

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO  
CAMPUS SOROCABA

THAÍS ANDRESSA DE SOUZA TURINO

**VALIDAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA PESSOAS  
COM DEFICIÊNCIA VISUAL: CONSTRUÇÃO MÚTUA ENTRE  
USUÁRIOS E PROJETISTAS**

Sorocaba

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO  
CAMPUS SOROCABA

THAÍS ANDRESSA DE SOUZA TURINO

**VALIDAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA PESSOAS  
COM DEFICIÊNCIA VISUAL: CONSTRUÇÃO MÚTUA ENTRE  
USUÁRIOS E PROJETISTAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos, *Campus* de Sorocaba, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

Orientação: Dra. Patrícia Saltorato

Coorientação: Profa. Dra. Andréa Regina Martins Fontes

Sorocaba

2019

Turino, Thais Andressa de Souza

VALIDAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: CONSTRUÇÃO MÚTUA ENTRE USUÁRIOS E PROJETISTAS / Thais Andressa de Souza Turino. -- 2019.

127 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador: Profª Drª Patrícia Saltorato

Banca examinadora: Profª Drª Andréa Regina Martins Fontes, Prof. Dr. Miguel Ángel Aires Borrás, Profª Drª Cíntia de Menezes Fernandes Bernal

Bibliografia

1. Pessoas com Deficiência Visual. 2. Desenho Universal. 3. Ensino e Aprendizagem. I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Programa de Geração Automática da Secretaria Geral de Informática (SIn).

DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

Bibliotecário(a) Responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano – CRB/8 6979



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

---

Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Thais Andressa de Souza Turino, realizada em 22/05/2019:

---

Profa. Dra. Patricia Saltorato  
UFSCar

---

Profa. Dra. Andrea Regina Martins Fontes  
UFSCar

---

Profa. Dra. Cintia de Menezes Fernandes Bernal  
UNISO

---

Prof. Dr. Miguel Angel Aires Borrás  
UFSCar

## **DEDICATÓRIA**

*À minha família maravilhosa - meu  
marido, minha mãe e meu pai - a  
quem devo tudo o que sou e  
pretendo ser*

## AGRADECIMENTO

Primeiramente, agradeço a Deus por me dar forças para realizar mais esse sonho. À CAPES, pela bolsa concedida para a realização dessa pesquisa. Aos amigos do mestrado, pela companhia, conversas e trabalhos, em especial, à Marina e à Talita amigas para o resto da vida. Obrigada à Juliana, Érika, Rogério, Éric, os Renatos, Tiago, Flávia, Paula, Rute e a todos que conheci no nosso percurso pelo conhecimento.

À Érica e ao Felipe, pela dedicação e constante gentileza. A todos os professores do DEP-So da UFSCar, por tudo que me ensinaram. Em especial, à Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Andréa Regina Martins Fontes que, como minha orientadora na maior parte do mestrado, contribuiu, com sua sabedoria e compreensão, para a concretização deste momento. Agradeço, também, à Profa. Dra. Patrícia Saltorato pela sua orientação e sempre atenciosa. Aos professores Dr. Miguel e Dr. Cleyton, por serem muito prestativos e solícitos.

À minha família de cachorras - Mimosa, Pantera, Laila, Laika e Minnie - que, solidárias, aconchegaram-se ao meu lado ao longo de madrugadas de leituras e de pesquisas.

À minha família humana que inclui meu marido Everton, a quem, muitas vezes, deixei de dar a atenção merecida para me dedicar ao mestrado, que trabalhou o dobro para que eu pudesse concretizar esse sonho, e meus pais, avós, sogra e sogro sempre me apoiando incondicionalmente. Amo muito vocês! Agradeço a toda minha família e amigas, pela assistência e amparo durante toda a jornada de estudos, que muitas vezes tive que me ausentar nas festas, devido aos estudos e pesquisa.

Meu muito obrigada aos usuários que contribuíram para que a pesquisa se tornasse real e à Universidade a qual forneceu sua estrutura e apoio para a pesquisa.

Certamente, esses parágrafos não englobarão todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida, no entanto, cada uma delas, envolta em muita gratidão, nunca será esquecida por mim.

*“O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer”.*

Albert Einstein

## RESUMO

TURINO, Thaís Andressa de Souza. Validação de material didático para pessoas com deficiência visual: construção mútua entre usuários e projetistas. 2019. 127p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2019.

As adaptações curriculares contribuem para o desenvolvimento de Tecnologias Assistivas e essas para apoiar o processo de Educação Inclusiva. O sistema de ensino, em seus diferentes níveis, precisa ser capaz de fornecer ferramentas que garantam aos alunos, com algum tipo de deficiência, acesso ao currículo. Esta dissertação é uma ramificação do Projeto de Pesquisa “Vertátil: Desenvolvimento de recursos didáticos para ensino e aprendizagem de pessoas com deficiência visual”, que teve a finalidade de desenvolver recursos didáticos para ensino e aprendizagem de pessoas com deficiência visual, visando a favorecer a aprendizagem desses estudantes. O objetivo principal da dissertação foi o de validar protótipos de material didático para pessoas com deficiência visual, objetivando um melhor desenvolvimento dos alunos. A metodologia utilizada foi a pesquisa participante, com levantamento das características necessárias, visitas exploratórias, elaboração de material 3D, validação pedagógica, técnica e final. Nesse sentido, pôde-se destacar o caráter inclusivo dos recursos que foram elogiados tanto pelos alunos com deficiência visual como pelos videntes. Os resultados indicaram que o impacto dessas novas representações (materiais didáticos de percepção tátil e universais) e interações entre os atores envolvidos (processo mútuo de projeto) anteciparam inadequações de uso, já que os protótipos avaliados obtiveram poucas indicações de melhoria. Além disso, segundo os relatos, os materiais despertaram interesse e curiosidade por parte dos usuários, aspectos favoráveis ao estímulo de aprendizagem. Os recursos validados foram considerados, pelos usuários, mediadores de aprendizagem, oferecendo, por meio da percepção tátil, o alcance dos objetivos didáticos propostos. Por fim, a pesquisa traz uma contribuição de valor social ao apresentar a possibilidade de igualar os aprendizados dos alunos por meio do desenho universal.

Palavras-chave: Pessoas com deficiência visual 1. Desenho Universal 2. Ensino e aprendizagem 3.

## ABSTRACT

The curricular adaptations contribute to the development of Assistive Technologies and these to support the process of Inclusive Education. The education system, at its different levels, needs to be able to provide tools that guarantee students with some form of disability access to the curriculum. This dissertation is a branch of the research project "Vertátil: Development of didactic resources for teaching and learning of people with visual impairment", which had the purpose of developing didactic resources for teaching and learning of people with visual impairment, aiming to favor the learning of these people. students. The main objective of the dissertation was to validate prototypes of didactic material for people with visual impairment, which aims at better student development. The methodology used was participant research, with survey of the necessary characteristics, exploratory visits, elaboration of 3D material, pedagogical, technical and final validation. In this sense, it was possible to emphasize the inclusive nature of the resources, which were praised by both the visually impaired and the visionaries. The results indicated that the impact of these new representations (tactical and universal perceptual didactic materials) and interactions between the involved actors (mutual project process) anticipated misuse of use, since the evaluated prototypes obtained few indications of improvement. In addition, according to the reports, the materials aroused interest and curiosity on the part of the users, aspects favorable to the learning stimulus. The validated resources were considered by the mediators of learning, offering through tactile perception the achievement of the proposed didactic objectives. Finally, the research brings a contribution of social value when presenting the possibility of equating the learnings of the students through the universal design.

Keywords: Visually impaired 1. Universal design 2. Teaching and Learning 3.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da dissertação .....	17
Figura 2 - Resultados por palavras-chave nas bases .....	20
Figura 3 - Quantidade de artigos encontrados nas bases pesquisadas .....	21
Figura 4 - Publicações 1997-2018 .....	22
Figura 5 - Áreas que publicam sobre o tema recortado .....	23
Figura 6 - Periódicos com maior frequência .....	23
Figura 7 - Formas de obtenção de recursos didáticos.....	35
Figura 8 - Características de materiais destinados às pessoas com deficiência visual .....	36
Figura 9 - Escopo e conceito de usabilidade .....	43
Figura 10 - Impressoras 3D utilizadas no projeto .....	47
Figura 11 - Relação do material didático entre concepção e uso .....	52
Figura 12 - Demandas originadas no curso de extensão.....	61
Figura 13 - Demanda anterior ao curso de extensão .....	62
Figura 14 - Demanda proposta pelos projetistas .....	62
Figura 15 - Professora auxiliando uso de recurso didático .....	65
Figura 16 - Professora contribuindo para as melhorias do material de matemática.....	66
Figura 17 - Troca de percepções entre professora e alunos .....	68
Figura 18 - Alunos em dinâmica na aula de artes .....	70
Figura 19 - Alunos em dinâmica na aula de matemática .....	71
Figura 20 - Aluno utilizando o material que representa a escultura “Vênus”.....	72
Figura 21 - Aluno utilizando o material que representa o quadro "Abaporu" .....	73
Figura 22 - Alunos conhecendo os materiais de biologia .....	75
Figura 23 - Alunos utilizando os materiais de biologia.....	76
Figura 24 - Integração com o material de matemática .....	77
Figura 25 - Aluno de baixa visão contribuindo com melhorias .....	78
Figura 26 - Aluno utilizando o material de matemática .....	78
Figura 27 - Aluna realizando dinâmica para dar forma ao gráfico.....	80
Figura 28 - Aluno sugerindo melhorias .....	81

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais documentos extraídos da revisão bibliográfica.....	25
Quadro 2 - Classificação internacional de deficiências visuais da OMS.....	27
Quadro 3 - Categorias gerais de habilidade em relação à deficiência visual.....	27
Quadro 4 - Classificação de acuidades visuais.....	28
Quadro 5 - Princípios do desenho universal para elaboração de material didático.....	40
Quadro 6 - Etapas da pesquisa.....	45
Quadro 7 - Apresentação dos protótipos.....	50
Quadro 8 - Entrevistas realizadas.....	51
Quadro 9 - Roteiro de entrevista aplicado aos projetistas.....	53
Quadro 10 - Roteiro de entrevista aplicado aos professores.....	55
Quadro 11 - Roteiro de entrevista aplicado aos alunos.....	56
Quadro 12 - Etapas do protótipo segundo os projetistas.....	60
Quadro 13 - Atendimento aos parâmetros de cada material confeccionado.....	82

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

DUA Desenho Universal para Aprendizagem

DTA Dispositivos de Tecnologia Assistiva

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ITRA Inventário sobre Trabalho e Riscos de Adoecimento

MEC Ministério da Educação

NR Norma Regulamentadora

OIT Organização Internacional do Trabalho

OMS Organização Mundial da Saúde

PDT Psicodinâmica do Trabalho

UFSCar Universidade Federal de São Carlos

TA Tecnologia Assistiva

TAHC Teoria da Atividade Histórico-Cultural

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1 QUESTÃO DA PESQUISA E OBJETIVOS.....	16
1.2 METODOLOGIA E ESTUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA .....	20
2.1.1 <b>Considerações sobre a revisão sistemática</b> .....	24
2.2 REVISÃO EXPLORATÓRIA.....	26
2.2.1 <b>Pessoa com deficiência visual no ambiente escolar</b> .....	26
2.2.2 <b>Inclusão educacional</b> .....	30
2.2.3 <b>Recursos didáticos adaptados</b> .....	32
2.2.4 <b>Tecnologia assistiva e projeto de artefatos</b> .....	37
2.2.5 <b>Desenho universal para aprendizagem e usabilidade</b> .....	39
2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO DE LITERATURA .....	44
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	44
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	48
4.1 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS .....	48
4.2 VISITAS EXPLORATÓRIAS .....	49
4.3 ELABORAÇÃO DE MATERIAL 3D .....	49
4.4 VALIDAÇÃO PEDAGÓGICA E TÉCNICA DO MATERIAL DIDÁTICO.....	50
4.5 VALIDAÇÃO FINAL DO MATERIAL DIDÁTICO CONFECCIONADO.....	57
4.5.1 <b>Projeto</b> .....	57
4.5.2 <b>Uso</b> .....	62
4.5.3 <b>Ensino e aprendizagem</b> .....	69
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	83
5.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA .....	83
5.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	84
5.3 DESDOBRAMENTO DA PESQUISA.....	85
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	86
<b>APÊNDICE A - ARTIGOS LIDOS NA ÍNTEGRA</b> .....	93
<b>APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO</b> .....	100

## **SUMÁRIO**

<b>APÊNDICE C - RESULTADOS DAS ENTREVISTAS DOS PROJETISTAS .....</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE D - RESULTADOS DAS ENTREVISTAS DOS PROFESSORES.....</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE E - RESULTADOS DAS ENTREVISTAS DOS ALUNOS .....</b>	<b>122</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar dos esforços empreendidos para a universalização do ensino, a perspectiva de uma educação inclusiva ainda é um grande desafio. Segundo Oliveira (2002), enfrentar esse problema é essencial para a democratização da educação no país e para que se cumpram as aspirações daqueles que almejam por seu desenvolvimento e progresso.

De acordo com Sá et al. (2007), a deficiência visual pode ser definida como uma restrição na área da visão. Segundo os autores, a cegueira é caracterizada pela disfunção absoluta de uma ou mais funções da visão, afetando a capacidade de perceber cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento em um campo mais ou menos abrangente. Já a baixa visão, por sua vez, apresenta uma variedade de comprometimentos da função visual, englobando desde a percepção de luz até a redução da agudeza do campo visual, limitando ou interferindo no desempenho de modo geral (SÁ et al., 2007).

Para Pires, Raposo e Mol (2007), a deficiência visual é definida como a diminuição da resposta visual que pode ser leve, moderada, severa ou profunda (que compõem o grupo de visão subnormal ou baixa visão), ou a ausência total da resposta visual (cegueira).

A educação especial necessita de recursos pedagógicos especiais para efetivação do processo de ensino e da aprendizagem, oferecendo o suporte necessário para que cada aluno consiga acessar o currículo escolar comum, a partir do desenvolvimento de suas capacidades cognitivas (DA SILVA FILHO; BARBOSA, 2015).

No Brasil, as Diretrizes da Educação Especial são normatizadas pela LDB nº 9.394/96 que prevê atendimento educacional especializado ao aluno em qualquer fase de escolaridade, preferencialmente no ensino comum e garante a flexibilização de um currículo diferenciado, além da inclusão de métodos, técnicas, recursos didáticos e profissionais compatíveis com suas necessidades (BRASIL, 1996).

