizagem e conhecimento.** In: PIAGET, J., GRÉCO, P. Aprendizagem e conhecimento. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974. Título original: Apprentissage et connaissance, 1959.

PIAGET, Jean. Cognitive development in children: Piaget. Development and learning. **Journal of Research in Science Teaching**, v.2, n.3, p.176-186, New York: sep. 1964. Disponível em: <<https://bit.ly/2Fuh9NS>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

PIAGET, Jean. **Psicologia e Pedagogia.** Título original: Psychologie et Pedagogie. 9ª edição. ISBN: 8521802293. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. **A Psicologia da Criança.** Título original: La psychologie de l'enfant. 6ª edição. ISBN: 9788574320526. Rio de Janeiro: Difel, 2012.

PORTO, Eline Tereza Rozante. **Corporeidade do Cego: novos olhares.** Tese (Doutorado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas: UNICAMP, 2002. Disponível em: <<https://goo.gl/uFTPpu>>.

PORTUGAL, Cristina; COUTO, Rita. Design em situações de ensino-aprendizagem. **Estudos em Design**, v.18, n.1, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/2Ndvxk0>>.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **A SMED - Apresentação.** Disponível em: <<https://goo.gl/LaLNGP>>. Acesso em: 16 Nov. 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/ydRNhH>>. Acesso em: 21/03/2018.

PURIFICAÇÃO, Ivonélia da; SOARES, Maria Tereza Carneiro. Cabri-Géomètre e Teoria de van Hiele: possibilidades de avanços na construção do conhecimento de conceitos de quadriláteros. **Teoria e Prática da Educação**, v.4, n.8, p.73-91, mar./2001.

QUEIROZ, Fernanda Matrigani Mercado Gutierrez de. **Tecnologia assistiva e perfil funcional dos alunos com deficiência física nas salas de recursos multifuncionais.** 2015. 117 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Filosofia e Ciências, 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/sZWBCm>>. Acesso em: Jan. 2018.

RADABAUGH, Mary Pat. NIDRR's Long Range Plan - Technology for Access and Function Research Section Two: NIDDR Research Agenda Chapter 5: **TECHNOLOGY FOR ACCESS AND FUNCTION**. 2014. <<https://bit.ly/2YdXYz5>>.

REILY, Lucia Helena. **Escola inclusiva: linguagem e mediação**. Campinas, SP: Papyrus, 2004.

ROCHA, E. F.; CASTIGLIONI, M. Do C. Reflexões sobre recursos tecnológicos: ajudas técnicas, tecnologia assistiva, tecnologia de assistência e tecnologia de apoio. **Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo**, 1 set. 2005. v.16, n.3, p.97-104.

ROCK, Irvin. **The Logic of Perception**. Cambridge: MIT Press, 1983.

RODRIGUES, Alessandra Coelho. **O Modelo de Van Hiele de Desenvolvimento do Pensamento Geométrico**. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Católica de Brasília, 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/du4Z2D>>. Acesso em: Nov. 2016.

RODRIGUES, Armindo J. Contextos de aprendizagem e integração/inclusão de alunos com necessidades educativas especiais. In: RIBEIRO, M. L. S.; BAUMEL, R. C. R. (Org.). **Educação Especial - Do querer ao fazer**. São Paulo: Avercamp, 2003. p.13-26.

RODRIGUES, Jorge de Menezes; SALES, Elielson Ribeiro de. Educação Matemática em uma Perspectiva Inclusiva: percepções de professores e alunos deficientes visuais. **Educação Matemática em Revista**, Brasília, v.23, n.58, p.23-33, abr/jun de 2018.

ROOZENBURG, N.; EEKELS, J. **Product Design: Fundamentals and Methods**. 2nd ed. Chichester: Willey, 1998.

ROTH, Patrick et al. From Dots to Shapes: an auditory haptic game platform for teaching geometry to blind pupils. In: **ICCHP 2000, International Conference on Computers Helping people with special Needs**. Karlsruhe (Germany). [s.l.] : [s.n.], 2000. p.603-610. Disponível em: <<https://archive-ouverte.unige.ch/unige:47915>>. Acesso em: Out. 2016.

SÁ, Elizabet Dias de; CAMPOS, Izilda Maria de; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. **Atendimento Educacional Especializado - Deficiência Visual**. SEESP/SEED/MEC, Brasília - DF, 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/mn7DaP>>. Acesso em: Jul. 2018.

SHAREEF, Reginald. Want Better Business Theories? Maybe Karl Popper Has the Answer. **Academy of Management Learning and Education**, v.6, n.2, p.272-280, 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/Yzchcq>>. Acesso em: 21/03/2018.

SHIMOMURA, Yayoi; HVANNBERG, Ebba Thora; HAFSTEINSSON, Hjalmyr. Haptic cues as a utility to perceive and recognise geometry. **Universal Access in the Information Society**, v.12, n.2, p.125-142, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/feT2MB>>. Acesso em: jun. 2017.

SILVA, Davi César da; LEIVAS, José Carlos da Silva. Inclusão no Ensino Médio: Geometria para Deficiente Visual. **Educação Matemática em Revista**, n.40, Novembro, 2013. Disponível em: <<https://bit.ly/2J6Yljl>>.

SILVA, Fernanda Cristine Poletto da; ULBRICHT, Vânia Ribas Ulbricht; PADOVANI, Stephania. "A percepção tátil de variáveis gráficas no reconhecimento de objetos

tridimensionais para cegos congênitos", p. 410-423. In: **C. G. Spinillo; L. M. Fadel; V. T. Souto; T. B. P. Silva & R. J. Camara (Eds). Anais do 7º Congresso Internacional de Design da Informação / Proceedings of the 7th Information Design International Conference | CIDI 2015 [Blucher Design Proceedings, num.2, vol.2].** São Paulo: Blucher, 2015.

SILVA, R. S.; SILVA, R. P.; BATISTA, V. J. Desenvolvimento de brinquedos para crianças com deficiência visual: um estudo de caso. **Revista Educação Gráfica**, v.18, n.02, p.123-141, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2IJ2d0d>>.

SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; VIGINHESKI, Lúcia Virginia Mamcasz; SHIMAZAKI, Elsa Midore. *La inclusión en la formación inicial de profesores de matemáticas*. **Acta Scientiarum Education**, v.40, n.3, 2018. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciEduc/article/view/32210>>.

SMED. Secretaria Municipal de Educação - Conselho Municipal de Educação. **Resolução CME/PoA nº013/2013**. Resolução nº013 de 05 de dezembro de 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/sMnFj9>>. Acesso em: dezembro de 2017.

SMOLE, Kátia Stocco; DINIZ, Maria Ignez; CÂNDIDO, Patrícia. **Brincadeiras matemáticas na educação infantil**, v.1. Porto Alegre: Artmed, 2000.

TEIXEIRA, E.; OLIVEIRA, M. C. Adaptações. In: FERNANDES, A. C., CASALIS, M. E. P.; RAMOS, A. C. R. **Medicina e Reabilitação - Princípios e Práticas**. São Paulo: Roca, 2007. p. 671-706.

TOSIM, A.; PEROTTI JUNIOR, A.; LEITÃO, M. T.K.; SIMÕES, R. Sistemas Técnicos e táticos no goalball. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v.7, n. 2, p. 141-148, mai./ago. 2008.

TUNES, Elizabeth; TACCA, Maria Carmen V. R.; JUNIOR, Roberto dos Santos Bartholo. O professor e o ato de ensinar. **Cadernos de pesquisa**, v. 35, n. 126, p. 689-698, set./dez. 2005. Disponível em: <<https://goo.gl/871VLL>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

ULIANA, Marcia Rosa. Inclusão de Estudantes Cegos nas Aulas de Matemática: a construção de um kit pedagógico. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, 2013. v. 27, n. 46, p. 597-612. Disponível em: <<https://goo.gl/zBUBxj>>. Acesso em: jun. 2017.

U.S. Government Printing Office. Public Law 105-394. **Assistive Technology Act of 1998**. 1998.

VAN HIELE, Pierre M. **Structure and insight: a theory of mathematics education**. Orlando: Academic Press, 1986.

VAN HIELE, Pierre M. **The problem of insight in connection with school children's insight into the subject-matter of Geometry**. In: D. Fuys, D. Geddes and R. Tischer (Eds) English translation of selected writings of Dina van Hiele-Geldof and Pierre M. van Hiele. New York: Brooklyn College, School of Education, 1984.

VASCONCELOS, Luis; TEOFILLO, Vania; BEM, Rafael; AMARAL, Pietro; NEVES, André. Um Modelo de Classificação para Metodologias de Design. In: **P&D Design |**

Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo: 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/4oyfMf>>. Acesso em: 14/03/2018.

VERZA, R.; LOPES CARVALHO, M. L.; BATTAGLIA, M. A.; MESSMER UCCELLI, M. An interdisciplinary approach to evaluating the need for assistive technology reduces equipment abandonment. **Multiple Sclerosis Journal**. Vol 12, Issue 1, pp. 88-93. First Published February 1, 2006. Disponível em: <<https://goo.gl/vtsNr1>>. Acesso em: 08 Fev. 2018.

VIGINHESKI, L. V. M.; FRASSON, A. C.; SILVA, S. d. C. R. d.; SHIMAZAKI, E. M. O sistema Braille e o ensino da Matemática para pessoas cegas. **Ciência & Educação**, Bauru, vol. 20, n. 4, p. 903-916, 2014. Disponível em: <<https://goo.gl/6vYTi6>>. Acesso em: Out. 2016.

VIGINHESKI, L. V. M. *et al.* Análise de produtos desenvolvidos no Mestrado Profissional na área de Matemática: possibilidades de adaptações para o uso com estudantes cegos. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v.17, n.51, p.223-250, jan./mar. 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2RyWCN3>>.