Considerando-se as dificuldades de acesso à aprendizagem de alunos com deficiências, Santos (2007) afirma que no caso da cegueira, por exemplo, existe uma limitação importante ao processo de ensino, exigindo que as práticas educativas, com

as pessoas que apresentam deficiência visual, sejam pensadas de forma a contemplar suas peculiaridades.

Além disso, há o constrangimento relacional, que diz respeito à questão social da aprendizagem, no relacionamento com o outro. Segundo Vygotsky (1996), a aquisição das funções cognitivas superiores, conceitos e de instrumentos cognitivos necessários ao aprendizado ocorrem num domínio de interações sociais, no âmbito de uma zona de desenvolvimento proximal. Mas isso depende da disponibilidade do contexto social em fornecer ao novato as condições para o seu desenvolvimento cognitivo e sua aprendizagem.

A presente pesquisa desenvolve-se com base na validação do material didático para pessoas com deficiência visual a partir da interação entre projetistas e usuários, sendo uma ramificação do projeto de pesquisa intitulado “Vertátil: Desenvolvimento de recursos didáticos para ensino e aprendizagem de pessoas com deficiência visual” (CNPq 442261/2016-0), que busca, como objetivo central, desenvolver recursos didáticos para ensino e aprendizagem de pessoas com deficiência visual.

A maioria dos materiais foi produzida em impressão 3D, em uma cidade do interior do estado de São Paulo que atende alunos com deficiência visual, a fim de auxiliar o processo de ensino da base curricular dos ensinos fundamental e médio das seguintes disciplinas: Matemática, Química, Física, Biologia, Artes e Geografia.

## 1.1 QUESTÃO DA PESQUISA E OBJETIVOS

A problemática que motivou essa pesquisa surgiu dos questionamentos dos projetistas e professores durante a criação dos materiais didáticos. Esse conjunto de problemas pôde ser estudado a partir da seguinte questão: **como validar materiais didáticos confeccionados para alunos pessoas com deficiência visual?**

Sendo assim, o objetivo principal dessa dissertação é validar protótipos de material didático para pessoas com deficiência visual visando a um melhor desenvolvimento dos alunos.

Os objetivos específicos são:

- Apresentar indicadores do uso da tecnologia de impressão 3D e sua contribuição para ensino de pessoas com deficiência visual;
- Identificar as principais dificuldades dos alunos com deficiência visual tendo

como base o desenho universal;

- Alinhar os benefícios do projeto entre as áreas de educação, engenharia e saúde.

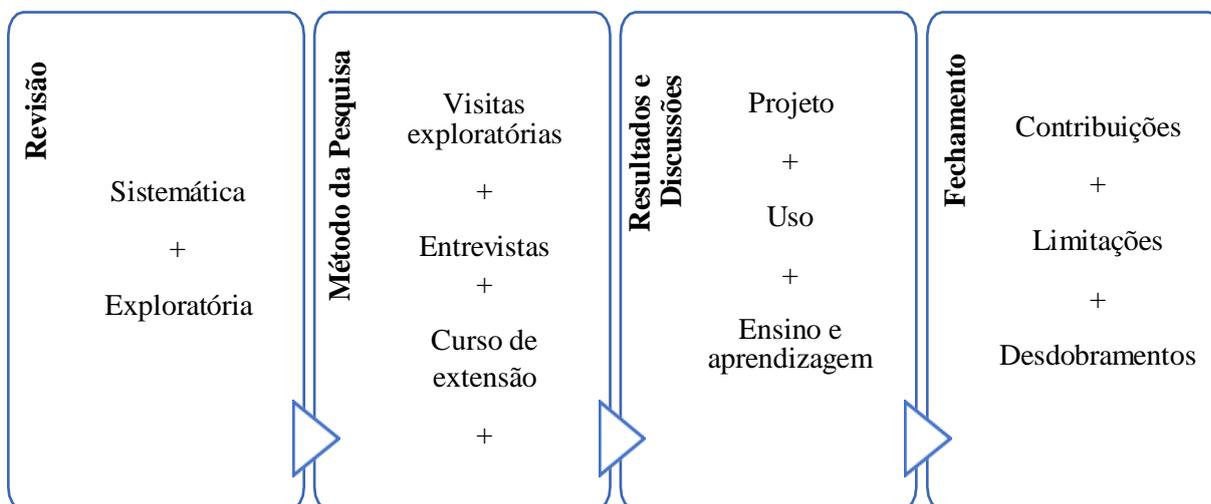
## 1.2 METODOLOGIA E ESTUTURA DO TRABALHO

A pesquisa parte da revisão da literatura que, conforme Marconi e Lakatos (2010), procura respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos, permitindo alcançar conhecimentos válidos e verdadeiros.

Além disso, a investigação fundamentou-se no método qualitativo da pesquisa participante e concentrou-se na pesquisa social realizada, em conjunto, por pesquisadores e participantes. Para isso, foi elaborado um roteiro com entrevistas não formais, com base em autores que tratavam sobre validação de materiais didáticos para deficientes visuais. Após tal elaboração, foram realizadas entrevistas com os envolvidos na etapa de validação: professores, alunos e projetistas.

A presente dissertação está estruturada em quatro blocos: revisão, entrevistas, discussões e contribuição, apresentados na Figura 1.

**Figura 1** - Estrutura da dissertação



Fonte: elaborada pela autora

No primeiro capítulo apresenta-se a introdução constituída por uma contextualização da temática, pela justificativa da pesquisa, por seu objetivo geral e pelos específicos, pela metodologia empregada e pelo detalhamento das ferramentas

aplicadas.

No segundo capítulo são apresentados os pilares teóricos que tratam do ensino inclusivo: material didático, Tecnologia Assistiva, projetos de artefato, além de Desenho Universal para aprendizado e usabilidade.

O terceiro capítulo descreve a metodologia.

Os resultados e discussões desta pesquisa serão apresentados no quarto capítulo.

Finalmente no quinto e último capítulo apresentam-se as conclusões, englobando as contribuições, limitações e os desdobramentos da pesquisa.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão formulada nesta dissertação tem como propósito identificar o panorama da produção intelectual no contexto da deficiência visual relacionado à usabilidade de material didático na educação especial. Dessa forma, pretende-se conhecer os trabalhos científicos que trazem esses conceitos e sua aplicação prática, bem como detectar as tendências da literatura científica, evidenciando, como resultados, as referências, autores e periódicos de maior destaque.

Essa é uma etapa crucial da investigação e envolve localizar, analisar, sintetizar e interpretar a perscrutação prévia, auxiliando no esclarecimento de dúvidas e de uma ideia mais precisa sobre o estado atual dos conhecimentos sobre assunto em pauta, contribuindo para o desenvolvimento da temática (BENTO, 2012).

Segundo Joly et al. (2015), recomenda-se fundamentar a revisão bibliográfica em bases de dados que contenham a produção bibliográfica corrigida, revisada e aprovada pelos editores, de forma a garantir a veracidade e a segurança das fontes. Tais bases asseguram, aos pesquisadores, o acesso eficiente, *on-line*, de publicações científicas que, atualizando o profissional da área, permitem o avanço do conhecimento do objeto de pesquisa.

A apresentação da evolução das publicações sobre o tema, autores e periódicos permite a visualização do panorama da literatura disponível, assim, o próximo subitem apresenta a especificação do levantamento realizado nas bases científicas que listaram os artigos os quais compõem os resultados dessa revisão de literatura.

A fundamentação teórica foi estruturada em duas sessões: revisão sistemática e exploratória. Na revisão sistemática, considerou-se um conjunto de palavras, enquanto na exploratória, foram acatadas palavras isoladas.

Ressalta-se que a sessão de revisão sistemática é sensivelmente menor que a da exploratória, pelo fato de que, apesar de os seus resultados terem sido importantes para o entendimento do contexto acadêmico dos temas pesquisados, eles não serviram diretamente para a fundamentação teórica da análise dos dados coletados na presente pesquisa.

## 2.1 REVISÃO SISTEMÁTICA

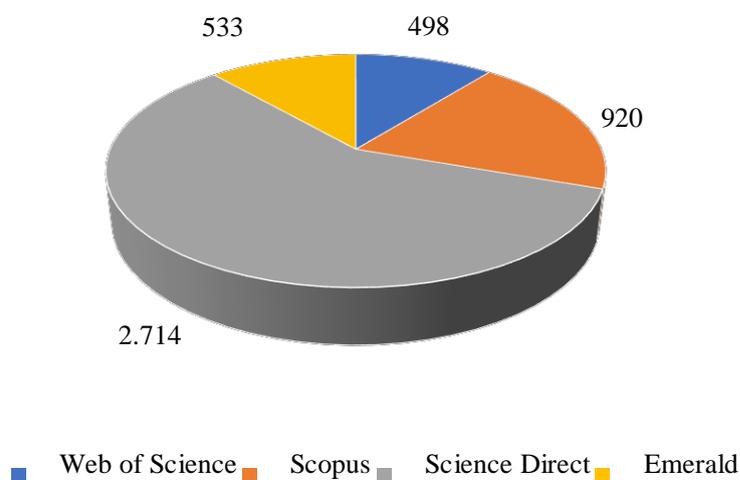
Para realizar essa revisão foram escolhidas cinco bases de dados utilizadas por pesquisadores. O detalhamento das palavras-chave buscadas e os resultados de artigos encontrados estão apresentados na Figura 2.

**Figura 2 - Resultados por palavras-chave nas bases**

 THOMSON REUTERS WEB OF SCIENCE			
“usability”, “education”, “visually impaired” 17	“usability”, “education”, “visually impaired” 57	“usability”, “education”, “visually impaired” 889	“usability”, “education”, “visually impaired” 247
“3D printing”, “education” 481	“3D printing”, “education” 850	“3D printing”, “education” 1.504	“3D printing”, “education” 273
“evaluation”, “assessment”, “protocol method”, “education” 0	“evaluation”, “assessment”, “protocol method”, “education” 13	“evaluation”, “assessment”, “protocol method”, “education” 321	“evaluation”, “assessment”, “protocol method”, “education” 13

Fonte: elaborada pela autora

Após as análises das informações sobre a busca pelas produções científicas, foram identificados, preliminarmente, 72 artigos referentes ao tema, distribuídos conforme apresenta, sinteticamente, a Figura 3.

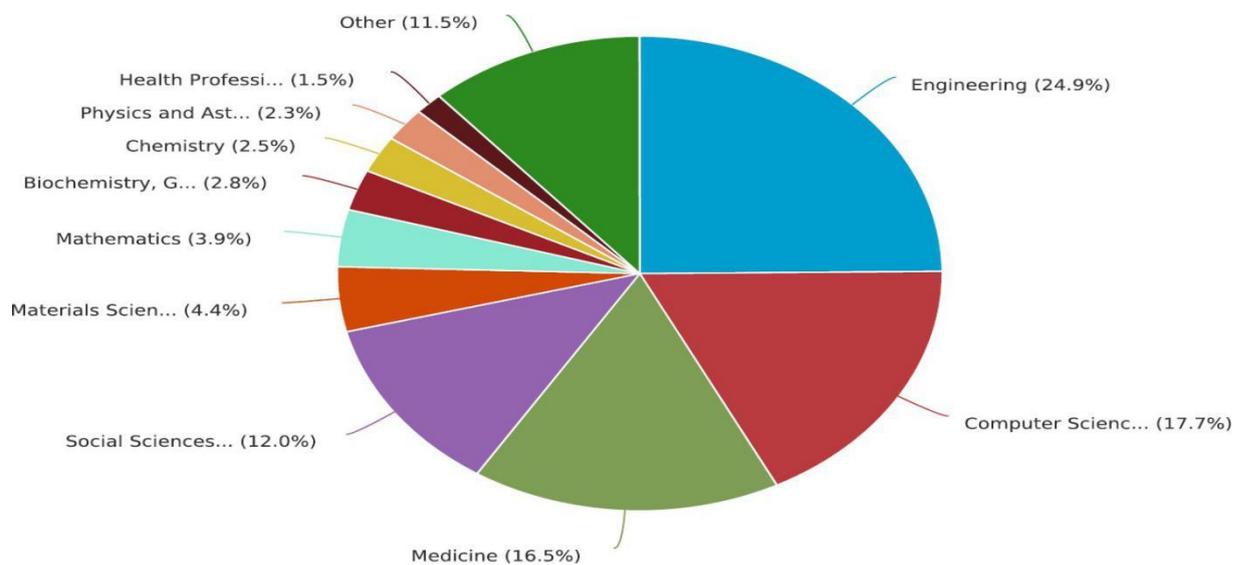
**Figura 3** - Quantidade de artigos encontrados nas bases

Fonte: elaborada pela autora

Após a inserção de todos os títulos, autores, periódicos e os anos das publicações em uma planilha, foram encontrados alguns artigos que se repetiam. Portanto, as duplicações foram eliminadas e os artigos considerados apenas uma vez.

Em seguida, foi aplicado o filtro de artigos publicados em periódicos, diminuindo esse número para 252. Tais artigos apresentam uma distribuição de publicação bastante acentuada após o ano de 2006. O primeiro artigo publicado, encontrado nas bases supracitadas considerando o tema escolhido, data do ano de 1997, com o título “BSCW for disabled teleworkers: Usability evaluation and interface adaptation of an Internet-based cooperation environment”, de Michael Pieper and Dirk Hermsdorf, publicado no Volume 29, do *Journal Computer Networks*, um periódico dedicado a veicular publicações para a cobertura completa de todos os temas de interesse aos envolvidos na área de rede de comunicações e informática. O público inclui pesquisadores, gerentes e operadores de redes, bem como designers e implementadores.

Dentro do recorte da pesquisa, não foram encontradas publicações nos anos de 1998 a 2001, nem em 2005 e 2013. Em todos os outros anos houve publicações. A Figura 4 apresenta a evolução temporal das publicações.

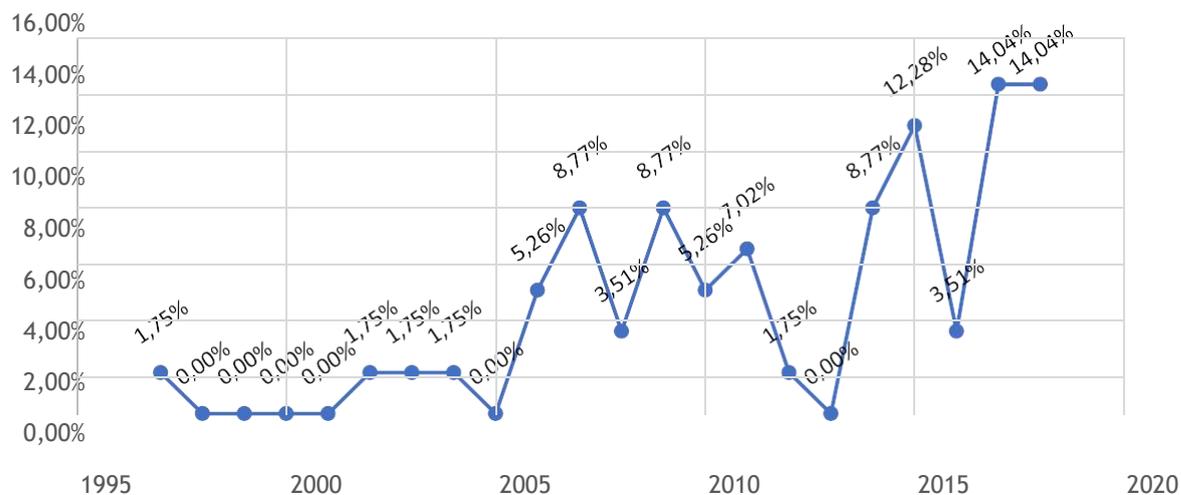
**Figura 4 - Publicações 1997-2018**

Fonte: elaborada pela autora

A partir de 2014, todos os anos contaram com a publicação de artigo científico, e observa-se que os últimos anos apresentam um crescimento mais sensível das publicações.

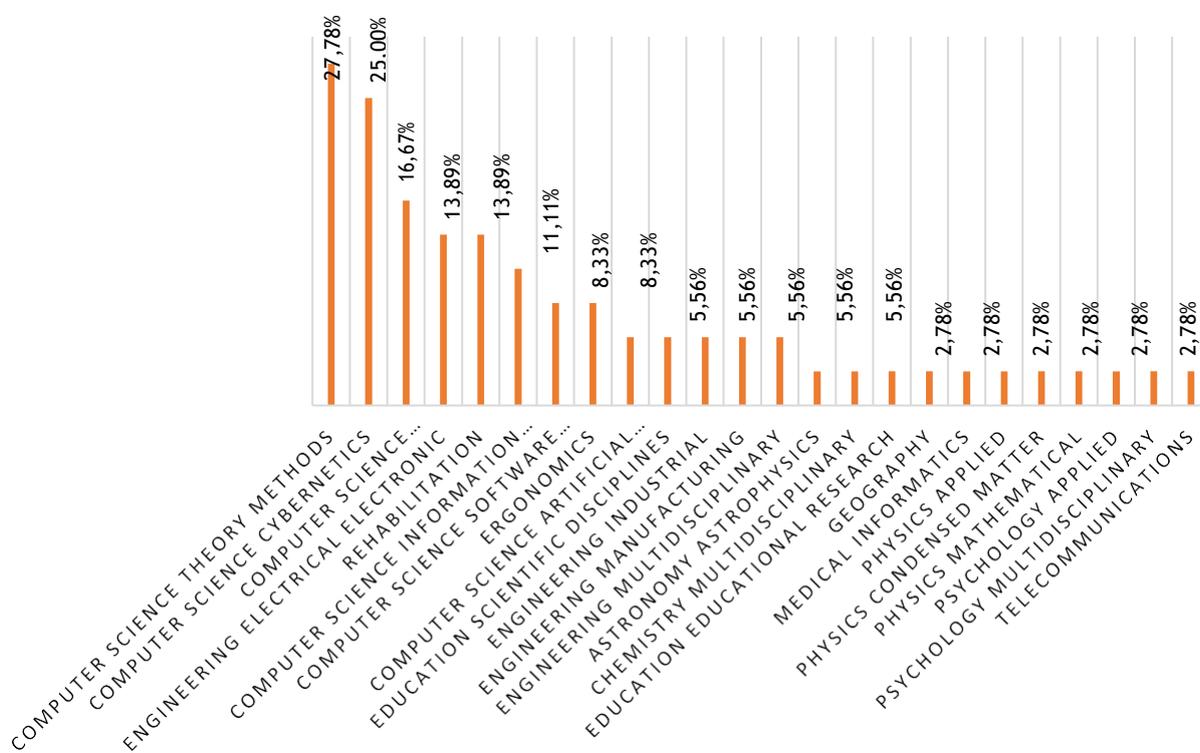
Desde 2005, 57 documentos foram publicados representando quase 85% da produção científica encontrada sobre o tema nas bases supracitadas. Em 2017, houve o pico, com 8 documentos publicados em diversas áreas do conhecimento.

Dentre os principais âmbitos de conhecimento que tratam dessa temática, destaca-se a Engenharia. Na sequência, aparecem as áreas de Ciências da Computação, Medicina e Ciências Sociais, na qual se incluem temas voltados para a educação e processos múltiplos de aprendizagem. A Figura 5 apresenta a distribuição por área.

**Figura 5 - Áreas que publicam sobre o tema recortado**

Fonte: elaborada pela autora

Quanto aos periódicos que trazem os artigos científicos, não há nenhum de grande destaque na área. A maioria são publicações pontuais em locais distintos, conforme a Figura 6.

**Figura 6 - Periódicos com maior frequência**

Fonte: elaborada pela autora

### **2.1.1 Considerações sobre a revisão sistemática**

A partir da revisão sistemática pôde-se perceber que, apesar de os documentos terem aumentado quantitativamente nos últimos anos, existem ainda poucos trabalhos com as temáticas da presente pesquisa.

Além disso, a maioria dos trabalhos encontrados tinham como conteúdo *Softwares* para pessoas com deficiência visual na área de educação, conforme pode ser averiguado nos títulos apresentados no APÊNDICE A.

Após a leitura cuidadosa de todos os títulos, foram selecionados 14 documentos para leitura de resumo, palavras-chave e metodologia, sendo 7 artigos de periódicos e 7 artigos de congresso. Dos 14 documentos mapeados, 6 foram considerados extremamente relevantes para a pesquisa e podem ser conferidos no Quadro 1; os demais ajudaram como conhecimento.

**Quadro 1 - Principais documentos extraídos da revisão bibliográfica**

<b>Autores</b>	<b>Artigo</b>	<b>Assuntos centrais</b>
JOSHI, T.; CHOI, Y. (2017)	Designing Accessible Course Registration for Users with Visual Impairments.	Melhoria na experiência de usuários de computadores cegos e de baixa visão em relação à usabilidade, acessibilidade e facilidade de uso.
BABU, R.; SINGH, R.; IYER, L.S.; MIDHA, V. (2007)	Differences in factors affecting academic success for disabled individuals in technology-mediated learning environments.	O artigo analisa o impacto de três atributos de design - acessibilidade, usabilidade e riqueza de mídia - em um sistema de gerenciamento de curso, comparando o aprendizado de alunos com e sem deficiência visual.
GIRAUD, S; BROCK, A. M.; MACE, M. J. M. et al. (2007)	Map Learning with a 3D Printed Interactive Small-Scale Model: Improvement of Space and Text Memorization in Visually Impaired Students.	Com o surgimento da impressão 3D e dos microcontroladores de baixo custo, é possível projetar modelos interativos de pequena escala (SSMs) que sejam adaptados às necessidades dos professores de educação especial e dos alunos com deficiência.
RANA, M.M.; CIRSTEA, M.; REYNOLDS, T. (2008)	Developing a prototype using mobile devices to assist visually impaired users.	Testes de protótipos em aplicativos (usando <i>softwares</i> e rede) para melhorar a mobilidade de usuários com deficiência visual.
BOGESS, J.; HARDING, C. (2007)	Improving introductory calculus education with 3- D visualization and virtual touch (haptics).	Considerando níveis mais complexos de cálculos, observou-se a necessidade de ajudar a compreensão dos alunos por meio da visualização 3-D. Utilização de protótipos para auxiliar no ensino.
HORTON, E.L. et al. (2017)	A review of principles in design and usability testing of tactile technology for individuals with visual impairments.	Apesar de tratar de usabilidade para área computacional, o artigo reúne importantes conceitos a fim de se estabelecerem as bases para a concepção, melhoria e implementação de novas tecnologias que atendam às necessidades de pessoas com deficiências visuais. Realiza uma revisão sistemática da literatura para: a) descrever as plataformas de <i>hardware</i> usadas em dispositivos de assistência; b) identificar suas várias aplicações e resumir práticas em testes de usuários realizados com esses dispositivos.

Fonte: elaborado pela autora

Concluiu-se que nessas bases de dados utilizadas existe uma grande lacuna quanto ao tema de confecção de materiais didáticos para pessoas com deficiência visual. Assim, foi necessária a revisão exploratória descrita no próximo subcapítulo.

Ainda que a revisão sistemática tenha elencado poucos trabalhos diretamente

utilizados como fundamentação teórica da pesquisa, considerou-se relevante apresentar seus resultados, pois, dessa forma, pôde-se formalizar o contexto acadêmico relacionado ao tema, comprovando o hiato sobre o assunto pesquisado.

## 2.2 REVISÃO EXPLORATÓRIA

Na revisão exploratória foram consideradas palavras isoladas para maior compreensão dos temas escolhidos. A fim de entender o contexto, a escolha dos temas veio do cenário dos usuários: aluno com deficiência visual e professor do ensino inclusivo.

Tecnologia assistiva e projetos de artefatos, assim como desenho universal para aprendizagem também foram palavras analisadas, procurando por fundamentações que explicassem os referidos cenários no momento da realização dessa pesquisa.

### 2.2.1 Pessoa com deficiência visual no ambiente escolar

Alunos com deficiência são os que têm impedimentos de longo prazo de naturezas física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas (ONU, 2006).

Esses alunos nem sempre são atendidos nas Salas de Recursos Multifuncionais, alunos público-alvo da educação especial, conforme o estabelecido na Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva e no Decreto nº 6.571/2008 (BRASIL, 2008).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), no Brasil existem 45,6 milhões de pessoas com deficiência. Dentre os 190 milhões de brasileiros, aqueles com pelo menos uma deficiência, seja visual, auditiva, motora ou mental, somam 23,9%. Os resultados do Censo 2010 mostram que a deficiência mais frequente entre a população brasileira é a visual. Cerca de 35 milhões de pessoas (18,8%) declararam ter dificuldade de enxergar, mesmo com óculos ou lentes de contato. De acordo com a ONU (2006) uma pessoa com baixa visão é aquela que possui

um comprometimento de seu funcionamento visual, mesmo após tratamento e/ou correção de erros refracionais comuns e tem uma acuidade visual inferior a 20/60 (6/18, 0.3) e percepção de luz ou campo visual inferior a 10 graus do seu ponto de fixação, mas que utiliza ou é potencialmente capaz de utilizar a visão para planejamento e execução de uma tarefa. Conforme a OMS (2003), 70 a 80% das crianças diagnosticadas como cegas possuem alguma visão útil. A prevalência de cegueira infantil nos países em desenvolvimento é de 1,0 a 1,5 / 1000, enquanto a de baixa visão é três vezes maior. No Quadro 2 é apresentada a classificação internacional de deficiências, inabilidades e desvantagens da OMS.

**Quadro 2** - Classificação internacional de deficiências visuais da OMS

<b>DISTÚRPIO</b>	<b>DEFICIÊNCIA</b>	<b>INABILIDADE</b>	<b>DESVANTAGEM</b>
<b>Mudanças Anatômicas</b>	Mudanças na função do órgão	Perda de habilidades individuais	Consequências Sociais
<b>Cicatriz corneana, catarata, retinopatia</b>	Acuidade visual, campo visual, visão de cores	Habilidade de leitura, mobilidade, vida diária	Necessidade extra de esforço, perda da independência, perda do emprego

Fonte: Sociedade Brasileira de Visão Subnormal (2017)

No Quadro 3 são apresentadas as categorias gerais de habilidade, se o indivíduo precisa ou não de auxílio de acordo com a classificação.

**Quadro 3** - Categorias gerais de habilidade em relação à deficiência visual

<b>Classificação</b>	<b>Habilidade</b>	<b>Auxílio</b>
Acima do normal	Habilidade excepcional	Não requer auxílio
Normal	Desempenho normal	Não requer auxílio
Perda leve	Desempenho próximo do normal	Auxílio de melhora
Perda moderada	Desempenho próximo do normal	Auxílio de melhora
Perda severa	Desempenho restrito	Auxílio de melhora
Perda profunda	Desempenho restrito	Auxílio de melhora
Perda quase total	Desempenho restrito	Auxílio de substituição

Fonte: Sociedade Brasileira de Visão Subnormal (2017)

No Quadro 4 são apresentados os tipos de auxílios que devem ser utilizados de acordo com a acuidade visual.

**Quadro 4 - Classificação de acuidades visuais**

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>ACUIDADE VISUAL SNELLEN</b>	<b>ACUIDADE VISUAL DECIMAL</b>	<b>AUXÍLIOS</b>
<b>Visão normal</b>	20/12 a 20/25	1,5 a 0,8	Bifocais comuns
<b>Próxima do normal</b>	20/30 a 20/60	0,6 a 0,3	Bifocais mais fortes lupas de baixo poder
<b>Baixa visão moderada</b>	20/80 a 20/150	0,25 a 0,12	Lentes esferoprismáticos lupas mais fortes
<b>Baixa visão severa</b>	20/200 a 20/400	0,10 a 0,05	Lentes esféricas lupas de mesa alto poder
<b>Baixa visão profunda</b>	20/500 a 20/1000	0,04 a 0,02	Lupa montada telescópio magnificação vídeo bengala /treinamento o-m
<b>Próximo à cegueira</b>	20/1200 a 20/2500	0,015 a 0,008	Magnificação vídeo livros falados, braile aparelhos saída de voz bengala / treinamento o-m
<b>Cegueira total</b>	Spl	Spl	Aparelhos saída de voz bengala / treinamento 0-m

Fonte: Sociedade Brasileira de Visão Subnormal (2017)

De acordo com o Quadro 4, para a orientação e mobilidade, a audição é um dos sentidos mais importantes porque possibilita estabelecer as relações espaciais. Porém, Espinosa e Ochaitá (1998) confirmam ser fundamental a percepção tátil, pois ocorre o contato e o conhecimento dos objetos, sendo um canal imprescindível para a leitura.

A política educacional procura estimular a inclusão de crianças com deficiência no sistema comum de ensino, mas existe escassez de alternativas pedagógicas que facilitem essa integração. Também, há uma fragilidade das políticas públicas para o enfrentamento do ensino inclusivo. Segundo Paim (2002), os estudantes com deficiência visual ao serem inseridos na escola comum, além de enfrentarem o desafio de superar limitações biológicas impostas pela ausência da visão, confrontam, também, com os entraves do nosso sistema educacional como: despreparo de professores, falta de material impresso em braile e de recursos didáticos que favoreçam

o seu processo de ensino e aprendizagem.