VILLAROUCO, Vilma; FLORES, Angela R. B. Desenhando na escuridão. **InfoDesign - Revista Brasileira de Design da Informação**, São Paulo, v.10, n.2, 2013, p.157-175. Disponível em: <<https://bit.ly/2XuwTuB>>.

VILLIERS, Michael De. Algumas reflexões sobre a Teoria de Van Hiele. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, [S.l.], v. 12, n. 3, fev. 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/bgcXZG>>. Acesso em: 06 maio 2018.

VOLCIC, Robert; KAPPERS, Astrid M. L. Allocentric and egocentric reference frames in the processing of three-dimensional haptic space. **Experimental Brain Research Experimentelle Hirnforschung Experimentation Cerebrale**, 188 (2): p. 199-213, 2008. Disponível em: <<https://goo.gl/gEQADz>>. Acesso em 22/02/18.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. In: COLE, M. *et al.* **Coletânea de Ensaios publicados originalmente em russo entre os anos de 1930 a 1935**. Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998a.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. Tradução Jefferson Luiz Camargo. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998b.

VYGOTSKY, L. S. The fundamentals of defectology (abnormal psychology and learning disabilities). *In: The collected works. Trabalhos escritos entre 1920 e 1930*. New York: Plenum Press, 1993.

WARREN, D. H. **Blindness and Early Childhood Development**. New York: American Foundation for the Blind, 1984.

ANEXOS

ANEXO A - Autorização para visitação às SIRs Visuais



PGDESIGN | Programa de Pós-Graduação
Mestrado | Doutorado



TERMO DE ANUÊNCIA SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE PORTO ALEGRE

Autorizamos a mestranda Rebeca Medeiros de Andrade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul a realizar a pesquisa "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial**", sob a orientação do pesquisador Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira.

Para isso, a mestranda entrará em contato com professores das Salas de Integração e Recursos Visual (SIR Visual), professores de matemática e alunos cegos dos anos finais das Escolas Municipais de Ensino Fundamental de Porto Alegre. A pesquisadora entrará em contato com as escolas, combinando a visitação às SIRs Visuais dos alunos durante o ano de 2019. Ao final da pesquisa, a mestranda reunirá-se com a equipe da Diretoria Pedagógica, a fim de relatar os resultados obtidos.

Porto Alegre, 13 de DEZEMBRO de 2018.

Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

Cláudia Amaral dos Santos Lamprecht
Diretoria Pedagógica
Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre

Cláudia A. dos S. Lamprecht
Matricula 158528/02
Diretoria Pedagógica

ANEXO B - Termo de Compromisso de Utilização de Dados (TCUD)



TERMO DE COMPROMISSO DE UTILIZAÇÃO DE DADOS (TCUD) SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO DE PORTO ALEGRE

Eu, **Rebeca Medeiros de Andrade**, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no âmbito do projeto de pesquisa intitulado "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial**", comprometo-me com a utilização dos dados coletados a respeito da Educação Especial na Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre, incluindo informações e imagens dos recursos e materiais didáticos que são usados, procedimentos para adaptação de recursos e materiais didáticos, possíveis treinamentos para professores das SIRs Visual e dados estatísticos gerados pelo setor de Pesquisas e Informações Educacionais (PIE), bem como Censo Escolar das escolas pertencentes ao Sistema Municipal de Ensino e dados estatísticos referentes à Rede Municipal de Ensino e às escolas conveniadas de educação infantil. A fim de obtenção dos objetivos previstos, e somente após receber a aprovação do sistema CEP-CONEP. Comprometo-me a manter a confidencialidade dos dados coletados, bem como com a privacidade de seus conteúdos.

Declaro entender que é minha a responsabilidade de cuidar da integridade das informações e de garantir a confidencialidade dos dados e a privacidade dos indivíduos que terão suas informações acessadas.

Também é minha a responsabilidade de não repassar os dados coletados ou o banco de dados em sua íntegra, ou parte dele, à pessoas não envolvidas na equipe da pesquisa.

Por fim, comprometo-me com a guarda, cuidado e utilização das informações apenas para cumprimento dos objetivos previstos nesta pesquisa aqui referida. Qualquer outra pesquisa em que eu precise coletar informações serão submetidas à apreciação do CEP-CONEP.

Porto Alegre, 15 de JANEIRO de 2019.

Pesquisador Responsável
Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira
PgDesign/UFRGS

Pesquisadora
Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

ANEXO C - Termo de Anuência 1



PGDESIGN | Programa de Pós-Graduação
Mestrado | Doutorado



TERMO DE ANUÊNCIA ESCOLAS MUNICIPAIS - DIREÇÃO

A direção da **Escola Municipal Presidente Vargas** está ciente e autoriza a mestranda Rebeca Medeiros de Andrade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul a realizar a pesquisa "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial**", sob a orientação do pesquisador Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira.

O objetivo geral da pesquisa é definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design com base na Teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

A mestranda entrará em contato com professores das Salas de Integração e Recursos Visual (SIR Visual), professores de matemática e alunos cegos dos anos finais do ensino fundamental. Para tanto, a mestranda irá utilizar o espaço das SIR Visual (quando disponível) ou outro local nas dependências da Escola, a ser indicado pelo representante da coordenação da Escola. A participação dos estudantes será realizada de forma presencial e individual, com duração estimada de 1h a 1h30min.

A coleta de dados envolvendo alunos cegos restringe-se a alunos matriculados e frequentes nos últimos anos do ensino fundamental, e objetiva identificar quais são as necessidades, percepções motoras e sensoriais e como se dá o processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial. Serão utilizados três instrumentos para coleta de dados, um para cada um dos seguintes momentos:

Momento 1: os alunos serão convidados a responderem a uma entrevista do tipo estruturada;

Momento 2: os alunos serão convidados a realizarem um teste sobre questões de geometria espacial;

Momento 3: ocorrerá a aplicação de um questionário para avaliação qualitativa.

Porto Alegre, 13 de Dezembro de 2018.

Rebeca Medeiros de Andrade

Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

Alice R. Henrique Monteiro

Representante da Coordenação da Escola
Escola Municipal Presidente Vargas

Alice R. Henrique Monteiro
Vice-Diretora
EMEF Presidente Vargas
Aut. NRO 168/2016

E.M. de Ensino Fundamental
Presidente Vargas
Dec. C. 1280/57
Dec. Denom. 6008/77
Dec. Alt. Denom 12.905/00

ANEXO D - Termo de Anuência 2



TERMO DE ANUÊNCIA ESCOLAS MUNICIPAIS - DIREÇÃO

A direção da **Escola Municipal Chapéu do Sol** está ciente e autoriza a mestranda Rebeca Medeiros de Andrade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul a realizar a pesquisa "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial**", sob a orientação do pesquisador Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira.

O objetivo geral da pesquisa é definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design com base na Teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

A mestranda entrará em contato com professores das Salas de Integração e Recursos Visual (SIR Visual), professores de matemática e alunos cegos dos anos finais do ensino fundamental. Para tanto, a mestranda irá utilizar o espaço das SIR Visual (quando disponível) ou outro local nas dependências da Escola, a ser indicado pelo representante da coordenação da Escola. A participação dos estudantes será realizada de forma presencial e individual, com duração estimada de 1h a 1h30min.

A coleta de dados envolvendo alunos cegos restringe-se a alunos matriculados e frequentes nos últimos anos do ensino fundamental, e objetiva identificar quais são as necessidades, percepções motoras e sensoriais e como se dá o processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial. Serão utilizados três instrumentos para coleta de dados, um para cada um dos seguintes momentos:

Momento 1: os alunos serão convidados a responderem a uma entrevista do tipo estruturada;

Momento 2: os alunos serão convidados a realizarem um teste sobre questões de geometria espacial;

Momento 3: ocorrerá a aplicação de um questionário para avaliação qualitativa.

Porto Alegre, 14 de dezembro de 2018.

Rebeca Medeiros de Andrade

Rebeca Medeiros de Andrade

Mestranda - PgDesign/UFRGS Fabrizio P. de Oliveira Carvalho
Diretor

Fábio

Matricula: 8543381

Autorização: 073/2016

Representante da Coordenação da Escola

Escola Municipal Chapéu do Sol

ANEXO E - Termo de Anuência 3



TERMO DE ANUÊNCIA ESCOLAS MUNICIPAIS - DIREÇÃO

A direção da **Escola Municipal São Pedro** está ciente e autoriza a mestranda Rebeca Medeiros de Andrade da Universidade Federal do Rio Grande do Sul a realizar a pesquisa "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial**", sob a orientação do pesquisador Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira.

O objetivo geral da pesquisa é definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design com base na Teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

A mestranda entrará em contato com professores das Salas de Integração e Recursos Visual (SIR Visual), professores de matemática e alunos cegos dos anos finais do ensino fundamental. Para tanto, a mestranda irá utilizar o espaço das SIR Visual (quando disponível) ou outro local nas dependências da Escola, a ser indicado pelo representante da coordenação da Escola. A participação dos estudantes será realizada de forma presencial e individual, com duração estimada de 1h a 1h30min.

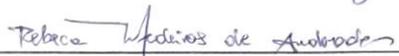
A coleta de dados envolvendo alunos cegos restringe-se a alunos matriculados e frequentes nos últimos anos do ensino fundamental, e objetiva identificar quais são as necessidades, percepções motoras e sensoriais e como se dá o processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial. Serão utilizados três instrumentos para coleta de dados, um para cada um dos seguintes momentos:

Momento 1: os alunos serão convidados a responderem a uma entrevista do tipo estruturada;

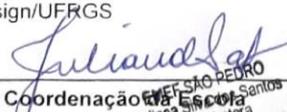
Momento 2: os alunos serão convidados a realizarem um teste sobre questões de geometria espacial;

Momento 3: ocorrerá a aplicação de um questionário para avaliação qualitativa.

Porto Alegre, 17 de dezembro de 2018.



Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS



Representante da Coordenação da Escola
Escola Municipal São Pedro

Escola Municipal São Pedro
Juliana Simões Santos
Vice-Diretora
Aut. nº 183/2016 - Matr. 1152173/1

ANEXO F - Termo de Anuência 4



TERMO DE ANUÊNCIA ESCOLAS MUNICIPAIS - DIREÇÃO

A direção da **Escola Municipal Dolores Alcaraz Caldas** está ciente e autoriza a mestranda **Rebeca Medeiros de Andrade** da Universidade Federal do Rio Grande do Sul a realizar a pesquisa "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial**", sob a orientação do pesquisador Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira.

O objetivo geral da pesquisa é definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design com base na Teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

A mestranda entrará em contato com professores das Salas de Integração e Recursos Visual (SIR Visual), professores de matemática e alunos cegos dos anos finais do ensino fundamental. Para tanto, a mestranda irá utilizar o espaço das SIR Visual (quando disponível) ou outro local nas dependências da Escola, a ser indicado pelo representante da coordenação da Escola. A participação dos estudantes será realizada de forma presencial e individual, com duração estimada de 1h a 1h30min.

A coleta de dados envolvendo alunos cegos restringe-se a alunos matriculados e frequentes nos últimos anos do ensino fundamental, e objetiva identificar quais são as necessidades, percepções motoras e sensoriais e como se dá o processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial. Serão utilizados três instrumentos para coleta de dados, um para cada um dos seguintes momentos:

Momento 1: os alunos serão convidados a responderem a uma entrevista do tipo estruturada;

Momento 2: os alunos serão convidados a realizarem um teste sobre questões de geometria espacial;

Momento 3: ocorrerá a aplicação de um questionário para avaliação qualitativa.

Porto Alegre, 17 de dezembro de 2018.

Rebeca Medeiros de Andrade

Rebeca Medeiros de Andrade

Mestranda - PgDesign/UFRGS

Liamar de Abreu Borges

Representante da Coordenação da Escola

Escola Municipal Dolores Alcaraz Caldas

Escola Municipal de Ensino Fundamental
Dolores Alcaraz Caldas

Rua Dr. Carlos Niederauer Hoffmeister, 85
CEP 91790-029 (51) 3250 1609

Liamar de Abreu Borges
Vice-Diretora
nº 083/2016 Matr. 365121/1

ANEXO G - Parecer Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial

Pesquisador: FÁBIO GONÇALVES TEIXEIRA

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 03153218.0.0000.5347

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.194.959

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de dissertação de mestrado da aluna Rebeca Medeiros de Andrade do PGDESIGN da UFRGS, sob orientação do Prof. Dr. Fábio Gonçalves Texeira. Tem como objetivo a identificação de requisitos de projeto para o processo de produção de recursos didáticos de Geometria Espacial para alunos cegos. Tem como base didática a teoria de van Hiele e segue uma pesquisa de natureza exploratória, com uma abordagem qualitativa e com finalidade descritiva. Além de dados de revisão bibliográfica, o projeto almeja a coleta de dados de professores, especialistas de projeto e alunos cegos da Rede Municipal de Ensino de Porto Alegre (estimativa de um total de 50 participantes).

Objetivo da Pesquisa:

Definir requisitos a partir de uma metodologia de design com base na teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino aprendizagem de Geometria Espacial.

O projeto ainda descreve uma série de objetivos específicos, a saber:

- Conhecer a atual situação do ensino e aprendizagem de Geometria Espacial focados em alunos cegos no Brasil, para levantar informações gerais sobre o panorama geral desse contexto.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE DO



Continuação do Parecer: 3.194.959

- Conhecer a atual situação do ensino e aprendizagem de Geometria Espacial focados em alunos cegos da Rede Municipal de Educação de Porto Alegre, para entender como tem se dado o processo de ensino especial.
- Analisar os Recursos didáticos existentes e em uso, para elencar as vantagens a serem mantidas, deficiências a serem solucionadas e potencialidades a serem exploradas.
- Conhecer a dinâmica de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial voltadas para alunos cegos, para levantar critérios a respeito desse processo, do ponto de vista do professor.
- Levantar parâmetros técnicos (ergonômicos instrucionais e de materiais) para auxiliar no estabelecimento de requisitos de projeto, para nortear o processo de definição de requisitos.
- Identificar quais são as necessidades, percepções motoras e sensoriais e como se dá o processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial, do ponto de vista de alunos cegos, para levantar critérios a respeito da interação com recursos didáticos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

- Riscos

Os riscos aos participantes podem ser classificados como mínimos. Estão relacionados aos instrumentos de coletas de dados (entrevistas semiestruturadas), sendo identificados como possíveis desgastes (constrangimentos, desconfortos e cansaços) típicos destes procedimentos. Também, aponta-se o possível risco de vazamento dos dados coletados, podendo ocasionar a identificação de um ou mais participantes. Observa-se que o projeto atenta-se para estes riscos, bem como para procedimentos para minimizá-los.

- Benefícios

Os benefícios aos participantes são indiretos, estando relacionados à oportunidade de contribuírem com uma pesquisa que pode trazer impactos positivos à comunidade.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.194.959

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A metodologia de pesquisa está organizada em três etapas. A primeira, consiste de revisão bibliográfica e não envolve coleta de dados com humanos. A segunda, denominada de prática, compreende coleta de dados documental e com humanos. Os participantes da pesquisa são organizados em três grupos, a saber: 1) especialistas de projeto; 2) especialistas em educação; 3) alunos cegos dos anos finais do ensino fundamental (6. anos adiante).

A coleta de dados de especialistas de projeto envolverá dois profissionais do Design de Produto, sendo que um deles deve ser da área de projetos institucionais e, dois profissionais da Ergonomia. O objetivo é de levantar parâmetros técnicos (ergonômicos instrucionais e de materiais) para auxiliar no estabelecimento de requisitos de projeto. O instrumento de coleta de dados consiste de entrevistas semiestruturadas com duração estimada de 20 a 35 minutos. Local e data das coletas de dados com estes participantes será agendada a conveniência dos mesmos.

A coleta de dados de especialistas da área de educação envolverá 5 participantes, sendo um deles especialista no ensino de matemática da educação especial. O objetivo é de conhecer a dinâmica de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial voltadas para alunos cegos. O instrumento de coleta de dados consiste de entrevistas semiestruturadas com duração estimada de 30 a 45 minutos. Local e data das coletas de dados com estes participantes será agendada a conveniência dos mesmos.

A coleta de dados envolvendo alunos cegos (aproximadamente 20 participantes), restringe-se a alunos matriculados nos últimos anos do ensino fundamental na rede municipal de ensino da cidade de Proto Alegre (mais especificamente, alunos das escolas municipais São Pedro, Dolores Alcaraz Caldas e Chapéu do Sol). O objetivo é de identificar quais são as necessidades, percepções motoras e sensoriais e como se dá o processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial, do ponto de vista dos alunos cegos. Três instrumentos de coleta de dados serão utilizados. Primeiramente os alunos serão convidados a responderem uma entrevista estruturada. Em seguida, os mesmos serão convidados a realizarem um teste sobre questões de geometria espacial. Por fim, ocorrerá uma nova entrevista. O tempo total da coleta de dados é estimado em 1 a 1h30min.

O projeto também utilizará de dados fornecidos pela SMED/POA. Além disso, ocorrerão visitas

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.194.959

a SIRs Visuais com intuito de observar como se dá a dinâmica que envolve professores, alunos cegos e alunos típicos. Nestas ocasiões pretende-se, também, convidar professores e alunos a participarem da pesquisa.

A última etapa do projeto consiste na análise e síntese dos dados coletados, objetivando a elaboração de requisitos de projeto (requisitos ergonômicos, instrucionais e de materiais, entre outros).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

- Carta de anuência do responsável pelo local de realização da pesquisa

São apresentadas cartas de anuências de responsáveis pela SMED/POA e pelas escolas municipais São Pedro, Dolores Alcaraz Caldas, Chapéu do Sol e Presidente Vargas.

- TCLE

São apresentados TCLEs adequados para cada grupo de participantes.

- TALE

É apresentado TALE para os participantes vulneráveis.

- TCUD

É apresentado TCUD assinado pelos membros da equipe de pesquisa.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto de pesquisa está bem delineado e devidamente justifica as coletas de dados envolvendo humanos. Observando-se o disposto na resolução 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (<http://www.ufrgs.br/cep/resolucoes/resolucao-510-de-07-de-abril-de-2016-2013-ciencias-sociais-e-humanas/view>), apontam-se as seguintes pendências quanto às questões éticas:

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.194.959

1) Preencher o campo "Desenho" do formulário de informações básicas da plataforma Brasil (formulário da PB). Além disso, revisar o texto como um todo, há vários erros de grafia. O formulário da PB deve apresentar um resumo do projeto completo, com ênfase nas questões éticas como: justificativa, metodologia e instrumentos, tratamento dos dados coletados. Também, o número de indivíduos em cada grupo de participantes deve estar de acordo com as informações do projeto completo.

[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VER.4. Na versão 4, as correções foram completadas.]

2) Esclarecer se a responsabilidade pelo orçamento é do pesquisador principal ou da CAPES. No segundo caso, apresentar declaração de responsabilidade da CAPES.

[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VER.2. Na versão 2 do projeto, registra-se que a responsabilidade pelo orçamento é do pesquisador principal.]

3) Descrever os riscos à participação na pesquisa para cada grupo de participantes. Também, apresentar as formas com que estes serão minimizados.

[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VER.3. Na versão 3 do projeto, os riscos aos participantes foram revistos e compatibilizados.]

4) Descrever os benefícios da pesquisa aos participantes.

[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VER.3. Na versão 3 do projeto, os benefícios aos participantes foram revistos e compatibilizados.]

5) Tratar os participantes da pesquisa pelo termo "participante".

[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VER.3.]