Segundo o Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2012), as pessoas, com algum tipo de deficiência, apresentam taxas de alfabetização menores do que a população geral em todas as regiões brasileiras. O nível de instrução de pessoas deficientes com 15 anos ou mais, inclusas em diferentes níveis de escolaridade, apresenta-se da seguinte forma: cerca de 14% possuem o fundamental completo; quase 18% têm o ensino médio completo e por volta de 7%, o superior completo, ou seja, 61% da população, com deficiência, não possuem instrução ou têm o fundamental incompleto.

Comparativamente, a porcentagem de pessoas sem nenhuma deficiência que não possuem instrução ou que têm apenas o fundamental incompleto é 38,2% (IBGE, 2012). Esses dados mostram que pessoas com deficiência ficam desestimuladas em estudar, devido às limitações de recursos didáticos. Em 2010, a deficiência do tipo visual atingia 35,8 milhões de pessoas no Brasil (IBGE, 2012), muitas delas em fase escolar.

O processo de apropriação, por parte do indivíduo, das experiências presentes em sua cultura é profundamente importante para o desenvolvimento humano, incluindo a ação, a linguagem e os processos interativos na construção das estruturas mentais superiores (VYGOTSKY, 1997). Para o autor, o acesso aos recursos oferecidos pela sociedade, pela cultura, escola, tecnologias etc., influenciam, determinantemente, os processos de aprendizagem do ser humano.

Para Razuck e Guimarães (2014), especificamente, os alunos cegos ou com baixa visão são capazes de utilizar os demais órgãos do sentido para aprender e possuem o mesmo potencial de aprendizagem que os alunos com a visão normal. Assim, considerando que a falta da visão não interfere na capacidade intelectual e cognitiva dos alunos, é possível que eles demonstrem desempenho escolar equivalente ou superior ao dos alunos que enxergam normalmente, mediante condições e recursos adequados (CAMPOS; SÁ; SILVA, 2007).

Desenvolver recursos de acessibilidade seria uma maneira concreta de serem neutralizadas as barreiras, inserindo, esse indivíduo, nos ambientes ricos para a aprendizagem, proporcionados pela cultura e pelo ensino (DAMASCENO; GALVÃO FILHO, 2002).

Assim, torna-se necessária a escolha das estratégias mais adequadas para que o aluno possa se apropriar de um aprendizado. Para Cezário e Pagliuca (2007), no caso

dos cegos ou de pessoas com visão subnormal, a comunicação ocorre basicamente pelo tato e audição, acrescentando que os materiais preparados para elas devem possuir características específicas, que incluam essas modalidades sensoriais.

### **2.2.2 Inclusão educacional**

É imprescindível a capacitação especializada aos professores de salas de aula comuns e não apenas ao professor das salas de recursos multifuncionais, pois, ao professor, cabe a função de propiciar caminhos para a construção do saber do aluno, bem como a de sua autonomia. O professor é peça fundamental para conduzir o aluno neste processo (SILVEIRA, 2010).

A criança cega pode alcançar o mesmo nível de desenvolvimento que a criança vidente, só que este desenvolvimento acontece de maneira diferente, por outras vias, outros caminhos. O professor deve conhecer essas vias diferenciadas pelas quais conduzirá o processo de ensino-aprendizagem da pessoa cega (SILVEIRA, 2010, p. 51).

A formação de professores depende de vários fatores. Um deles é da responsabilidade pública em preocupar-se com a continuidade da formação dos professores e o outro, é do próprio docente que deve procurar aperfeiçoar-se como profissional, buscando a melhoria da sua práxis educativa, pois é, “de responsabilidade de cada cidadão e, principalmente do professor, procurar sua atualização, aproximando-se da realidade vigente e que é mundial” (SILVEIRA, 2010, p. 37).

Ainda segundo Silveira (2010), para potencializar a aprendizagem de crianças com baixa visão há a necessidade de adaptações no ambiente escolar. Fazer uso de recursos ópticos e não ópticos é de suma importância para o estímulo visual sendo que os aparelhos eletrônicos também proporcionam, ao aluno com baixa visão, melhor aproveitamento do resíduo visual.

Naujorks (2002), ao realizar estudos com professores do ensino especial, identificou a baixa existência de projetos de formação continuada, um grande número de alunos por turma, problemas de infraestrutura física, de desinteresse familiar e a desvalorização do profissional.

Mesmo com o aumento de pessoas com deficiência visual, os professores continuam saindo da graduação sem formação em educação especial. Maciel et al.

(2007) realizaram um estudo em três escolas municipais de Macapá/AP. As escolas selecionadas possuíam ou já tinham realizado atendimento a alunos com deficiência visual. Participaram do estudo 53 professores de 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental. A pesquisa identificou que 94,4% dos professores entrevistados não possuem formação específica em educação especial e apenas 5,6% têm treinamento. Alguns deles não consideram que a inclusão traz benefícios ao aluno por não saberem como ensiná-lo.

A fim de compreender como professores e alunos possam se tornar agentes colaborativos durante o processo de ensino-aprendizagem é importante abordar a Teoria da Atividade Histórico-Cultural (TAHC) (VYGOTSKY 1997). Essa estrutura permite entender como o contexto influencia e afeta as atividades analisadas.

Segundo Leontiev (1978), toda atividade humana intencional parte de uma necessidade e é orientada para um objeto. Em uma comunidade escolar, é importante que sejam consideradas as diferentes necessidades de cada participante.

Do ponto de vista da TAHC, os homens criam novas ferramentas ou adaptam as preexistentes para realizar atividades, de modo que elas medeiam a atividade para atingir o objeto (VYGOTSKY, 2001).

Juntamente com o processo de criação ou adaptação de ferramentas, os participantes de uma atividade estabelecem regras a serem seguidas (ENGSTRÖM, 2015). Considerando que as atividades desenvolvidas pelos professores e alunos, com os recursos didáticos, estão inseridas em um contexto que estimula a colaboração entre eles, apesar de seguirem as regras, os participantes ainda têm um certo grau de liberdade para mudá-las. Assim, ao criarem ou recriarem as regras de forma colaborativa, os participantes sentem-se mais responsáveis e engajados nas atividades (CUNHA et al., 2016).

Caso contrário, de acordo com Freitas (2007), o trabalho do professor pode contribuir para o desenvolvimento de doenças psicossomáticas como: gastrite, estresse, síndrome do pânico, taquicardia, irritabilidade, insônia, variação na pressão arterial, depressão e síndrome do esgotamento profissional (*burnout*).

Para os autores Gomes e Brito (2006), o aumento de casos de adoecimento e afastamento dos professores em virtude do estresse e das exposições negativas, como relacionamento com a diretoria, pais de alunos ou com os alunos que enfrentam em seu cotidiano, tem chamado atenção.

Conforme Oliveira e Freitas (2008), as adversidades enfrentadas pelos professores advindas das dificuldades de relacionamentos com os alunos ou do

aumento da jornada fazem com que eles não se sintam estimulados a aprender novas técnicas de aprendizado o que torna mais cansativo seu trabalho, fazendo com que eles passem a sentirem-se inúteis e ansiosos por não conseguirem atingir seus objetivos de ensino.

### **2.2.3 Recursos didáticos adaptados**

A percepção visual dos objetos, pessoas, formas, cores e do movimento desperta curiosidade e interesse, além de incitar a criança a se aproximar do mundo exterior, explorando-o. Crianças com baixa visão ou cegueira podem ter esse interesse diminuído pela falta de estímulos tornando-se apáticas e quietas. Por isso, é preciso que o ambiente seja organizado para promover, ativamente, o desenvolvimento por meio dos canais sensoriais que a criança possui, de modo tal que ela seja capaz de participar das atividades cotidianas e de aprender como qualquer criança (LAPLANE; BATISTA, 2008).

De acordo com Preece et al. (2005), a percepção acontece quando a informação do ambiente é adquirida pelos diferentes órgãos sensitivos e transformada em experiências. Esse é um processo complexo, que envolve outros processos cognitivos como a memória, a atenção e a linguagem. Sternberg (2000) define percepção como o conjunto de processos pelos quais o ser humano reconhece, organiza e entende as sensações recebidas dos estímulos.

Para Béguin (2016), é relevante evidenciar o papel fundamental de integração das interfaces, conforme afirmam Vaz et al. (2012), referindo-se aos recursos didáticos no processo de integração dos alunos com deficiência visual:

O uso de recursos didáticos é fundamental na apropriação de conceitos, sendo que, ao se tratar de alunos com deficiência visual, estes recursos precisam estar adaptados às suas necessidades perceptuais. Desta forma, o professor, com o uso de recursos específicos, precisa elaborar estratégias pedagógicas para favorecer o desenvolvimento da criança com deficiência visual e que, assim como crianças de visão normal ela possa obter sucesso escolar, sendo este um dos desafios da inclusão (VAZ et al., 2012, p. 89).

A percepção tátil para as pessoas com deficiência visual assume o papel dos olhos nos videntes, por isso, vale destacar que a imagem tátil, formada a partir do contato com um modelo tridimensional, favorece sua aprendizagem, uma vez que

constitui elemento de aproximação dos inúmeros recursos visuais disponibilizados aos alunos videntes no processo ensino- aprendizagem desse conteúdo (CARDINALI; FERREIRA, 2010).

No entanto, a utilização eficaz de materiais didáticos, táteis, não é tão simples, pois, segundo Silveira (2010), os professores precisam adquirir competências para que possam contribuir para a construção de abordagens educacionais dinâmicas e inclusivas, a fim de que os estudantes, com deficiência visual, tenham acesso às mesmas oportunidades de aprendizagem e de participação na vida escolar e na comunidade que têm os alunos videntes.

A associação de estímulos visuais à exploração tátil durante a manipulação de objetos favorece a integração das diferentes informações sensoriais e motiva a criança à exploração (FAVILLA et al., 2014).

Conforme os autores Cerqueira e Ferreira (2000), recursos didáticos são todos os recursos físicos utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando a auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou possibilitar o processo ensino-aprendizagem.

Os autores afirmam que em nenhuma outra forma de educação os recursos didáticos assumem tanta importância, pois os estudantes, com deficiência visual, necessitam do contato tátil e da interação com materiais diferenciados que permitam sua participação nas atividades, culminando em sua aprendizagem.

As iniciativas e pesquisas realizadas têm avançado pouco em relação às discussões que envolvem o processo ensino-aprendizagem de estudantes que possuem alguma deficiência ou dificuldade de ordenamentos teóricos e práticos em relação ao saber (ZERBATO e MENDES, 2018).

Um caso a ser estudado é o da educação inclusiva na Espanha que foi objeto de grandes e profundas transformações em um breve período de tempo. Passou-se de uma concepção em que se defendia a reclusão institucional dos indivíduos considerados diferentes à efetividade da integração escolar como meio imprescindível para conseguir maior eficácia no ensino (NARANJO; MARTIN; GOMEZ, 2000).

Este tipo de preocupação surge à medida que educadores deparam-se com ausências de métodos e alternativas para o aprendizado (FERREIRA; DICKMAN,

2007) e tal carência de recursos táteis/concretos percebe-se, inclusive, na formação dos alunos videntes.

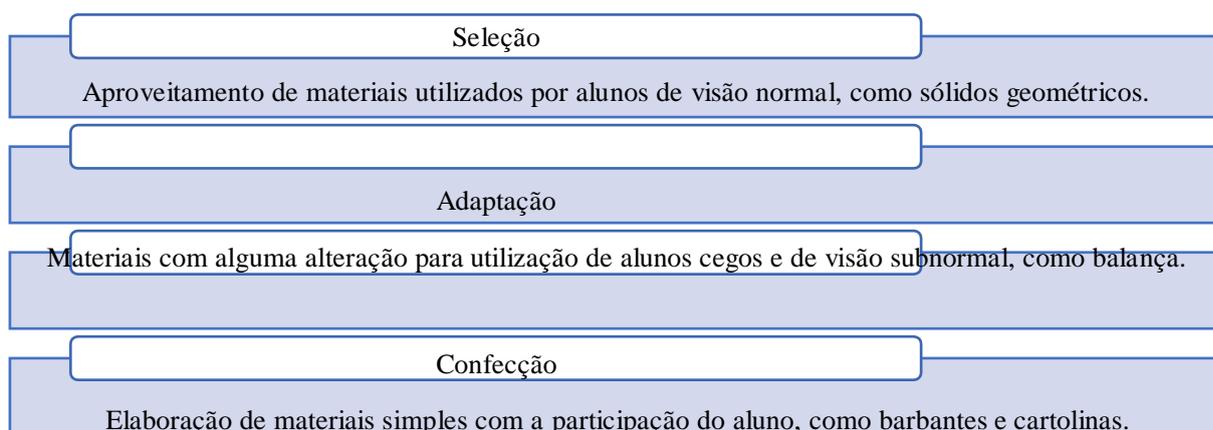
Na disciplina biologia, pode ser percebida a falta desses recursos no trecho transcrito a seguir:

É bem conhecida a dificuldade de aprendizado no ensino de embriologia geral [...] por falta de recursos didáticos adequados como os modelos tridimensionais que representam as diversas fases embrionárias do desenvolvimento ontogênico dos mamíferos (FREITAS et al., 2008, p. 91).

Segundo Toledo e Pereira (2007), a criança com deficiência visual consegue obter o conhecimento por meio da percepção tátil e da audição de modo que para que ela venha conhecer realmente o mundo é necessário deixar que ela pegue nos objetos a fim de que possa senti-los, verificando os seus tamanhos, os pesos e as formas. Conforme Borges (2009), três pré-requisitos são importantes para que pessoas com deficiência tenham acesso ao uso das tecnologias, incorporando-as: informação sobre a existência dos artefatos; disponibilidade de recursos para obtê-los e acesso a eles a partir do lugar onde a pessoa está ou vive.

O uso de modelos para o Ensino de embriologia permite ao discente formar imagens mentais (visuais e/ou não-visuais) mais próximas das estruturas dinâmicas reais que se sucedem no período de desenvolvimento ontogênico dos mamíferos, além de propiciar que estudantes, pessoas com deficiência visual possam ter acesso ao aprendizado, tornando-os inclusos no processo de aprendizado dinâmico (FREITAS et al., 2008, p. 95).