6) No projeto, há menção a visitação às SIRs Visuais com intuito de observar a dinâmica que envolve professores, alunos cegos e alunos típicos. Trata-se, portanto, de coleta de dados para a pesquisa e, portanto, só deve ocorrer após os procedimentos de tomada de consentimento e/ou assentimento dos participantes. Além disso, deve-se apresentar TCLE (para os professores e para os responsáveis dos alunos) e TALE para os alunos.

[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VER.2. São apresentados TCLEs para os professores e responsáveis de alunos dos SIRs a serem convidados. Também, foi adicionado TALE para os alunos convidados.]

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.194.959

7) Apresentar cartas de anuência (assinadas) pela direção das escolas em que ocorrerão coleta de dados.
[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VER.2. Na versão 2 do projeto, são apresentadas cartas de anuência assinadas de responsáveis da SMED/POA e das escolas municipais São Pedro, Dolorez Alcaraz Caldas e Chapéu do Sol.]

8) Esclarecer se haverá coleta de dados de documentos de escolas. Caso afirmativo, requer-se apresentar TCUD assinado pelos membros da equipe de pesquisa, descrevendo-se quais os documentos e dados que serão coletados.
[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VER.2. Na versão 2, esclarecem-se quais os documentos serão utilizados e é apresentado TCUD assinado pelos membros da equipe de pesquisa.]

9) O TCLE dirigido aos responsáveis pelos participantes menores de idade deve ser adequado. A linguagem utilizada dá a entender que o convite à participação se dirige ao responsável, enquanto que a intenção é de convidar o aluno. Requer-se adequar.
[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VER.2. O TCLE foi adequado.]

10) Deve-se apresentar TALE (Termo de Assentimento Livre e Esclarecido) para os participantes menores de idade. Observa-se a necessidade de atenção à forma e à linguagem utilizada no TALE. Sugere-se consultar a Resolução 510/16.
[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VER.2. Foi apresentado TALE aos participantes menores de idade.]

11) Descrever como se darão os procedimentos de convite à participação na pesquisa, bem como, a tomada dos devidos consentimentos e assentimentos.
[PEND.REF.VER.1. ATENDIDA NA VER.3. Na versão 3, foram esclarecidos tais procedimentos, bem como, as informações foram adicionadas nos documentos necessários.]

12) A fim de preservar a privacidade e identidade dos participantes, solicita-se que sejam utilizados códigos alfanuméricos para a identificação dos participantes em todos os instrumentos de coleta de dados, bem como, em publicações, quando for o caso.
[PEND.VER.1. ATENDIDA NA VERSÃO 3. Na versão 3, fica registrado que os participantes serão identificados por meio de códigos alfanuméricos nos registros de coletas de dados.]

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.194.959

13) O cronograma apresentado prevê coleta de dados com alunos durante o período não letivo. Desta forma, reforça-se a necessidade de esclarecer os locais e os momentos em que ocorrerão as coleta de dados com os alunos.

[PEND.VER.3. ATENDIDA NA VER. 4. Na versão 4, as pendências relacionadas ao cronograma foram sanadas.]

Tendo sido atendidas todas as pendências, recomenda-se a aprovação do projeto quanto às questões éticas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|----------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1234289.pdf | 01/03/2019 13:40:34 | | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | 2_QUALI_RebecaMedeirosDeAndrade_v6.pdf | 01/03/2019 13:39:41 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| Outros | 1_CartaResposta_3.pdf | 01/03/2019 13:39:04 | REBECA MEDEIROS DE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 6_TCLE_profs_mat_e_sirvisual.pdf | 28/01/2019 01:06:36 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 5_TCLE_responsaveis_pelos_estudantes.pdf | 28/01/2019 01:06:27 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 4_TALE_estudantes.pdf | 28/01/2019 01:06:19 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 3_TCLE_especialistas_educacao.pdf | 28/01/2019 01:06:08 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / | 2_TCLE_especialistas_projeto.pdf | 28/01/2019 01:05:49 | REBECA MEDEIROS DE | Aceito |

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE DO



Continuação do Parecer: 3.194.959

| | | | | |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------|----------------------------------|--------|
| Justificativa de Ausência | 2_TCLE_especialistas_projeto.pdf | 28/01/2019 01:05:49 | REBECA MEDEIROS DE | Aceito |
| Outros | 15_Parecer_Compesq_Arq_UFRGS.pdf | 18/01/2019 18:16:43 | REBECA MEDEIROS DE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 14_TCUD_SMED_POA.pdf | 18/01/2019 18:15:48 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 13_TermoAnuencia_EMEF_PresidenteVargas.pdf | 18/01/2019 18:15:29 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 12_TermoAnuencia_EMEF_ChapeuSol.pdf | 18/01/2019 18:15:16 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 11_TermoAnuencia_EMEF_Dolores.pdf | 18/01/2019 18:15:01 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 10_TermoAnuencia_EMEF_SaoPedro.pdf | 18/01/2019 18:14:47 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 9_TermoAnuencia_smed_poa.pdf | 18/01/2019 18:14:35 | REBECA MEDEIROS DE ANDRADE | Aceito |
| Outros | 3_CartaConvite_especialistas.pdf | 18/01/2019 18:12:31 | REBECA MEDEIROS DE | Aceito |
| Outros | 2_CartaConvite_smed_poa.pdf | 18/01/2019 18:10:23 | REBECA MEDEIROS DE | Aceito |
| Folha de Rosto | FOLHA_DE_ROSTO.pdf | 19/11/2018 14:42:46 | REBECA MEDEIROS DE | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE DO



Continuação do Parecer: 3.194.959

PORTO ALEGRE, 13 de Março de 2019

Assinado por:
MARIA DA GRAÇA CORSO DA MOTTA
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br

Página 09 de 09

APÊNDICES

APÊNDICE A - Critérios de busca, inclusão e exclusão da Revisão Sistemática

1 Objetivo e questões de pesquisa

O objetivo central da presente Revisão é analisar evidências extraídas de publicações científicas, com o propósito de identificar as possíveis abordagens, os métodos ou processos, técnicas e tecnologias relacionadas ao ensino e aprendizagem de geometria básica do ponto de vista das necessidades reais demandadas por alunos cegos congênitos, no contexto acadêmico da fase escolar.

Com a intenção de clarificar conceitos e nortear a fase de análise e síntese do material coletado, foram definidas três questões de pesquisa:

- Como foi abordada a questão da inclusão da Pessoa com Deficiência (PcD) por meio da adaptação de conteúdos como apoio à aprendizagem?
- Quais são os métodos/ferramentas/materiais/dispositivos que podem ser utilizados para possibilitar ao estudante cego a construção de modelos mentais por meio de exploração da percepção tátil?
- Existe a proposição de uma relação entre processo de ensino por meio de adaptação de conteúdo e processo de Design?

1.1 Estratégias utilizadas e fontes de pesquisa

Antes de iniciar o processo de busca propriamente dito, foram testadas algumas opções de strings relacionadas ao objeto de estudo, com o intuito de observar como seria o retorno de algumas combinações de expressões gerais de busca. Após alguns testes utilizando strings complexas e outras mais simples/curtas, ficou definido o uso de uma string de busca que traz os termos organizados em hierarquia de relevância para a pesquisa e que estão conectados por meio de operadores lógicos: (*"blind students" AND mathematics AND geometry*).

Em relação às fontes de pesquisa, num primeiro momento foi selecionado o banco de dados Scopus (<https://www.scopus.com>), pois o mesmo é reconhecido por ser uma das maiores fontes de trabalhos e literaturas científicas. O fato de a busca (utilizando a string definida) ter retornado apenas

três resultados fez com que novas buscas fossem feitas em outras fontes. Optou-se então por dar prosseguimento à pesquisa no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) (<http://www.periodicos.capes.gov.br>), utilizando-se a mesma string de busca utilizada no primeiro momento.

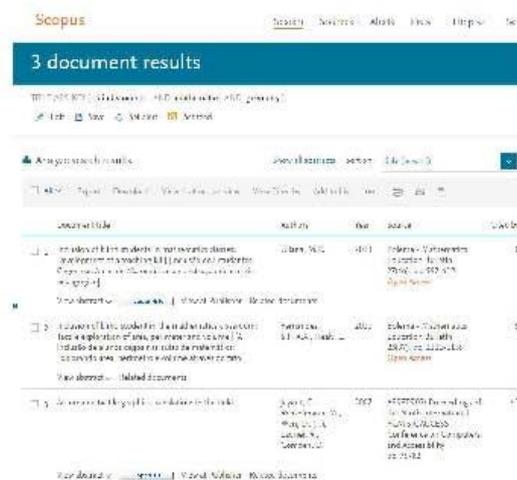


Figura 2 – String de busca que retornou apenas 3 resultados
 Fonte: *print screen* da busca feita na Base Scopus em junho de 2017

1.2 Critérios adotados para a inclusão de fontes

Os seguintes critérios foram adotados para inclusão de fontes: a) ser artigo científico, b) ter sido publicado no intervalo entre 2010 e 2017, c) estar relacionado à área de pesquisa do presente trabalho, d) o idioma ser Português ou Inglês e e) ter o texto completo disponível (*open access*).

Para exclusão de fontes, foram adotados os seguintes critérios: a) não ser um artigo científico, b) ter sido publicado antes de 2010, c) não possuir relação com a área de pesquisa do presente trabalho e d) não estar disponível para acesso completo (*open access*).

Para atribuição de valor (em termos de qualidade e relevância) às publicações selecionadas, serão considerados os seguintes critérios de qualidade:

- **(CR1)** Aborda a questão da inclusão da Pessoa com Deficiência (PcD) por meio da adaptação de conteúdos como apoio à aprendizagem.
- **(CR2)** Faz alusão ao ensino de geometria básica.
- **(CR3)** Apresenta algum método/ferramenta/material/dispositivo que possibilite ao estudante cego a construção de modelos mentais por meio de exploração da percepção tátil.
- **(CR4)** Estabelece algum tipo de relação com o processo de Design.

2. BUSCA, INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Os procedimento de busca, inclusão e exclusão de publicações se dá de forma quase que simultânea em alguns momentos. No primeiro momento, a busca na base de dados, a string que foi definida é utilizada, e somando-se a ela, são usadas as ferramentas de filtragem disponíveis no banco de dados. Para a busca que foi feita, foram usados os filtros de período (critério de inclusão b) e tipo de trabalho (critério de inclusão a). Dessa forma foi possível ter acesso ao primeiro grande grupo de trabalhos com potencial de serem usados na presente Revisão, e nesse grande grupo inicial foram aplicados os critérios de inclusão/exclusão.

A busca por string retornou 75 resultados, destes foram excluídos 12 trabalhos por não serem artigos científicos (critério de exclusão a). Dos 63 artigos científicos foram excluídos 40 por não terem sido publicados no período entre 2010 e 2017 (critério de exclusão b). Dos 23 artigos que correspondiam ao período pré-estabelecido, apenas 12 apresentavam títulos com algum tipo de relação ao foco de interesse do presente trabalho (critério de exclusão c). Desses 12 artigos, apenas 7 foram selecionados após a leitura do abstract (critério de inclusão c), pois apresentavam conteúdo com provável relevância para o desenvolvimento da Revisão Sistemática. Dos 7 trabalhos selecionados, apenas 4 foram selecionados para leitura (critério de inclusão e), pois os outros 3 não estavam com texto completo disponível (*open access*), que era um dos critérios definidos para inclusão/exclusão. Na Tabela 1 estão relacionados os trabalhos selecionados, seus respectivos anos de publicações, seus respectivos autores e a fonte de fonte.

| TÍTULO DO ARTIGO | AUTOR | FONTE |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------|
| Haptic cues as a utility to perceive and recognise geometry. (2013) | Shimomura, Y., Hvannberg, E.T. & Hafsteinsson, H. | Springer |
| Inclusão de Estudantes Cegos nas Aulas de Matemática: a construção de um kit pedagógico. (2013) | Uliana | SciELO Analytics |
| An exploratory study of visually impaired students' perceptions of inclusive mathematics education. (2015) | Bayram | SAGE Journals |
| Technologies used in the study of advanced mathematics by students who are visually impaired in classrooms: teachers' perspectives. (2015) | DePountis | GALE |

Tabela 1 – Artigos selecionados para leitura
Fonte: a autora

Com a finalidade de atribuição de valor (em termos de qualidade e relevância para a Revisão Sistemática), cada um dos quatro critérios de qualidade será avaliado tendo como base uma pontuação simbólica, na qual 10 corresponde ao fato de o trabalho atender completamente ao critério de qualidade observado, 5 ao atendimento incompleto, abordagem superficial ou indireta do critério e 0 será atribuído no caso de o critério não ter sido atendido (ou sequer ter sido citado).

Na Tabela 2 estão apresentados os valores que foram atribuídos a cada publicação, com base nos critérios de qualidade no supracitado item 1.2, e conforme explicado acima a respeito da atribuição de valores.

| AUTOR | TÍTULO DO ARTIGO | CR1 | CR2 | CR3 | CR4 | TOTAL |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------|
| Bayram | An exploratory study of visually impaired students' perceptions of inclusive mathematics education. (2015) | 10 | 0 | 5 | 0 | 15 |
| DePountis | Technologies used in the study of advanced mathematics by students who are visually impaired in classrooms: teachers' perspectives. (2015) | 10 | 5 | 0 | 0 | 15 |
| Shimomura, Y., Hvannberg, E.T. & Hafsteinsson, H. | Haptic cues as a utility to perceive and recognise geometry. (2013) | 10 | 10 | 10 | 10 | 40 |
| Uliana | Inclusão de Estudantes Cegos nas Aulas de Matemática: a construção de um kit pedagógico. (2013) | 10 | 10 | 10 | 0 | 30 |

LEGENDA: CR1 - Aborda a questão da inclusão da Pessoa com Deficiência (PcD) por meio da adaptação de conteúdos como apoio à aprendizagem. CR2 - Faz alusão ao ensino de geometria básica. CR3 - Apresenta algum método/ferramenta/material/dispositivo que possibilite ao estudante cego a construção de modelos mentais por meio de exploração da percepção tátil. CR4 - Estabelece algum tipo de relação com o processo de Design.

Tabela 2 – Avaliação de trabalhos por critérios de qualidade
Fonte: a autora

APÊNDICE B - Carta convite enviada por e-mail para participação da pesquisa

À **Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre,**

Venho por meio desta carta, solicitar auxílio na aproximação de:

- um representante da Diretoria Pedagógica da Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre;
- professores das Salas de Interação e Recursos Visual, professores de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental da RME/POA;
- alunos cegos (congênitos ou adquiridos) matriculados e frequentes nos anos finais do Ensino Fundamental da RME/POA.

A aproximação é para que os referidos participem de entrevistas, que são parte dos procedimentos metodológicos da pesquisa de mestrado intitulada "**REQUISITOS DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS VOLTADOS PARA ALUNOS CEGOS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL**", que está sendo desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A entrevista com um representante da Diretoria Pedagógica da Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre será do tipo semi-estruturada, com duração estimada de 30min a 45min, e visa conhecer a atual situação do ensino e aprendizagem de Geometria Espacial focados em alunos cegos da RME/POA, para entender como tem se dado o processo de ensino especial. As entrevistas com professores serão do tipo semi-estruturada, com duração estimada de 30min a 45min, e visam coletar dados a respeito da dinâmica de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial voltadas para alunos cegos, para levantar critérios a respeito desse processo, do ponto de vista do professor. As entrevistas com os alunos cegos serão do tipo estruturada, com duração estimada de 1h a 1h30min, e pretende identificar quais são as necessidades, percepções motoras e sensoriais e como se dá o processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial, do ponto de vista dos mesmos, para levantar critérios a respeito da interação com recursos didáticos. As entrevistas serão realizadas, preferencialmente, de forma presencial, sendo que a forma e o local das entrevistas deverá ser combinada da maneira mais conveniente para os colaboradores voluntários, com possibilidade de realização no Laboratório de Design Virtual (ViD), localizado na Escola de Engenharia da UFRGS.

Gostaria de realizar estas ações no período de **dezembro de 2018 a fevereiro de 2019**, a fim de viabilizar os resultados desta entrevista na consecução das demais etapas da pesquisa, respeitando os prazos programados junto ao Programa de Pós-Graduação.

Para as entrevistas com professores, busca-se entre 5 e 10 colaboradores voluntários, de ambos os gêneros e independente de idade. Para as entrevistas com os alunos cegos, busca-se entre 5 e 20 colaboradores voluntários, podendo ser cegos congênitos ou adquiridos, de ambos os gêneros e independente de idade (desde que estejam matriculados e frequentes nos anos finais do Ensino Fundamental). A todos os colaboradores voluntários será apresentado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme anexo.

Peço, por gentileza, que a Diretoria Pedagógica da Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre me informe a melhor forma de proceder, bem como concedendo autorização para realização das entrevistas e também indicando os nomes e respectivas

escolas onde poderei encontrar os colaboradores voluntários. O contato pode ser feito, preferencialmente, através do e-mail **rebecadeandrade@gmail.com** ou por telefone **(51) 3308-3448**.

Agradeço desde já a atenção, e me coloco à disposição para esclarecimentos e também para fornecer mais informações.

Atenciosamente,
Rebeca Medeiros de Andrade.

APÊNDICE C - Carta convite enviada por e-mail para participação da pesquisa - Especialistas

Prezado(a),

venho por meio desta carta, o(a) convidar para participar de uma entrevista, que é parte dos procedimentos metodológicos da pesquisa de mestrado intitulada "**REQUISITOS DE PROJETO PARA PRODUÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS VOLTADOS PARA ALUNOS CEGOS NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL**", que está sendo desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A entrevista será do tipo semiestruturada, com duração estimada de 30min a 45min, e visa levantar parâmetros técnicos (ergonômicos, instrucionais e de materiais) para auxiliar no estabelecimento de requisitos de projeto. As entrevistas serão realizadas, preferencialmente, de forma presencial, sendo que a forma e o local das entrevistas deverá ser combinada da maneira mais conveniente para os colaboradores voluntários, com possibilidade de realização no Laboratório de Design Virtual (ViD), localizado na Escola de Engenharia da UFRGS.

Gostaria de realizar estas ações no período de **dezembro de 2018 a fevereiro de 2019**, a fim de viabilizar os resultados desta entrevista na consecução das demais etapas da pesquisa, respeitando os prazos programados junto ao Programa de Pós-Graduação.

A todos os colaboradores voluntários será apresentado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme anexo.

Peço, por gentileza, que se houver interesse e disponibilidade em participar da pesquisa, entre em contato, preferencialmente, através do e-mail **rebecadeandrade@gmail.com** ou por telefone **(51) 3308-3448**.

Agradeço desde já a atenção, e me coloco à disposição para esclarecimentos e também para fornecer mais informações.

Atenciosamente,
Rebeca Medeiros de Andrade.

APÊNDICE D - Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) ESPECIALISTAS – PROJETO

Você está convidado(a) a participar de uma atividade de coleta de dados, a qual faz parte de uma pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Design (PgDesign) da UFRGS, intitulada "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial**". A pesquisa está sendo desenvolvida pela mestranda Rebeca Medeiros de Andrade, sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira. O objetivo geral da pesquisa é definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design com base na Teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

A sua participação contribuirá para o levantamento de informações que serão consideradas na definição de requisitos de projeto para objetos de aprendizagem. Dessa forma, sua contribuição beneficiará o desenvolvimento de uma pesquisa focada na produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial. As informações obtidas através de sua participação serão registradas através de gravação de áudio e vídeo, e serão compiladas em relatório escrito, junto às demais informações coletadas com os outros colaboradores voluntários.

A sua participação é voluntária, e consistirá em uma entrevista semi-estruturada, a ser realizada de forma presencial, com duração estimada de 30min a 45min.