De acordo com Cerqueira e Ferreira (2000), na educação especial de pessoas com deficiência visual, os recursos didáticos podem ser obtidos por uma das seguintes formas apresentadas na Figura 7:

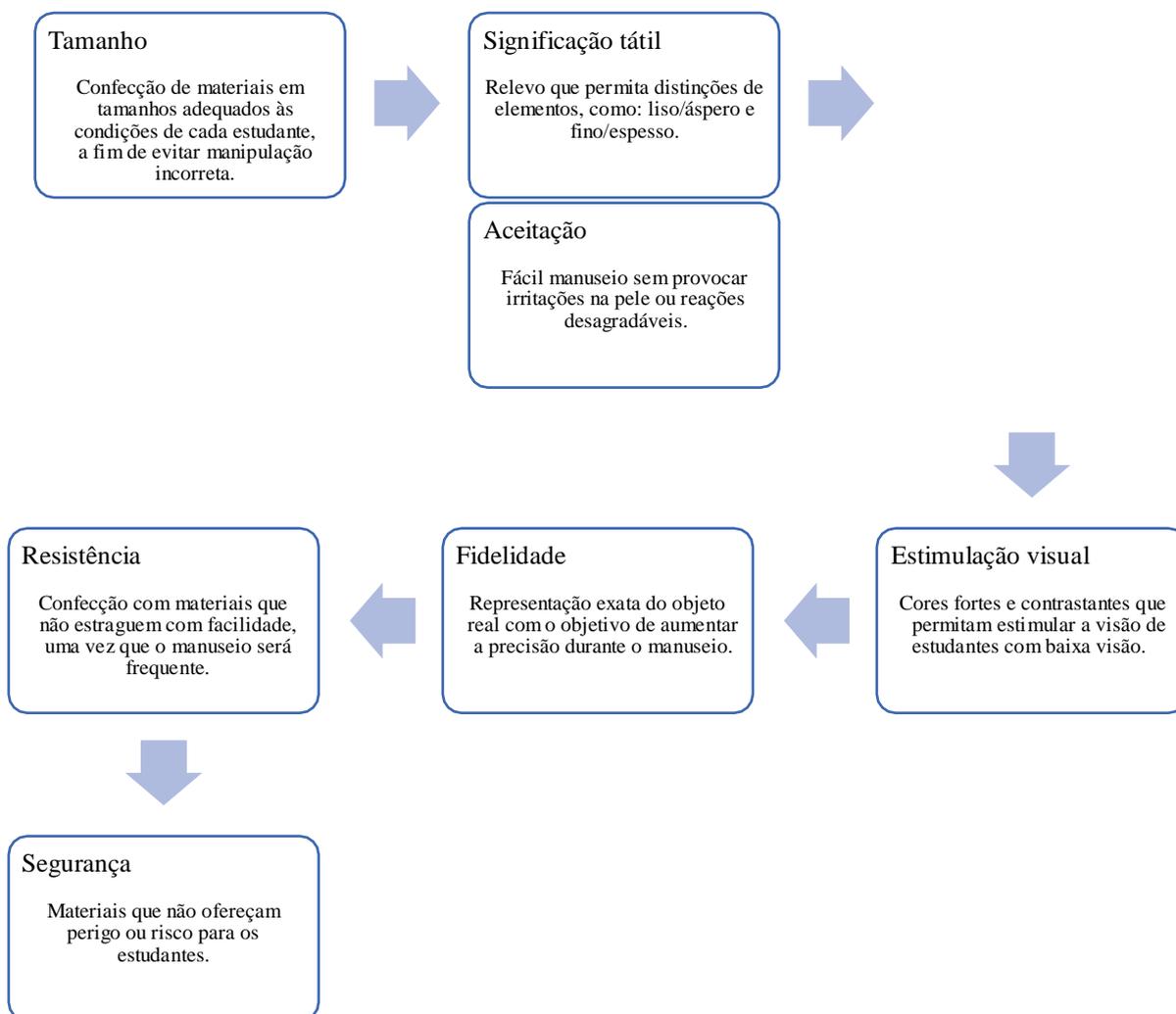
**Figura 7 - Formas de obtenção de recursos didáticos**

Fonte: Adaptado de Cerqueira e Ferreira (2000)

Cerqueira e Ferreira (2000) desenvolveram um trabalho para auxiliar projetos de materiais destinados a pessoas com deficiência visual.

Segundo os autores, esses materiais devem apresentar algumas características, tendo em vista assegurar a sua eficiência.

**Figura 8** - Características de materiais destinados às pessoas com deficiência visual



Fonte: Adaptado de Cerqueira e Ferreira (2000)

A qualidade do ensino para pessoas com deficiência visual depende, em grande escala, da disponibilidade e da adequada utilização dos materiais didáticos (BAZON, 2012).

Medeiros et al. (2007) advertem que as figuras e ilustrações devem ser em relevo, legendadas, com cores fortes e contrastantes para melhorar a visualização. O posicionamento do aluno na sala de aula deve ser adequado de modo que lhe possibilite ouvir o professor.

Para a inclusão de pessoas com deficiência visual é necessária a sensibilidade de educadores para perceberem que uma forma de leitura do mundo desses alunos é a

partir do tato, pois a aprendizagem pelo aluno cego demanda adaptações. Assim, torna-se necessária a presença de material concreto e palpável para a formação da imagem tátil que construirá sua representação mental, tornando o aprendizado significativo (CARDINALI; FERREIRA, 2010).

Silveira (2010) afirma que uma utilização eficaz de tais recursos não é tão simples, pois os professores precisam adquirir competências para construir a aprendizagem desses estudantes com deficiência visual, garantindo-lhes a acessibilidade das mesmas oportunidades de aprendizagem que os demais alunos.

#### **2.2.4 Desenho universal para aprendizagem e usabilidade**

Bersch (2013) define a tecnologia assistiva como um instrumental para identificar recursos e serviços que contribuam para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais, com independência e inclusão, às pessoas com deficiência.

O termo *Assistive Technology* foi criado oficialmente em 1988 como importante elemento jurídico dentro da legislação norte-americana, conhecida como *Public Law 100-407*, que compõe, com outras leis, o ADA - *American with Disabilities Act*.

Esse conjunto de leis, que regula os direitos dos cidadãos com deficiência nos Estados Unidos, também provê a base legal dos fundos públicos para compra de recursos dos quais os deficientes necessitam. Houve a necessidade de regulamentação legal desse tipo de tecnologia, a TA, e, a partir dessa definição e do suporte legal, a população norte-americana, de pessoas com deficiência, passou a ter o benefício de serviços especializados pelo governo e o acesso a todos os recursos de que necessita e que favoreça-lhe uma vida mais independente, produtiva e incluída no contexto social geral (BERSCH, 2005).

A legislação norte-americana estabelece os critérios e bases legais que regulamentam a concessão de verbas públicas e subsídios para a aquisição de Dispositivos de Tecnologia Assistida (DTA), definidos como “todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob medida, utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência”. Já os serviços são “aqueles que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar ou usar os recursos acima definidos” (BERSCH,

2005).

Baseados nos critérios do ADA, Cook, Polgar e Hussey (1995) definem TA como um conjunto de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas funcionais encontrados pelos indivíduos com deficiência.

Desse modo, essa maneira de conceber TA, inclui, também, os processos, estratégias e metodologias a ela relacionados, como se pode observar na legislação norte-americana, quando a *Public Law* 108-364 descreve o que deve se entender por Serviços de TA (PUBLIC LAW 108-364, 2004):

- A avaliação das necessidades de uma TA pelo indivíduo com uma deficiência, incluindo uma avaliação funcional do impacto da provisão de uma TA e de serviços apropriados para o indivíduo no seu contexto comum;
- Um serviço que consiste na compra, leasing ou de outra forma que provê a aquisição de recursos de TA para pessoas com deficiências;
- Um serviço que consiste na seleção, desenvolvimento, experimentação, customização, adaptação, aplicação, manutenção, reparo, substituição ou doação de recursos de TA;
- Coordenação e uso das terapias necessárias, intervenções e serviços associados com educação, planos e programas de reabilitação;
- Treinamento ou assistência técnica para um indivíduo com uma deficiência ou, aos membros da família, cuidadores, responsáveis ou representantes autorizados de tal indivíduo;
- Treinamento ou assistência técnica para profissionais (incluindo indivíduos que proporcionam serviços de educação e reabilitação assim como entidades que fabricam ou vendem recursos de TA), empregadores e serviços provedores de emprego e treinamento;
- Um serviço que consiste na expansão da disponibilidade de acesso à tecnologia, incluindo tecnologia eletrônica e de informação para indivíduos com deficiências.

No Brasil, o processo de apropriação e sistematização do conceito e classificação de Tecnologia Assistiva é ainda recente. A expressão “Tecnologia Assistiva” com frequência é utilizada, na língua portuguesa, ao lado das expressões “Ajudas Técnicas” e “Tecnologia de Apoio”, na maioria das vezes como sinônimos; em outras, mostrando as diferenças no sentido de cada uma delas. Mesmo na Europa,

encontramos essa diferenciação. Parece ser esse o caso do conceito de “*Tecnologia de Apoio*” apresentado pelo CEAPAT – “*Centro Estatal de Autonomia Personal y Ayudas Técnicas*” - do Ministério do Trabalho e Assuntos Sociais da Espanha, instituição componente da “*Red Europea de Informacion en Tecnologia de Apoyo*”, EASTIN, anteriormente mencionada. (GALVÃO et al., 2009).

Desta maneira, esse conceito apresenta a expressão “Tecnologia de Apoio” como relativa a uma realidade, a um universo mais amplo, “do qual possam derivar-se as Ajudas Técnicas”, que são definidas pelo CEAPAT remetendo para algo muito semelhante ao conceito de Ajudas Técnicas proposto pela Norma Internacional ISO 9999, que está voltado para os produtos e não para os serviços, como acontece já nos Estados Unidos que estabelecem uma diferenciação entre os conceitos de Tecnologia de Apoio e Ajudas Técnicas.

Nesse contexto, a Tecnologia Assistiva (TA), que diz respeito à pesquisa, fabricação, uso de equipamentos, recursos ou às estratégias utilizadas para potencializar as habilidades funcionais das pessoas com deficiência, pode facilitar atividades cotidianas para pessoas com deficiência, pessoas idosas ou com alguma limitação, potencializando suas capacidades funcionais, e conferindo-lhes, assim, autonomia, independência e igualdade na execução de atividades e na manipulação de equipamentos (AGNOL et al., 2015).

Pensando no papel essencial dos recursos didáticos para melhorar o aprendizado das pessoas com deficiência visual, os pressupostos teóricos de Desenho Universal para Aprendizagem podem ser aplicados, maximizando as oportunidades de aprendizagem a todos os estudantes (ROSE; MEYER, 2002). Esses serão brevemente explanados no próximo subtópico.

### **2.2.5 Desenho universal para aprendizagem e usabilidade**

Nunes e Madureira (2015) definem o conceito de Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) como um conjunto de princípios e estratégias relacionado ao desenvolvimento curricular que procura reduzir as barreiras do ensino e da aprendizagem de todos os alunos. De forma mais específica, Cast (2014) afirma que tais princípios e estratégias permitem ao docente definir objetivos de ensino e criar materiais e formas de avaliação que se adaptem a todos os alunos, incluindo os que apresentam algum tipo de deficiência, de modo a que todos possam aprender na via

comum de educação. No Brasil, existem leis de acessibilidade que são regulamentadas pelo Decreto nº 5.296 de 2004, o qual apresenta o desenho universal como:

A concepção de espaços, artefatos e produtos que visam a atender simultaneamente todas as pessoas com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade (BRASIL, 2004).

Para Raposo e Mól (2010), a elaboração de recursos a serem utilizados em salas de aulas, com estudantes com deficiências visuais, pode favorecer um processo inclusivo em que todos – com e sem deficiência visual – aprendem e participam. O Quadro 5 apresenta os princípios do desenho universal propostos por Cambiaghi (2007).

**Quadro 5 - Princípios do desenho universal para elaboração de material didático**

<b>Princípios</b>	<b>Evidências</b>
1. Uso equitativo (Ser útil a pessoas com diversas capacidades)	Inclusivo, adaptável, pode ser utilizado por qualquer grupo;
2. Flexibilidade de uso (Adaptável)	Pode ser usado por destros e canhotos; Engloba uma gama extensa de preferências e capacidades individuais;
3. Uso simples e intuitivo (Fácil entendimento)	Fácil de compreender, independentemente da experiência do utilizador, dos seus conhecimentos, aptidões linguísticas ou nível de concentração;
4. Informação perceptível (Fácil comunicação com estrangeiros, pessoas com deficiência visual etc.)	Desenho, escrita em Braile; Fornece eficazmente ao utilizador a informação necessária, quaisquer que sejam as condições ambientais/físicas existentes ou as capacidades sensoriais do utilizador;
5. Tolerância ao erro (Seguro)	Material leve, flexível e seguro; Minimiza riscos e consequências negativas decorrentes de ações acidentais ou involuntárias;
6. Mínimo esforço físico (Menor fadiga)	Material leve; Pode ser utilizado de forma eficaz e confortável com um mínimo de fadiga;
7. Dimensionamento de espaços para acesso e uso de todos os usuários (Uso abrangente)	Espaço e dimensão adequados para a abordagem, manuseamento e utilização, independentemente da estatura, mobilidade ou postura do utilizador.

Fonte: Adaptado de Cambiaghi (2007)

Em complementariedade ao apresentado pelo Quadro 5, pode-se agregar o conceito de usabilidade. A *International Organization for Standardization* (ISO) define usabilidade como “a eficácia, eficiência e satisfação com que usuários específicos podem alcançar objetivos específicos em ambientes particulares” (JORDAN, 1998, p. 25). No início do século XXI, devido ao mercado competitivo, os aspectos de usabilidade, desempenho e segurança dos produtos são os itens mais importantes no desenvolvimento de projetos, pois, a cada dia há mais exigências com normas e inovações tecnológicas (PASCHOARELLI; SILVA, 2006).

O histórico dos estudos ergonômicos demonstra o recente interesse da área acadêmica pela temática. Foi depois da popularização do uso de computadores pessoais na década de 80 e, posteriormente, com o surgimento da Internet que pesquisadores começaram a dar importância ao processo de interação que ocorre entre o homem e a máquina (computadores/interfaces), sempre motivados pelos objetivos ergonômicos voltados para o mundo do trabalho, não necessariamente ao educacional (BOUCHER, 2007).

Em 1991, foi fundada a *Usability Professionals Association* (UPA) que busca fazer a propagação, o compartilhamento e a criação de novos modelos de desenvolvimento de produtos mais ergonômicos. Por isso, a usabilidade foi definida como “um conjunto de atributos de *software* relacionado ao esforço necessário para o seu uso e para o julgamento individual de tal uso por determinado conjunto de usuários” (DIAS, 2006, p. 27). Observa-se que a ênfase da definição situa a usabilidade bem na área da Tecnologia da Informação e da Interação Homem- Computador.