O objetivo dessa atividade e seus respectivos momentos é a coleta de informações específicas relacionadas à sua área de atuação e conhecimento. Dia, local e horário serão combinados, para que os encontros ocorram de forma conveniente para os colaboradores voluntários, com possibilidade de realização no Laboratório de Design Virtual (ViD), localizado na Escola de Engenharia da UFRGS.

Apesar de não oferecer riscos à integridade física dos participantes, a participação na pesquisa pode provocar algum tipo de desconforto ou constrangimento pelo teor dos questionamentos ou até mesmo pelo tempo exigido. Fora isso, existe a possibilidade de que os dados vazem de alguma forma, ocasionando uma possível perda de privacidade. Sendo assim, pretende-se minimizar esses riscos da seguinte forma:

- não haverá custos de participação;
- sua participação na pesquisa é facultativa, podendo-se retirar o consentimento a qualquer momento desejado;
- assegura-se o sigilo acerca da identidade do participante (que será identificado por códigos alfanuméricos);
- as informações obtidas através da participação servirão exclusivamente para fins de pesquisa, com publicação em relatório acadêmico e artigos científicos, sendo armazenadas por cinco anos e, posteriormente, destruídas;
- o participante recebe uma via do TCLE assinada, como garantia legal;
- o participante recebe os contatos dos pesquisadores envolvidos e do Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) para esclarecer possíveis dúvidas sobre sua participação.

Lembramos ainda que a sua recusa não resultará em nenhum prejuízo em relação ao pesquisador responsável e sua instituição. Qualquer dúvida, você pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis ou com o Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) através dos contatos:

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira: fabiogt@ufrgs.br | (51) 3308-3448

Rebeca Medeiros de Andrade: rebecadeandrade@gmail.com | (51) 3308-3448

CEP/UFRGS: etica@propeq.ufrgs.br | (51) 3307-3738

Eu, _____,
abaixo assinado, concordo em participar de forma voluntária da atividade que integra a pesquisa de mestrado "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial**". Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Rebeca Medeiros de Andrade sobre esta atividade, assim como sobre os benefícios da minha participação. Foi me garantido o direito de retirar meu consentimento a qualquer momento.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2019.

Participante

Pesquisadora

Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

**DECLARAÇÃO DE
RESPONSABILIDADE
DO INVESTIGADOR**

Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa de mestrado.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2019.

Pesquisador Responsável
Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira

Pesquisadora Assistente
Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

APÊNDICE E - Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) ESPECIALISTAS – EDUCAÇÃO

Você está convidado(a) a participar de uma atividade de coleta de dados, a qual faz parte de uma pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Design (PgDesign) da UFRGS, intitulada "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial**". A pesquisa está sendo desenvolvida pela mestranda Rebeca Medeiros de Andrade, sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira. O objetivo geral da pesquisa é definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design com base na Teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

A sua participação contribuirá para o levantamento de informações que serão consideradas na definição de requisitos de projeto para objetos de aprendizagem. Dessa forma, sua contribuição beneficiará o desenvolvimento de uma pesquisa focada na produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

As informações obtidas através de sua participação serão registradas através de gravação de áudio e vídeo, e serão compiladas em relatório escrito, junto às demais informações coletadas com os outros colaboradores voluntários.

A sua participação é voluntária, e consistirá em uma entrevista semi-estruturada, a ser realizada de forma presencial, com duração estimada de 30min a 45min. Dia, local e horário serão combinados, para que os encontros ocorram de forma conveniente para os colaboradores voluntários.

Apesar de não oferecer riscos à integridade física dos participantes, a participação na pesquisa pode provocar algum tipo de desconforto ou constrangimento pelo teor dos questionamentos ou até mesmo pelo tempo exigido. Fora isso, existe a possibilidade de que os dados vazem de alguma forma, ocasionando uma possível perda de privacidade. Sendo assim, pretende-se minimizar esses riscos da seguinte forma:

- não haverá custos de participação;
- sua participação na pesquisa é facultativa, podendo-se retirar o consentimento a qualquer momento desejado;
- assegura-se o sigilo acerca da identidade do participante (que será identificado por códigos alfanuméricos);
- as informações obtidas através da participação servirão exclusivamente para fins de pesquisa, com publicação em relatório acadêmico e artigos científicos, sendo armazenadas por cinco anos e, posteriormente, destruídas;
- o participante recebe uma via do TCLE assinada, como garantia legal;
- o participante recebe os contatos dos pesquisadores envolvidos e do Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) para esclarecer possíveis dúvidas sobre sua participação.

Lembramos ainda que a sua recusa não resultará em nenhum prejuízo em relação ao pesquisador responsável e sua instituição. Qualquer dúvida, você pode entrar em

contato com os pesquisadores responsáveis ou com o Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) através dos contatos:

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira: fabiogt@ufrgs.br | (51) 3308-3448

Rebeca Medeiros de Andrade: rebecadeandrade@gmail.com | (51) 3308-3448

CEP/UFRGS: etica@propesq.ufrgs.br | (51) 3307-3738

Eu, _____,
abaixo assinado, concordo em participar de forma voluntária da atividade que integra a pesquisa de mestrado "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial**". Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Rebeca Medeiros de Andrade sobre esta atividade, assim como sobre os benefícios da minha participação. Foi me garantido o direito de retirar meu consentimento a qualquer momento.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2019.

Participante

Pesquisadora

Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

**DECLARAÇÃO DE
RESPONSABILIDADE
DO INVESTIGADOR**

Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa de mestrado.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2019.

Pesquisador Responsável
Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira

Pesquisadora Assistente
Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

APÊNDICE F - Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) PROFESSOR DE MATEMÁTICA E PROFESSOR SIR VISUAL

Você está convidado(a) a participar de uma atividade de coleta de dados, a qual faz parte de uma pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Design (PgDesign) da UFRGS, intitulada "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial**". A pesquisa está sendo desenvolvida pela mestranda Rebeca Medeiros de Andrade, sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira. O objetivo geral da pesquisa é definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design com base na Teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

A sua participação contribuirá para o levantamento de informações que serão consideradas na definição de requisitos de projeto para objetos de aprendizagem. Dessa forma, sua contribuição beneficiará o desenvolvimento de uma pesquisa focada na produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

As informações obtidas através de sua participação serão registradas através de gravação de áudio e vídeo, e serão compiladas em relatório escrito, junto às demais informações coletadas com os outros colaboradores voluntários.

A sua participação é voluntária e consiste em mediar a visitação às SIRs Visuais ou mediar o contato com os alunos cegos no momento da coleta de dados com os mesmos.

Apesar de não oferecer riscos à integridade física dos participantes, a participação na pesquisa pode provocar algum tipo de desconforto ou constrangimento pelo teor dos questionamentos ou até mesmo pelo tempo exigido. Fora isso, existe a possibilidade de que os dados vazem de alguma forma, ocasionando uma possível perda de privacidade. Sendo assim, pretende-se minimizar esses riscos da seguinte forma:

- não haverá custos de participação;
- sua participação na pesquisa é facultativa, podendo-se retirar o consentimento a qualquer momento desejado;
- assegura-se o sigilo acerca da identidade do participante (que será identificado por códigos alfanuméricos);
- as informações obtidas através da participação servirão exclusivamente para fins de pesquisa, com publicação em relatório acadêmico e artigos científicos, sendo armazenadas por cinco anos e, posteriormente, destruídas;
- o participante recebe uma via do TCLE assinada, como garantia legal;
- o participante recebe os contatos dos pesquisadores envolvidos e do Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) para esclarecer possíveis dúvidas sobre sua participação.

Lembramos ainda que a sua recusa não resultará em nenhum prejuízo em relação ao pesquisador responsável e sua instituição. Qualquer dúvida, você pode entrar em

contato com os pesquisadores responsáveis ou com o Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) através dos contatos:

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira: fabiogt@ufrgs.br | (51) 3308-3448

Rebeca Medeiros de Andrade: rebecadeandrade@gmail.com | (51) 3308-3448

CEP/UFRGS: etica@propesq.ufrgs.br | (51) 3307-3738

Eu, _____,
abaixo assinado, concordo em participar de forma voluntária da atividade que integra a pesquisa de mestrado "Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial". Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Rebeca Medeiros de Andrade sobre esta atividade, assim como sobre os benefícios da minha participação. Foi me garantido o direito de retirar meu consentimento a qualquer momento.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2019.

Participante

Pesquisadora

Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

**DECLARAÇÃO DE
RESPONSABILIDADE
DO INVESTIGADOR**

Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa de mestrado.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2019.

Pesquisador Responsável

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira

Pesquisadora Assistente

Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

APÊNDICE G - Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) RESPONSÁVEL PELO ESTUDANTE

Você é responsável pelo(a) estudante que está sendo convidado(a) a participar de uma atividade de coleta de dados, a qual faz parte de uma pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Design (PgDesign) da UFRGS, intitulada "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial**". A pesquisa está sendo desenvolvida pela mestranda Rebeca Medeiros de Andrade, sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira. O objetivo geral da pesquisa é definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design com base na Teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

A participação do(a) estudante que está sendo convidado(a) contribuirá para o levantamento de informações que serão consideradas na definição de requisitos de projeto para objetos de aprendizagem. Dessa forma, essa participação beneficiará o desenvolvimento de uma pesquisa focada na produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial. As informações obtidas através dessa participação serão registradas através de gravação de áudio e vídeo, e serão compiladas em relatório escrito, junto às demais informações coletadas com os outros participantes.

A participação do(a) estudante é voluntária, e consistirá em uma atividade composta por três momentos:

- **Momento 1:** entrevista;
- **Momento 2:** teste: realização de tarefas;
- **Momento 3:** entrevista pós-teste.

A atividade, autorizada pela Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre, será realizada de forma presencial, no local indicado pela mesma, com duração estimada de 1h a 1h30min.

Apesar de não oferecer riscos à integridade física dos participantes, a participação na pesquisa pode provocar algum tipo de desconforto ou constrangimento pelo teor dos questionamentos ou até mesmo pelo tempo exigido. Fora isso, existe a possibilidade de que os dados vazem de alguma forma, ocasionando uma possível perda de privacidade. Sendo assim, pretende-se minimizar esses riscos da seguinte forma:

- não haverá custos de participação;
- sua participação na pesquisa é facultativa, podendo-se retirar o consentimento a qualquer momento desejado;
- assegura-se o sigilo acerca da identidade do participante (que será identificado por códigos alfanuméricos);
- as informações obtidas através da participação servirão exclusivamente para fins de pesquisa, com publicação em relatório acadêmico e artigos científicos, sendo armazenadas por cinco anos e, posteriormente, destruídas;
- o participante recebe uma via do TCLE assinada, como garantia legal;
- o participante recebe os contatos dos pesquisadores envolvidos e do Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) para esclarecer possíveis dúvidas sobre sua participação.

Lembramos ainda que a sua recusa não resultará em nenhum prejuízo em relação ao pesquisador responsável e sua instituição. Qualquer dúvida, você pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis ou com o Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) através dos contatos:

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira: fabiogt@ufrgs.br | (51) 3308-3448

Rebeca Medeiros de Andrade: rebecadeandrade@gmail.com | (51) 3308-3448

CEP/UFRGS: etica@propeq.ufrgs.br | (51) 3307-3738

Eu, _____,
responsável pelo(a) aluno (a) _____,
e abaixo assinado, autorizo sua participação de forma voluntária da atividade que integra a pesquisa de mestrado "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial**". Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Rebeca Medeiros de Andrade sobre esta atividade, assim como sobre os benefícios da participação na pesquisa. Foi garantido o direito de retirar meu consentimento a qualquer momento.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2019.

Responsável pelo Participante

Pesquisadora

Rebeca Medeiros de Andrade

Mestranda - PgDesign/UFRGS

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR

Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O responsável pelo participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa de mestrado.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2019.

Pesquisador Responsável
Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira

Pesquisadora Assistente
Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

APÊNDICE H - Termo de assentimento livre e esclarecido

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) ESTUDANTES

Você está convidado(a) a participar de uma atividade de coleta de dados, a qual faz parte de uma pesquisa de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Design (PgDesign) da UFRGS, intitulada "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial**". A pesquisa está sendo desenvolvida pela mestranda Rebeca Medeiros de Andrade, sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira. O objetivo geral da pesquisa é definir requisitos a partir de uma Metodologia de Design com base na Teoria de van Hiele como contribuição para o processo de produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial.

A sua participação contribuirá para o levantamento de informações que serão consideradas na definição de requisitos de projeto para objetos de aprendizagem. Dessa forma, sua contribuição beneficiará o desenvolvimento de uma pesquisa focada na produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de Geometria Espacial. As informações obtidas através de sua participação serão registradas através de gravação de áudio e vídeo, e serão compiladas em relatório escrito, junto às demais informações coletadas com os outros colaboradores voluntários.

A sua participação é voluntária, e consistirá em uma atividade composta por três momentos:

- **Momento 1:** entrevista;
- **Momento 2:** teste: realização de tarefas;
- **Momento 3:** entrevista pós-teste.

A atividade, autorizada pela Secretaria Municipal de Educação de Porto Alegre, será realizada de forma presencial, no local indicado pela mesma, com duração estimada de 1h a 1h30min.

Apesar de não oferecer riscos à integridade física dos participantes, a participação na pesquisa pode provocar algum tipo de desconforto ou constrangimento pelo teor dos questionamentos ou até mesmo pelo tempo exigido. Fora isso, existe a possibilidade de que os dados vazem de alguma forma, ocasionando uma possível perda de privacidade. Sendo assim, pretende-se minimizar esses riscos da seguinte forma:

- não haverá custos de participação;
- sua participação na pesquisa é facultativa, podendo-se retirar o consentimento a qualquer momento desejado;
- assegura-se o sigilo acerca da identidade do participante (que será identificado por códigos alfanuméricos);
- as informações obtidas através da participação servirão exclusivamente para fins de pesquisa, com publicação em relatório acadêmico e artigos científicos, sendo armazenadas por cinco anos e, posteriormente, destruídas;
- o participante recebe uma via do TALE assinada, como garantia legal;
- o participante recebe os contatos dos pesquisadores envolvidos e do Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) para esclarecer possíveis dúvidas sobre sua participação.

Lembramos ainda que a sua recusa não resultará em nenhum prejuízo em relação ao pesquisador responsável e sua instituição. Qualquer dúvida, você pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis ou com o Comitê de Ética na Pesquisa (CEP/UFRGS) através dos contatos:

Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira: fabiogt@ufrgs.br | (51) 3308-3448

Rebeca Medeiros de Andrade: rebecadeandrade@gmail.com | (51) 3308-3448

CEP/UFRGS: etica@propeq.ufrgs.br | (51) 3307-3738

Eu, _____,
abaixo assinado, concordo em participar de forma voluntária da atividade que integra a pesquisa de mestrado "**Requisitos de projeto para produção de recursos didáticos voltados para alunos cegos no processo de ensino e aprendizagem de geometria espacial**". Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Rebeca Medeiros de Andrade sobre esta atividade, assim como sobre os benefícios da minha participação. Foi-me garantido o direito de retirar meu assentimento a qualquer momento.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2019.

Participante

Pesquisadora

Rebeca Medeiros de Andrade

Mestranda - PgDesign/UFRGS

**DECLARAÇÃO DE
RESPONSABILIDADE
DO INVESTIGADOR**

Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este assentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa de mestrado.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2019.

Pesquisador Responsável
Prof. Dr. Fábio Gonçalves Teixeira

Pesquisadora Assistente
Rebeca Medeiros de Andrade
Mestranda - PgDesign/UFRGS

APÊNDICE I - Instrumentos para coleta de dados

| Roteiro entrevista semiestruturada com representante da SMED-POA | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Identificação: | Gênero: [F] [M] |
| Cargo: | Idade: [até 35] [36 - 40] [41 - 50] [51 - 60] [61+] |
| 1. Das 99 escolas que formam a RME, quantas atendem alunos cegos? | |
| 2. Dos mais de 50 mil alunos (somando alunos da Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Educação Profissional de Nível Técnico, Educação de Jovens e Adultos e Educação Especial) qual o número dos alunos da Educação Infantil, Ensino Fundamental e Educação Especial? | |
| 3. Qual o número de alunos cegos na Educação Infantil, Ensino Fundamental e Educação Especial? | |
| 4. Os professores recebem algum tipo de treinamento focado no ensino de matemática aos alunos cegos? | |
| 5. Os alunos cegos da RME recebem material com conteúdo adaptado/acessível? | |
| 6. Caso a RME disponha de materiais com conteúdo adaptado/acessível, quais são os materiais que têm sido usados no processo de ensino e aprendizagem de geometria focados nos alunos cegos? | |
| 7. Os materiais que têm sido usados no processo de ensino e aprendizagem de geometria dos alunos cegos são produzidos de forma artesanal pelos professores OU são produzidos de forma industrial (gráficas etc)? | |
| 8. Existe algum "centro de desenvolvimento" de materiais adaptados na RME? Ou os materiais utilizados são terceirizados? | |
| 9. Caso a RME não disponha de materiais com conteúdo adaptado/acessível, quais são as causas? (por exemplo: "falta de financiamento público" ou "ausência de materiais disponíveis no mercado") | |

| Roteiro entrevista semiestruturada com Especialistas da Educação | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Identificação: | Gênero: [F] [M] |
| Professor(a) de (ano escolar e disciplina): | Idade: [até 35] [36 - 40] [41 - 50] [51 - 60] [61+] |
| 1. Qual a sua formação? | |
| 2. Há quantos anos é professor(a)? | |
| 3. Há quantos anos é professor(a) na RME? | |
| 4. Possui especialização para trabalhar na área do ensino de Matemática para deficientes visuais (cegos)? | |
| 5. A SMED (ou outro órgão relacionado) oferece algum curso de formação ou capacitação para trabalhar com essa ou outra deficiência? | |
| 6. Você já teve ou tem algum(a) aluno(a) cego(a)? | |

| |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. Se SIM, você procurou saber qual tipo da deficiência (congenita ou adquirida)? |
| 8. Se SIM, por que procurou saber? |
| 9. Em termos de relacionamento com o(a) aluno(a) cego(a), a falta de contato visual representa algum obstáculo para você? |
| 10. Como professor(a) de Matemática de um(a) aluno(a) cego(a), você é o(a) responsável pelo ensino de Geometria Espacial ou isso acontece nas SIR Visual sob condução de outro(a) professor(a)? |
| 11. Provavelmente existem muitas/diferentes práticas pedagógicas para o ensino de Geometria Espacial para cegos, você poderia citar qual ou quais usa ou já usou? |
| 12. Qual ou quais estratégia(s) você já usou ou usa para tornar palpável/acessível ao aluno cego conceitos apresentados na sala de aula regular? |
| 13. "Sem o contato visual, a abstração torna-se tarefa árdua, mas não impossível." Sobre essa afirmação, você: <input type="checkbox"/> DISCORDO TOTALMENTE <input type="checkbox"/> DISCORDO PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> INDIFERENTE <input type="checkbox"/> CONCORDO PARCIALMENTE <input type="checkbox"/> CONCORDO TOTALMENTE Comente: |
| 14. Com base na sua experiência, você gostaria de citar outras estratégias de ensino que poderiam proporcionar um ensino de qualidade aos alunos cegos? (independente dos obstáculos para esta tarefa) |
| 15. Quais são os recursos didáticos que você usa para tornar mais acessível aos alunos cegos o ensino de Geometria Espacial? |
| 16. Para promover a compreensão de conceitos Geométricos, você usa recursos didáticos já desenvolvidos ou cria seus próprios? |
| 17. Esses recursos (seus ou não) beneficiam a todos os alunos da turma ou apenas os cegos? |
| 18. Com base na sua experiência, você gostaria de citar outros recursos que poderiam ser usados com o objetivo de se trabalhar conceitos geométricos? (independente dos obstáculos para isso) |
| 19. A respeito da FORMA de ensino de Geometria Espacial para cegos, quais são os critérios que você destacaria? |
| 20. A respeito de RECURSOS DIDÁTICOS para o ensino de Geometria Espacial para cegos, quais são os critérios que você destacaria? |
| 21. Ainda em relação aos RECURSOS DIDÁTICOS para o ensino de Geometria Espacial para cegos, você gostaria de comentar, sugerir ou fazer alguma observação? (<i>Temas de interesse: Percepção Tátil, Propriedades da Superfície dos Materiais, Propriedades Geométricas</i>) |