A usabilidade pode ser definida pela qualidade que se tem no uso de programas e aplicações. Ela não é uma característica de um sistema, mas depende de um acordo entre as características da sua área de interação e as de seus usuários ao buscarem determinados objetivos em situações de uso (CYBIS, 2007).

Para Boucher (2007), essa interação pode ser considerada como usabilidade quando o usuário pode trabalhar de maneira eficaz, eficiente e satisfatória, procurando atingir os objetivos propostos em determinada circunstância. O autor ainda afirma que uma das missões da usabilidade é otimizar o processo de navegação em um editor de texto ou paralelamente no processo de uso de um material didático. A forma como um aluno aborda um material didático varia de acordo com o contexto e o tempo, assim, desenvolver produtos que propiciem um uso eficaz é uma tarefa constante.

A não usabilidade de um sistema pode engendrar alguns problemas como o

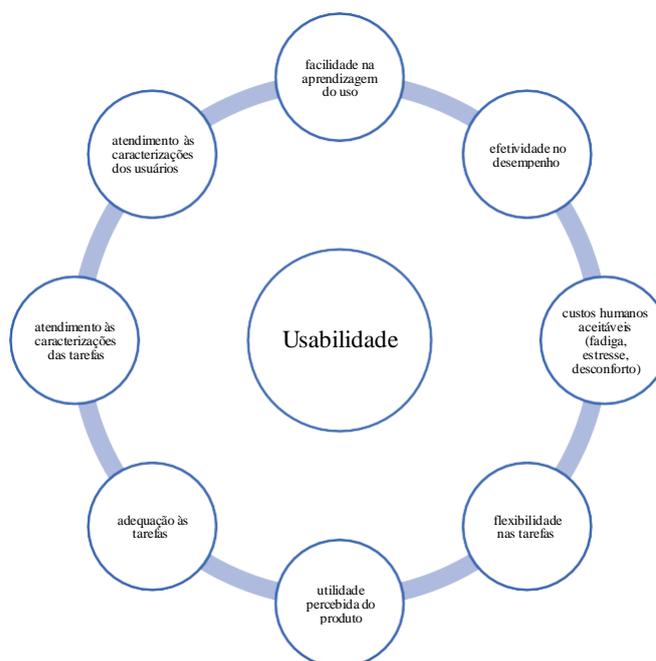
desperdício do tempo do usuário, bem como a sua frustração por não atingir seus objetivos (NORMAN, 2013).

A norma NBR ISO 9241:10 descreve os sete princípios ergonômicos que devem guiar o desenvolvimento de uma interface visando à usabilidade (CYBIS, 2007, p. 25). São eles: a adaptação à tarefa, autodescrição (*feedback*), controle ao usuário, conformidade às expectativas do usuário, tolerância aos erros e facilidade de individualização e de aprendizagem.

Tais princípios apresentam diferentes normas e orientações para a criação de interfaces que busquem a aplicação de conceitos ergonômicos visando à usabilidade e facilitando, assim, a realização de tarefas e atividades.

A usabilidade, segundo Paschoarelli (2006), pode ser especificada por um fragmento do desenvolvimento do projeto do produto, no qual a aplicação do conhecimento ergonômico no projeto de dispositivos tecnológicos, procura obter produtos e sistemas seguros, efetivos e aceitáveis com conforto e eficiência. A teoria é embasada na inter-relação entre usabilidade, ergonomia e *design*, todavia, o mais importante é a compreensão da interação entre todos os aspectos humanos e os mais variados e distintos dispositivos tecnológicos.

Stanton e Barber (1996) definem o escopo e o conceito de usabilidade conforme mostra a Figura 9.

**Figura 9** - Escopo e conceito de usabilidade

Fonte: Adaptado de Stanton e Barber (1996)

Em 1999, surgiu, nos Estados Unidos, o conceito *Universal Designer Learning* (UDL), aqui traduzido como Desenho Universal para Aprendizagem (DUA). O DUA foi desenvolvido por David Rose, Anne Meyer e por outros pesquisadores do Center for *Applied Special Technology* (CAST, 2013) e apoiado pelo Departamento de Educação dos Estados Unidos e consiste na elaboração de estratégias para acessibilidade facilitada para todos, tanto em termos físicos quanto em termos de serviços, produtos e soluções educacionais para que todos possam aprender sem barreiras (CAST, 2013).

O incentivo para o seu surgimento aconteceu na projeção de edifícios e espaços públicos pela arquitetura fundamentada no conceito do Design Universal a fim de que todos pudessem ter acesso (NELSON, 2014).

Com a meta “acessibilidade para todos”, independentemente das suas condições ou impedimentos, surgiu a ideia de integração desse conceito aos processos de ensino e aprendizagem, baseando-se num ensino pensado para atender às necessidades variadas dos alunos, pois além das barreiras físicas, também existem as pedagógicas (SIMONELLI; CAMAROTTO, 2011).

Por isso, não se trata de seguir uma preferência pedagógica ou um modelo de ensino, mas, sim, de enfatizar a necessidade de serem repensadas as práticas

educacionais, devido às transformações da nossa realidade educativa que, infelizmente, é caracterizada por um currículo padronizado, engessado e arbitrário, denominado de currículo de “tamanho único” por Rose e Meyer (2002).

Com o DUA, ao invés de se pensar numa adaptação específica para um aluno em particular, em determinada atividade, pensa-se em formas diferenciadas de ensinar a grade de ensino para todos os estudantes (ALVES; RIBEIRO; SIMÕES, 2013).

Durante a elaboração de materiais concretos para o aprendizado de conteúdos matemáticos adaptados para um aluno deficiente visual, por exemplo, têm-se em mente os alunos-alvo da turma, mas, na perspectiva do DUA, o mesmo material pode ser utilizado por todos os alunos, podendo beneficiar outros estudantes no ensino do conteúdo (ZERBATO e MENDES, 2018).

### 2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO DE LITERATURA

Os trabalhos utilizados como fundamentação teórica desta pesquisa tornaram possível a formalização do contexto acadêmico relacionado ao tema, além de permitirem inferir que existe uma lacuna para o tema da confecção de materiais didáticos para pessoas com deficiência visual. Essas informações viabilizaram a fase da metodologia da pesquisa que será apresentada a seguir.

### 3. METODOLOGIA

A pesquisa possui uma abordagem qualitativa e utilizou, como método, a pesquisa participante, na qual os pesquisadores constituem relações comunicativas com as pessoas ou grupos relacionados à situação estudada com o objetivo de serem melhor aceitos (SCHÖN, 1997).

Para André (2007), tal metodologia descreve o significado das ações e interações, conforme a ótica dos autores. Embora centrada no pesquisador, ela remete, aos grupos investigados, a tarefa de definir problemas e os envolve nos procedimentos metodológicos, no sentido de auxiliá-los na identificação e na análise de problemas objetivando solucioná-los. A presente pesquisa contou com assinatura de termo de consentimento (APÊNDICE B) e é integrante de um projeto de pesquisa chamado

Vertátil, que procura auxiliar o processo de ensino da base curricular dos ensinos fundamental e médio das seguintes disciplinas: matemática, química, física, biologia, artes e geografia.

O Quadro 6 sistematiza os procedimentos e as respectivas descrições das etapas realizadas durante a pesquisa. Por ser uma pesquisa participante, a autora pôde participar do curso de extensão, além de entrevistas, visitas exploratórias, pesquisas para elaboração do protocolo e entrevistas com todos os usuários para validação.

**Quadro 6 - Etapas da pesquisa**

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>
Revisão teórica	Pesquisas sobre os temas ligados à pesquisa na literatura, normas e legislações;
Levantamento das características desejáveis para elaboração do material didático	Entrevistas não estruturadas com professores do Ensino Médio e com o supervisor da diretoria estadual e do município; Curso de extensão (um especialista de cada disciplina levou a grade de ensino e os desafios que enfrentam na sala de aula), visando ao nivelamento e à integração entre projetistas e usuários; compilação do conteúdo das grades de ensino e apontamento dos assuntos para os materiais didáticos (para projetistas); A pesquisadora participou como observadora, coletando dados - com caderno - para essa dissertação. Workshop, após a finalização do conteúdo do curso de extensão, foi realizado um Workshop no qual todos os participantes do curso foram divididos por áreas de conhecimentos e afinidades a fim de montarem um projeto de material didático e que, posteriormente, foi apresentado para todos. Dessa forma, todos contribuíram para melhorar o material didático que, depois, os projetistas criaram.
Visitas exploratórias	Visita em escolas para conhecer a infraestrutura das salas comuns e das salas de recursos; Pesquisa documental; Entrevista aberta com professora A;
Elaboração de material 3D	Projeto e impressão do material didático conforme as características desejáveis elencadas pela articulação entre projetistas e usuários;
Validação pedagógica e técnica do material didático confeccionado	Entrevistas com os projetistas e usuários (alunos e professores) para avaliação dos materiais didáticos quanto aos critérios pedagógicos e à usabilidade; Elaboração de um protocolo de avaliação técnica dos protótipos;
Validação final	Análise de acordo com as categorizações.

Fonte: dados da pesquisa

Na primeira etapa, foram realizadas pesquisas em literatura, documentos, normas e legislações. Foram utilizadas quatro bases de dados acadêmicos (*Web of Science, Scopus e Science Direct e Emerald Insight*) e um conjunto de palavras-chave, (*Usability, Education, Visually Impaired, 3D printing, evaluation, assessment, protocol, method, education*), conforme explicitado no capítulo 2.

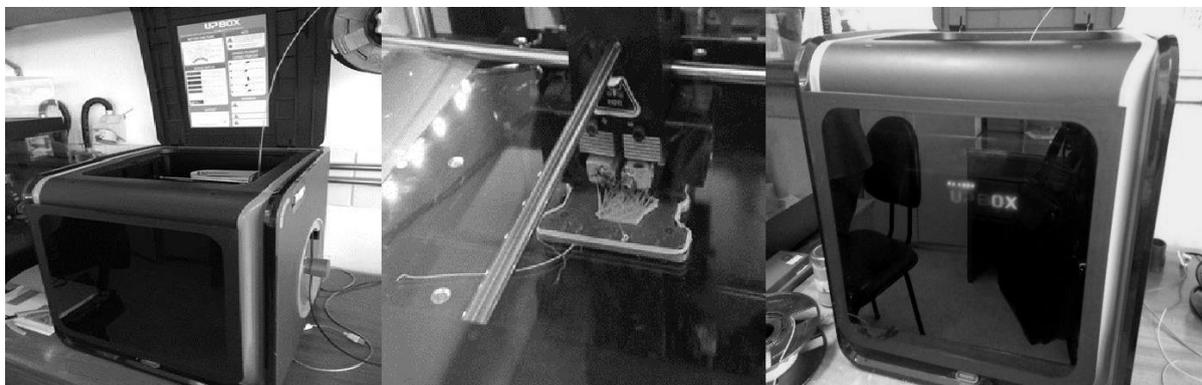
Na segunda, realizou-se um curso de extensão, “Vertátil: Desenvolvimento de recursos didáticos para ensino e aprendizagem de pessoas com deficiência visual” (CNPq 442261/2016-0), do qual a autora participou, coletando dados e integrando-se com toda a equipe de professores, com os alunos e projetistas. O curso teve a duração de 60 horas, distribuídas em 15 semanas, com encontros semanais às quintas à noite.

Na terceira fase, foram feitas duas visitas exploratórias, no segundo semestre de 2017, com a participação da autora nas escolas a fim de conhecer a infraestrutura das salas comuns e das salas de recurso. Na primeira visita, houve uma entrevista aberta com uma professora da sala de recurso. A outra, foi realizada em uma escola estadual com 300 alunos, localizada na parte central da cidade, onde ocorreu a segunda entrevista aberta com uma professora que leciona no período da tarde na sala de recursos - uma sala de reforço para alunos com deficiência visual.

Na quarta etapa, participaram três projetistas, denominados: A, B e C, sendo coordenados pelo primeiro. Todos trabalham no laboratório da Universidade Federal localizada no interior do estado de São Paulo e participaram desde o início da elaboração do projeto, desenharam e produziram os materiais didáticos.

Para a prototipagem (construção) foram utilizadas duas impressoras. Uma é a RAISE 3D N2, com dois cabeçotes de impressão, que possibilita a impressão de objetos em duas cores. Apesar da limitação do tamanho do objeto em uma área de 30cm<sup>2</sup>, ela mostrou-se adequada ao processo que contempla a elaboração do desenho, a escolha do material - no caso o plástico ABS - até a geração de código e a finalização da impressão. Em alguns materiais, impossíveis de serem produzidos na impressora 1, foi usada a UPBOX. Na Figura 10 podem ser visualizadas as impressoras:

**Figura 10** - Impressoras 3D utilizadas no projeto



Fonte: dados da pesquisa

Na quinta etapa, aconteceram as entrevistas de validações pedagógica e técnica do material didático confeccionado conjuntamente. A da validação pedagógica foi realizada por membros da equipe da área da educação e as validações técnicas e os protocolos de avaliação do material didático, pela autora.

Para isso, foi elaborado um roteiro com entrevistas não formais, com base em autores que tratavam sobre validação de materiais didáticos para deficientes visuais. Após tal elaboração, foram realizadas entrevistas com os envolvidos na etapa de validação: professores, alunos e projetistas.

Na sexta e última etapa, os dados foram categorizados de acordo com a revisão de literatura e posterior análise e podem ser apreciados no próximo capítulo.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos em todas as etapas da pesquisa e as discussões com base no referencial citado anteriormente. Seguindo o proposto por Vygotsky (1996), buscou-se criar um ambiente facilitador de interações sociais para que se efetivasse a zona de desenvolvimento proximal. Desta maneira, as próximas seções são apresentadas de acordo com as etapas do projeto: levantamento das características desejáveis, visitas exploratórias, elaboração de material 3D, validações pedagógica e técnica e, por fim, a validação final.

### 4.1 LEVANTAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS

Neste momento, foi possível integrar projetistas e professores, por meio de um *workshop*. Os participantes do curso foram divididos em grupos tendo, como critérios, as áreas de conhecimento e afinidades técnicas, a fim de elaborarem um projeto de material didático a ser apresentado para todos, inclusive para os os alunos no final do curso. Conforme Leontiev (1978), toda atividade humana parte de uma necessidade e é orientada para um objeto.

No curso foram apresentadas as grades de ensino (arte, biologia, matemática, português, geografia, química e física), debatidas algumas dificuldades dos professores para ensinar os alunos com deficiência visual e selecionados os conteúdos para a elaboração do material didático a ser confeccionado.

Essa etapa corroborou com Vygotsky (1997) ao expor as experiências e apropriações dos indivíduos, sendo possível confirmar a importância do material didático, uma vez que esses influenciam, notoriamente, os processos de aprendizagem.

Por meio do levantamento realizado, identificaram-se as características desejáveis, que confirmam as apresentadas por Cerqueira e Ferreira (2000): tamanho, significação tátil, aceitação, estimulação visual, fidelidade, resistência e segurança.

## 4.2 VISITAS EXPLORATÓRIAS

Durante as visitas verificou-se que na sala de recursos há um mapa, dois computadores, uma lupa e um teclado para estimular a aprendizagem musical; porém, a ausência de fonte tornou impossível a utilização do teste de escala opto métrica e da máquina braile, pois 3 estavam sendo utilizadas e 5 encontravam-se paradas. Há, também, uma biblioteca, sendo 80% do seu conteúdo em braile e 20 % dedicados a leitores com baixa visão, além de duas impressoras Braille com somente uma em uso.

A professora mostrou todos os materiais que utiliza, falou sobre sua formação na área de língua portuguesa e do curso que fez para aprender mais sobre deficientes e sobre sua integração. Na conversa afirmou ter dificuldade para ajudar os alunos quando esses aparecem com dúvidas em matemática já que não é a sua formação. Assim, ela tem de fazer pesquisas, fora do seu horário de serviço, em livros, na Internet ou com outros professores. Na entrevista, percebeu-se a falta de integração entre os professores das salas comuns e os da de recurso.

Essas visitas esclareceram o que havia sido discutido por Damasceno e Galvão Filho (2002): a neutralização de barreiras, ao se desenvolverem recursos de acessibilidade, enriquece a aprendizagem, tornando-se necessário escolher as estratégias mais adequadas para que o aluno possa se apropriar do aprendizado.

## 4.3 ELABORAÇÃO DE MATERIAL 3D

De acordo com Cezário e Pagliuca (2007), os materiais didáticos, para deficientes visuais ou com visão subnormal, devem possuir características específicas as quais foram levantadas na etapa anterior.

Os protótipos de materiais didáticos, para pessoas com deficiência visual, confeccionados durante o projeto de pesquisa Vertátil, estão apresentados no Quadro 7.

**Quadro 7 - Apresentação dos protótipos**

	Protótipo 1 (Escultura 'Vênus' de Willendorf)	Escultura de plástico em escala 1:1 com 11cm de altura, impressa a partir de um arquivo disponível na internet de museu europeu.
	Protótipo 2 (Escultura 'Três Sombras' de Auguste Rodin)	Escultura de plástico em escala reduzida impressa a partir de um arquivo disponível na internet de museu francês.
	Protótipo 3 (Representação do quadro 'Abaporu' de Tarsila do Amaral)	Quebra cabeça tridimensional de plástico, impresso a partir de projeto novo constituído de peças diferenciadas por cores.
	Protótipo 4 (Representação de cadeia alimentar)	Esquema de peças, articulações e encaixes de plástico em escala reduzida representando a cadeia alimentar em cima de uma base de madeira perfurada com textos em braile.
	Protótipo 5 (Representação de um neurônio)	Representação de plástico de um neurônio, impresso a partir de um novo projeto adaptado de arquivos encontrados na internet com textos em braile.
	Protótipo 6 (Representação de gráfico)	Esquema de peças de imã, articulações e encaixes possibilitando a representação em uma prancheta e gravação manual do resultado de um gráfico em folha de sulfite.

Fonte: elaboração própria

Tais materiais foram construídos a partir das características desejáveis levantadas e validados por alguns alunos e professores ao longo de suas diferentes versões. Vygotsky (2001) associou os materiais didáticos à TAHC e, realmente, foi constatado que os materiais didáticos são criados ou adaptados a fim de atingirem um objetivo.

#### 4.4 VALIDAÇÕES PEDAGÓGICA E TÉCNICA DO MATERIAL DIDÁTICO

O protocolo de validação coletou as percepções das três perspectivas que compõem a concepção e uso de um material didático: projetistas, professores e alunos. Isso porque a percepção, de acordo com Preece et al. (2005), é como a informação

adquirida do ambiente, pelos diferentes órgãos sensitivos, é transformada em experiências.

Os discursos foram comparados a fim de identificarem-se as semelhanças e diferenças para elaborar um agrupamento em um nível mais geral (BOGDAN; BIKLEN, 2007). A previsão inicial era a realização de 29 entrevistas, mas obtiveram-se 12 no total. O quadro 8 identifica as entrevistas realizadas.

**Quadro 8** - Entrevistas realizadas

<b>Atores</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Identificação</b>
Projetistas	3	Projetista A: Coordenador do projeto, Eng. produção Projetista B: Engenheiro mecânico Projetista C: Automação em eletrônica
Professores	4	Professor A: Mulher, geografia Professor B: Mulher, matemática Professor C: Homem, biologia Professor D: Mulher, artes
Alunos	5	Aluno A: Homem, baixa visão Aluno B: Homem, cegueira Aluno C: Mulher, cegueira Aluno D: Homem, cegueira Aluno E: Mulher, cegueira

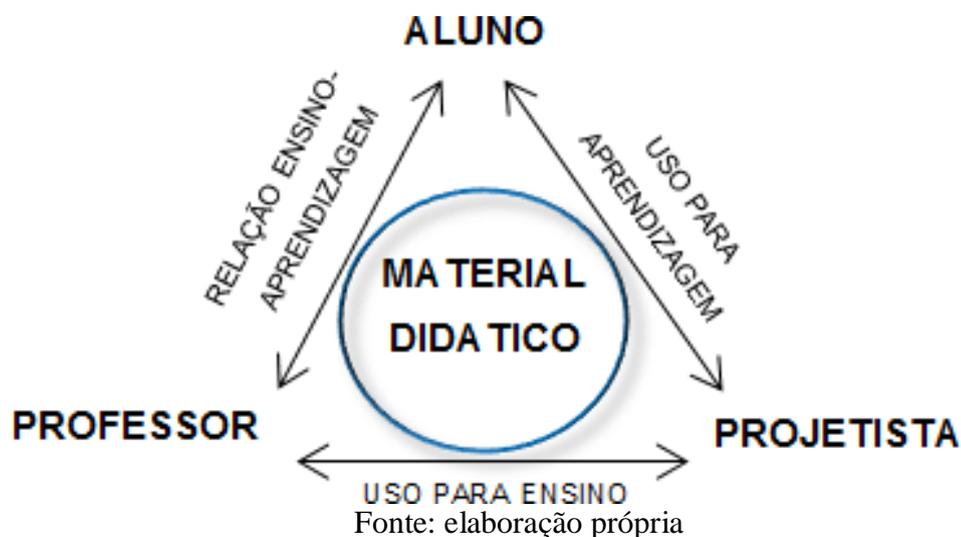
Fonte: dados da pesquisa

Conforme Cerqueira e Ferreira (2000), os protótipos a serem validados, nesta pesquisa, podem ser classificados como pedagógicos, obtidos por confecção, pois não foram selecionados nem adaptados a partir dos recursos já existentes. O foco apresentado está explicitado na validação técnica relacionada às questões de projeto e no uso pela perspectiva da Ergonomia.

Para Béguin (2016), os objetos materializam um modelo preconcebido de conteúdo e uso, portanto, sua avaliação é fundamental para aprimorá-los e para validar os conceitos neles incorporados à luz da percepção de quem os utiliza.

Procurou-se, também, evidenciar o papel fundamental da integração, de acordo com Béguin (2016). Dessa maneira, todos os roteiros elaborados possuem uma parte inicial que caracterizou o perfil do respondente. Foram três tipos de roteiros de entrevistas aplicados para cada grupo envolvido nesse processo de confecção e uso, conforme a Figura 11.

**Figura 11** - Relação do material didático entre concepção e uso



No roteiro direcionado aos projetistas, foram feitas questões gerais a respeito do planejamento e execução do processo de projeto, bem como sobre a descrição dos materiais a serem avaliados (QUADRO 9).

A partir dessas inquirições gerais, o roteiro foi dividido em quatro grupos de perguntas: seleção dos conteúdos, elaboração dos desenhos, confecção dos protótipos e avaliação em uso e difusão. A transcrição das entrevistas dos projetistas é apresentada no APÊNDICE C.

**Quadro 9 - Roteiro de entrevista aplicado aos projetistas (3 sujeitos)****Área em que atua/formação:****Cargo:****Tempo no cargo atual:****Geral**

1. Como você descreveria as principais etapas de projeto?

2. Todos os protótipos seguiram as mesmas etapas?

3. Quantos projetistas fizeram parte do projeto? Há especializações entre eles? Quem fez o quê?

4. Qual o local em que os projetistas ficavam (laboratório, Universidade)?

5. Descreva cada um dos protótipos.

**i. Seleção dos conteúdos**

6. Como foi montada a equipe de trabalho? E com quantos componentes?

7. Onde está alocada a coordenação da pesquisa?

8. Quais as áreas atendidas por esse grupo de trabalho?

9. Qual a estratégia adotada pelo grupo para o desenvolvimento da pesquisa (aproximação dos pesquisadores com as escolas e alunos com deficiência)?

10. Quais os resultados obtidos a partir do curso de extensão?

11. Como foram selecionadas as disciplinas a serem trabalhadas nos protótipos?

12. Como foi selecionado o conteúdo pedagógico a ser trabalhado nos protótipos?

13. Como foi feito o levantamento da fundamentação teórica que embasou os protótipos?

14. Como foi feito o levantamento técnico que embasou os protótipos?

15. Qual a estrutura demandada para esta fase?

**ii. Elaboração dos desenhos**

16. Como foi o processo de concepção das ideias para os protótipos? Houve debates entre os projetistas para a discussão/seleção dos conceitos a serem utilizados?

17. Como foi o alinhamento entre o conteúdo selecionado e as variáveis de projeto?

18. Foram feitos esboços em papel e programas CAD?

19. Como foi a passagem entre o processo mental de concepção (ideias) e a opção gráfica (formas)?

20. Foram feitas validações do projeto com os usuários antes da impressão 3D?

21. Se sim, para os usuários alunos ou professores?

22. Quais os equipamentos e/ou estruturas demandados para esta fase?

**iii. Confecção dos protótipos**

23. Quais foram os materiais utilizados e como foram feitas essas escolhas?

24. A impressão 3D foi feita no momento final de concepção ou foi utilizada para teste de funcionalidade de componentes?

---

25. Como foram feitos os testes de funcionalidade?

---

26. Foram feitas as validações com os alunos e professores?

---

27. Foram utilizados padrões já existentes para a reprodução de formas ou conteúdo?

---

28. Quais os equipamentos e/ou estruturas demandados para esta fase?

---

#### **iv. Avaliação em uso e difusão**

29. Quais as formas previstas de avaliação da pesquisa?

---

30. Quais as formas previstas para a difusão dos resultados obtidos na pesquisa?

---

31. Existe intenção de produzir esses materiais didáticos em larga escala?

---

Fonte: elaboração própria baseada em Cerqueira e Ferreira (2000)

O roteiro direcionado aos professores (QUADRO 10) iniciou-se com questões gerais relacionadas ao processo de ensino e aprendizagem e ao processo de projeto do material didático.

Depois, ele foi dividido nos mesmos grupos do roteiro dos projetistas (seleção dos conteúdos, elaboração dos desenhos, confecção dos protótipos e avaliação em uso e difusão), porém, apresentando outras perguntas.

A transcrição das entrevistas dos professores é apresentada no APÊNDICE D.

**Quadro 10 - Roteiro de entrevista aplicado aos professores (4 sujeitos)**

**Área em que atua/formação:**

**Cargo:**

**Tempo no cargo atual e tempo no ensino:**

**Geral**

1. Como você descreveria as principais etapas do projeto de pesquisa de confecção do material didático?

2. Quais eram as suas expectativas nesse projeto? Elas se concretizaram?

3. Na sua opinião qual é a função de um material didático?

4. Você participou da seleção de conteúdo ou desenvolvimento de todos os protótipos? Se não, de quais?

5. Você acha que esse material poderia ser utilizado na sala de aula ou na sala de recursos?

6. Você acha que se esse material for usado em sala de aula poderia ser usado por todos os alunos?

7. Descreva cada um dos protótipos confeccionados.

**i. Seleção dos conteúdos**

8. Você participou do curso de extensão? Quais os resultados obtidos a partir do curso para o projeto?

9. Como foram selecionadas as disciplinas a serem trabalhadas nos protótipos? Como aconteceu a seleção dos conteúdos pedagógicos a serem trabalhados em cada protótipo?

10. Você ficou responsável por formatar algum desse conteúdo? Se sim, qual?

11. Como foram selecionadas as crianças (amostra) para teste dos protótipos?

12. Foram feitas validações dos conteúdos pedagógicos antes da confecção dos protótipos?

13. Como eram ensinados esses conteúdos antes da confecção dos protótipos? Já existiam outros materiais? Quais?

**ii. Elaboração dos desenhos**

14. Houve validação dos desenhos antes dos protótipos serem produzidos? (por meio de esboços em papel ou desenhos CAD). Se sim, com professores ou alunos?

15. Como foi a passagem entre o processo mental de concepção (ideias) e a opção gráfica (formas)?

**iii. Confecção dos protótipos**

16. Do que você mais gostou nos protótipos confeccionados?

17. Do que você menos gostou nos protótipos confeccionados? E como você melhoraria esse problema?

18. O que você achou dos materiais utilizados na confecção dos protótipos?

19. Você viu a impressão 3D no momento final ou acompanhou componentes ou subsistemas?

20. Como foram feitos os testes de funcionalidade?

21. Foram feitas validações com os alunos e professores em termos de eficiência pedagógica?

**iv. Avaliação em uso e difusão**

22. Na sua opinião como a reprodução desse material poderia ser realizada?

Fonte: elaboração própria baseada em Cerqueira e Ferreira (2000)

O roteiro direcionado aos alunos (QUADRO 11), também se inicia com questões gerais relacionadas ao material didático e depois são apresentadas questões estruturadas conforme os critérios propostos por Cerqueira e Ferreira (2000). Esses grupos foram: tamanho, significação tátil, aceitação, estimulação visual e sonora, fidelidade, resistência e segurança. A transcrição das entrevistas dos alunos é apresentada no APÊNDICE E.