Roteiro entrevista semiestruturada com Especialistas de Projeto

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Identificação: | Gênero: [F] [M] |
| Grau de instrução: [GRADUAÇÃO] [PG EM AND. - M] [PG EM AND. - D] [PG EM AND. - P.D.] [M] [D] [P.D.] | Idade: [até 35] [36 - 40] [41 - 50] [51 - 60] [61+] |
| 1. Qual a sua formação? | |
| 2. Há quantos anos atua na área? | |

| |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Você já desenvolveu algum tipo de produto ou serviço focado em usuários com <u>deficiência</u> ? [S] [N] |
| a. Se SIM, qual? [VISUAL] [AUDITIVA] [MOTORA] [MENTAL ou INTELECTUAL] [OUTRA] |
| 4. Se SIM, como é/foi feita a aproximação com esse público? |
| 5. Se NÃO, como faria a aproximação com esse público? |
| 6. E você já desenvolveu algum tipo de produto ou serviço focado em usuários com <u>deficiência visual</u> ? [S] [N] |
| a. Se SIM, qual? [C] [A] [NÃO SEI / NÃO LEMBRO] |
| 7. Se SIM, como é/foi feita a aproximação com esse público? |
| 8. Se NÃO, como faria a aproximação com esse público? |
| 9. Considerando <u>características positivas de materiais</u> (relativas a peso, forma, textura, temperatura, emissão de som ou cheiro), o que você acha que deveria ser explorado: |
| 10. Considerando <u>características negativas de materiais</u> (relativas a peso, forma, textura, temperatura, emissão de som ou cheiro), o que você acha que deveria ser evitado: |
| 11. Considerando o desenvolvimento e produção de RECURSOS DIDÁTICOS para o ensino de Geometria Espacial, você gostaria de comentar, sugerir ou fazer alguma observação? (<i>Temas de interesse: Percepção Tátil, Propriedades da Superfície dos Materiais, Propriedades Geométricas</i>) |
| 12. Considerando sua formação e área de atuação, quais são os fatores que você consideraria como <u>limitantes</u> em relação ao USUÁRIO? |
| 13. E em relação ao PROJETO (desenvolvimento)? |
| 14. E em relação ao PROCESSO PRODUTIVO (produção)? |
| 15. Supondo que você fosse contratado(a) para desenvolver algum tipo de produto ou serviço focado em usuários com deficiência visual (ainda considerando sua formação e área de atuação), como deveria ser feita a seleção de materiais ou recursos (em relação a "matéria-prima")? |
| 16. E quais tipos de considerações ou cálculos deveriam ser feitos (ou levados em conta) do ponto de vista da interação motora do usuário? |
| 17. Você gostaria de fazer algum comentário, fazer alguma sugestão ou alguma observação? |

Roteiro completo para interação com estudantes cegos da RME-POA

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|
| Identificação: | | Gênero: [F] [M] |
| Cego: [C] [A] | Ano escolar: | Nascimento: ___/___/___ |
| MOMENTO 1 – ENTREVISTA ESTRUTURADA | | |
| 1. Você gosta de [estudar] Matemática? [S] [N] [MÉDIO] | | |
| a. Quer comentar algo sobre? | | |
| 2. Qual a parte mais difícil em [estudar] Matemática? | | |
| a. Isso tem a ver com o fato de você ser cego(a)? [S] [N] [MÉDIO] | | |

| |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Quais são as formas mais fáceis/claras de aprender Matemática? |
| 4. Sobre a forma como as aulas de Matemática são conduzidas, cite <u>até 3</u> coisas que você gosta: |
| a. Agora cite <u>até 3</u> coisas que você NÃO gosta: |
| 5. Sobre ensino-aprendizagem de Matemática, como você se sente em relação ao tempo (ou ritmo)? |
| 6. Como é a sua relação com colegas videntes? |
| 7. Como é a sua relação com a sala de aula e/ou ambiente que o cerca (escola)? |
| 8. Quais tipos de material você tem mais facilidade para usar/manusear? |
| 9. Características <u>positivas</u> de materiais (peso, forma, textura, temperatura, emissão de som ou cheiro): |
| 10. Características <u>negativas</u> de materiais (peso, forma, textura, temperatura, emissão de som ou cheiro): |
| 11. Sobre os RECURSOS DIDÁTICOS que são para o ensino de Geometria Espacial, você gostaria de comentar, sugerir ou fazer alguma observação? (<i>Temas de interesse: Percepção Tátil, Propriedades da Superfície dos Materiais, Propriedades Geométricas</i>) |
| 12. Você já aprendeu/estudou Geometria Espacial? [S] [N] [S, mas não lembro] [Não sei / Não lembro] |
| 13. A respeito da FORMA de ensino de Geometria Espacial, quais são os critérios que você destacaria? |
| 14. A respeito de RECURSOS DIDÁTICOS para o ensino de Geometria Espacial, quais são os critérios que você destacaria? |
| 15. Quais são os seus desafios e/ou dificuldades em relação à Geometria Espacial? |
| MOMENTO 2 – TESTE COM USUÁRIOS: REALIZAÇÃO DE TAREFAS |
| <i>Em itálico: forma de condução da atividade.</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ <i>Me apresentar, falar um pouco sobre o que faço e explicar o teste como um todo</i> ➤ <i>Posicionar e ligar câmera para filmar movimentos manuais</i> E AVISAR AO ALUNO Antes de começar o teste, posso fazer o contorno das suas mãos em uma folha? [S] [N] ➤ <i>Marcar horário do início da tarefa - para medir a duração da atividade como um todo</i> |
| NÍVEL 1 – VISUALIZAÇÃO OU RECONHECIMENTO (manuseio de objetos geométricos planos) |
| <p>Tarefa 1: Aqui tem algumas formas geométricas. (<i>dispor as 8</i>) Você reconhece essas formas geométricas? [TODAS] // [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] // [NENHUMA]</p> <p>Tarefa 2: Se: TODAS: poderia me dizer os nomes? ALGUMAS: poderia me dizer os nomes? NENHUMA: prosseguir para a próxima tarefa (<i>recolher formas geométricas</i>)</p> |
| NÍVEL 2 – ANÁLISE (manuseio de objetos geométricos tridimensionais) |
| <p>Tarefa 3: Aqui tem algumas formas geométricas. Escolha uma. (<i>dispor as 8 e deixar que o aluno escolha 1</i>) Você acha que essa forma geométrica se parece com alguma que você manuseou anteriormente? [S] [N]</p> <p>Tarefa 4: Você poderia me dizer algumas características dessa forma geométrica? [S] [N] Se sim, poderia me dizer qual(quais)?</p> <p><i>(recolher formas geométricas não escolhidas e deixar a escolhida separada, mas ao alcance do aluno)</i></p> |

NÍVEL 3 – DEDUÇÃO INFORMAL ou ORDENAÇÃO (manuseio de objetos tridimensionais do cotidiano)

Tarefa 5: Agora vou deixar uma caixa com objetos aqui na sua frente, escolha um.

(dispor objetos correspondentes à forma escolhida na Tarefa 1)

Você conseguiria combinar esse objeto com algum da Tarefa 1? [S] [N]

- Se sim, poderia me dizer qual(quais)?
- E poderia me dizer por quê?

Tarefa 6: Você conseguiria combinar esse objeto que escolheu com algum da Tarefa 3? [S] [N]

(dispor objetos correspondentes à forma escolhida na Tarefa 3)

- Se sim, poderia me dizer qual(quais)?
- E poderia me dizer por quê?

MOMENTO 3 – ENTREVISTA PÓS-TESTE

1. Quando te pedi para reconhecer as formas geométricas planas (Tarefa 1):

- a. O que achou do tamanho?
- b. O que achou da textura?
- c. O que te ajudou a manusear o objeto?
- d. O que dificultou o manuseio do objeto?
- e. O que você acha que te fez reconhecer objeto?
- f. Você usa objetos desse tipo nas aulas de geometria?
[S] [N] [S, mas não lembro] [Não sei / Não lembro]
- g. O que tem a me dizer sobre o objeto como um todo?

2. Quando te pedi para reconhecer as formas geométricas tridimensionais (Tarefa 3):

- a. O que achou do tamanho?
- b. O que achou da textura?
- c. O que te ajudou a manusear o objeto?
- d. O que dificultou o manuseio do objeto?
- e. O que você acha que te fez reconhecer objeto?
- f. Você usa objetos desse tipo nas aulas de geometria?
[S] [N] [S, mas não lembro] [Não sei / Não lembro]
- g. O que tem a me dizer sobre o objeto como um todo?

3. Quando te pedi para agrupar objetos (Tarefas 5 e 6):

- a. Qual critério você usou para agrupar os objetos?
- b. Quais habilidades (pessoais) você usou para fazer esse agrupamento?
- c. Quais propriedades dos objetos de ajudaram a perceber, que eles poderiam ser agrupados?
- d. Você já fez alguma atividade como as que fizemos hoje (realização de tarefas) nas aulas de geometria? [S] [N] [S, mas não lembro] [Não sei / Não lembro]

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.