**Quadro 11** - Roteiro de entrevista aplicado aos alunos (5 sujeitos)

<b>(As perguntas são para cada material didático)</b>		
<b>Idade/escolaridade:</b>	<b>sexo: ( ) masculino ou ( ) feminino</b>	
<b>Tipo de visão (..) cego ou ( ) subnormal</b>		
<b>Geral</b>		
1. Você já havia aprendido os conceitos trabalhados com este material didático?		
2. Se sim, como era o outro material que você usou?		
3. Você consegue comparar este material com o anterior? Que nota você daria de 0 a 10 para o anterior e que nota daria para o atual?		
4. Do que você mais gostou nesse material?	Foto do material didático	
5. O que você mudaria nesse material?		
<b>i. Tamanho</b>		
6. O que você acha do tamanho do material?		
7. Você acha o material pesado ou leve?		
8. Você consegue perceber os detalhes dos componentes?		
9. Você consegue achar os detalhes com facilidade?		
10. Você consegue entender o material como um todo?		
<b>ii. Significação tátil</b>		
11. Você acha que o material tem um relevo perceptível?		
12. O material tem diferentes texturas (liso/áspero ou fino/espesso) nas diferentes partes?		
13. Você consegue perceber os materiais utilizados para a confecção do objeto?		
14. Você lê braille? Se sim, o texto impresso está legível?		
<b>iii. Aceitação</b>		
15. O material machuca ou te desagrada ao toque?		
16. Você acha que esse material poderia ser utilizado na sala de aula ou na sala de recursos?		
17. Você acha que se esse material for usado em sala de aula poderia ser usado por todos os alunos?		
<b>iv. Estimulação visual e sonora</b>		
18. O material tem cores contrastantes?		

---

19. O material faz som ou vibra? Se sim, isso contribui na manipulação do objeto?

**v. Fidelidade**

20. Você acha que o material é parecido com o modelo ao qual ele se refere?

**vi. Facilidade de manuseio**

21. Você acha o material simples e fácil de usar?

**vii. Resistência**

22. Você acha que o material é frágil e pode quebrar enquanto você estiver usando?

**viii. Segurança**

23. Você sente algum medo durante o uso do material?

---

Fonte: elaboração própria baseada em Cerqueira e Ferreira (2000)

#### 4.5 VALIDAÇÃO FINAL DO MATERIAL DIDÁTICO CONFECCIONADO

Para análise dos dados pertinentes ao estudo, recorreu-se à técnica da categorização de dados após a transcrição das entrevistas. As categorias foram: projeto, uso e ensino e aprendizagem. Para a avaliação dos protótipos utilizou-se a norma ISO 9241:10 e princípios ergonômicos para guiar o desenvolvimento de uma interface visando à usabilidade (CYBIS, 2007, p.25). Desta maneira, os dados foram codificados em três categorias: projeto, uso e ensino/aprendizagem, conforme apresentados a seguir.

##### 4.5.1 Projeto

Os recursos didáticos assumem muita importância para os estudantes com deficiência visual, conforme abordado anteriormente por Cerqueira e Ferreira (2000). Isso porque tais estudantes necessitam de contato tátil e da interação com materiais diferenciados que permitam sua participação nas atividades, culminando em sua aprendizagem. Por isso, o processo de projeto contou com três projetistas de diferentes formações: um graduado em engenharia mecânica, outro em engenharia de produção e o terceiro graduado na área de automação em eletrônica. Os três trabalham em uma Universidade pública e atuam em um mesmo laboratório de um curso de engenharia. No início do projeto, houve a participação de um bolsista, aluno de graduação de engenharia de produção.

Segundo Raposo e Mól (2010), a elaboração de recursos a serem utilizados em salas de aulas com estudantes com deficiências visuais pode favorecer um processo inclusivo em que todos – com e sem deficiência visual – aprendem e dele participam. Por isso, a confecção dos materiais didáticos exigiu competências específicas para elaborar o projeto do produto a partir das demandas: desenhar em ambiente CAD e imprimir em impressoras 3D. As competências necessárias para elaboração dos materiais ratificam o que Cerqueira e Ferreira (2000) demonstraram: os recursos didáticos devem visar ao auxílio da aprendizagem mais eficiente, reconhecendo o processo de ensino-aprendizagem utilizado.

De acordo com os relatos obtidos nas entrevistas dos projetistas, as principais etapas realizadas no projeto e na confecção dos protótipos podem ser assim descritas:

- Conversa com os usuários: identificação da demanda por meio de docente e estudante;
- Desenvolvimento do primeiro protótipo: atendimento dos conteúdos escolares nos recursos;
- Envio para usuários: validação de versões iniciais do protótipo;
- Recebimento de *feedback*: devolutiva dos usuários;
- Aperfeiçoamento do protótipo: avaliação/adequação da usabilidade técnica.

Os projetistas diferenciaram os usuários em dois grupos interdependentes: intermediário (professor) e final (aluno). Eles reafirmaram a importância da integração deles com os usuários, ressaltando as muitas idas e vindas de etapas durante o processo, conforme as seguintes verbalizações:

*“Basicamente para o desenvolvimento foi fundamental conversar com os usuários, perceber quais são as demandas [...] desenvolver o primeiro protótipo, mandar para o professor e para os usuários finais, receber devolutiva e aperfeiçoá-lo. Enviar novamente para uso em sala de aula, capacitar os docentes”.*

Projetista A

*“[...] desenvolvimento dos protocolos e avaliação, tanto técnica (usabilidade) como pedagógica, usabilidade técnica no âmbito pedagógico (contribuição para aprendizagem) ”.*

Projetista B

*“As principais etapas do projeto foram: o levantamento da demanda dos alunos, geração de alternativas projetuais, ideias, depois parcerias para elaboração de desenhos [...] impressão 3D para materializar as alternativas, testes com professores, coordenadores de área, depois algum tipo de alteração, monitoramento, alteração de desenho, impressão novamente, teste em sala de aula e de novo é um processo cíclico, volta das sugestões de ações, ajustes, redesenho e depois nova impressão”.*

Projetista C

Os excertos afirmam o proposto por Cast (2014), de que tais princípios e estratégias permitem ao docente definir objetivos de ensino e criar materiais e formas de avaliação que se adaptem a todos os alunos, incluindo os que apresentam algum tipo de deficiência, de modo a que todos possam aprender.

Além disso, atende a justificativa de integração de Naranjo, Martin e Gomez (2000) por provar que a efetividade da integração é um meio imprescindível para eficácia no ensino.

Outro fator que se extrai dos excertos é a necessidade de sensibilidade no desenvolvimento de material didático para que se possa construir sua representação mental, tornando o aprendizado significativo, concordando com Cardinali e Ferreira (2010).

Um dos discursos apontou que o curso de extensão foi utilizado como uma das dinâmicas de interação entre projetistas e usuários. Segundo os projetistas, o curso serviu como disparador de ideias a partir de versões iniciais dos recursos por parte deles, conforme indica o trecho a seguir:

*“Bom a gente sempre procurou antecipar o material para o curso. O curso vai abordar o tema de física, a gente sempre procurou levantar material que eles aprenderiam para levar como sugestão até porque muitos não conheciam uma impressora 3D”.*

Projetista A

*“[...] a gente já levou algum material que poderia ser uma sugestão [...] recursos que poderiam ser utilizados, daí começou-se a discutir os materiais que poderiam ser confeccionados”.*

Projetista B

*“Do curso saíram os parâmetros que a gente poderia seguir nesse ou naquele material”.*

Projetista C

Esse trecho reforça a tese de Silveira (2010) quando ele afirma que uma utilização eficaz de tais recursos não é tão simples, sendo necessário adquirir competências para construir a aprendizagem desses estudantes.

Além disso, pode-se constatar a afirmação de Vygotsky (2001) de que homens criam novas ferramentas ou adaptam as preexistentes para realizar atividades, de modo que as ferramentas medeiam a atividade para atingir o objeto.

Após as dinâmicas de interação e das ideias apresentadas, elas foram exibidas em materiais impressos (protótipo físico) e em outros meios como esboços e desenhos CAD.

*“Esboços feitos em lousa, quadros, em papel para serem discutidos com professores do projeto; programa CAD só depois de a equipe de projeto achar que era uma alternativa viável”.*

Projetista B

Durante essa etapa percebe-se o processo de TAHC, proposto por Vygotsky (1997), no qual os agentes tornam-se colaboradores durante o processo de ensino-aprendizagem.

Com a finalidade de esquematizar esse processo, o Quadro 12 sistematiza as etapas de projeto e confecção dos protótipos de acordo com os relatos apresentados nas entrevistas dos projetistas.

**Quadro 12** - Etapas do protótipo segundo os projetistas

<b>Etapas</b>	<b>Descrição</b>
1. Conversa com os usuários	Identificação da demanda por meio de docente e estudante
2. Desenvolvimento do primeiro protótipo	Atendimento dos conteúdos escolares nos recursos
3. Envio para usuários	Validação de versões iniciais do protótipo
4. Recebimento de <i>feedback</i>	Devolutiva dos usuários
5. Aperfeiçoamento do protótipo	Avaliação/adequação da usabilidade técnica

Fonte: dados da pesquisa

Após as cinco etapas procurou-se identificar como foi o processo de concepção das ideias para a criação do material didático. Percebeu-se que os debates

ocorreram entre os diferentes atores e entre o próprio grupo conforme verbalização a seguir: “Houve debate entre projetista com projetista, projetista com bolsista, projetistas com usuários finais, com todo mundo”. Projetista A

Essa interação comportamental reitera tanto a afirmação de Engeström (2015), de que juntamente com o processo de criação ou adaptação de ferramentas os participantes de uma atividade estabelecem regras a serem seguidas, quanto a de Leontiev (1978) no que diz respeito à importância de serem consideradas as diferentes necessidades dos diferentes participantes. Foram organizadas as verbalizações dos três projetistas e, com isso, tornou-se possível sistematizar as demandas oriundas dos protótipos confeccionados. A Figura 12 apresenta os materiais confeccionados a partir de demandas originadas no curso de extensão.

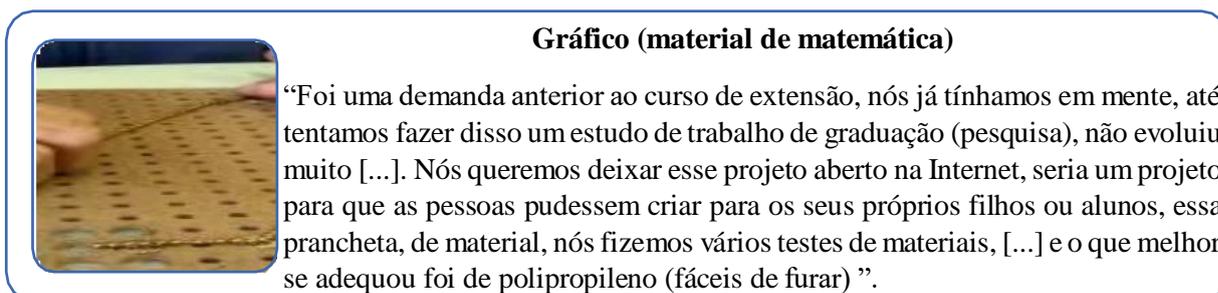
**Figura 12** - Demandas originadas no curso de extensão

	<p style="text-align: center;"><b>Vênus (material de arte)</b></p> <p>“A professora de artes mostrou uma imagem do livro didático que ela usava e nos questionou como ela poderia apresentar essa estatueta de rocha para uma criança que não estaria vendo a figura. Nós achamos o arquivo pronto na Internet com escala um para um de um museu da Europa e imprimimos”.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>A Cadeia Alimentar (material de biologia)</b></p> <p>“Foi desenhada e impressa, trata-se de uma representação de seres da cadeia alimentar”.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Neurônio (material de ciências)</b></p> <p>“Para esta representação existiam alguns arquivos na Internet, porém nenhum projetado para pessoas cegas; então nós fizemos uma adaptação de alguns desenhos: os dendritos, por exemplo, são arquivos de árvores. Além disso, não havia nada em braile, então nós colocamos alguns textos”.</p>
	<p style="text-align: center;"><b>Três Sombras de Rodin (material de arte)</b></p> <p>“Foi disponibilizado por um museu Francês, arquivo pronto em escala reduzida. Esse não estava no livro, mas achamos interessante para poder colaborar com a área de artes”.</p>

Fonte: dados da pesquisa

Além das demandas originadas no curso de extensão, os professores apresentaram uma que já existia anteriormente. Essa necessidade era a de algum material que traduzisse a representação de um gráfico. A Figura 13 apresenta o protótipo confeccionado.

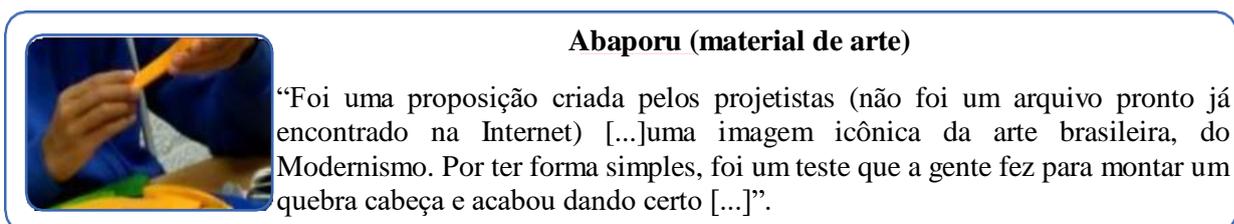
**Figura 13** - Demanda anterior ao curso de extensão



Fonte: dados da pesquisa

Já o último protótipo confeccionado traduz a representação do famoso quadro Abaporu, de Tarsila do Amaral e foi elaborado a partir de demanda proposta pelos próprios projetistas, conforme Figura 14.

**Figura 14** - Demanda proposta pelos projetistas



Fonte: dados da pesquisa

#### 4.5.2 Uso

Os materiais confeccionados foram analisados quanto ao uso, de acordo com Borges (2009), atendendo aos três pré-requisitos para acesso e incorporação da ferramenta: informação sobre a existência; disponibilidade para obtê-la e acesso a ela a partir do lugar onde a pessoa está.

Os resultados revelaram um padrão de uso e não uso de DTA pelos alunos. Uma constatação principal foi a de que, quando possível, a escolha e a decisão do aluno baseavam-se em suas próprias experiências dos benefícios em vez de em suas deficiências em uma situação real. Isso confirma o proposto por Cybis (2007), que a utilização depende de um acordo entre as características da sua área de interação e as de seus usuários ao buscarem determinados objetivos em situações de uso.

As experiências obtidas pelos alunos a partir do desempenho das atividades escolares diárias parecem ser mais influentes do que as informações fornecidas por outras pessoas.

Os principais aspectos que influenciaram a disposição de usar os dispositivos na escola estão de acordo com as características de materiais destinados às pessoas com deficiência visual propostas por Cerqueira e Ferreira (2000) e com o escopo de usabilidade sugerido por Stanton e Barber (1996). Abrangem tópicos como a funcionalidade (que incluiu a facilidade das oportunidades de desempenho, bem como o aumento do conforto e da segurança), a acessibilidade do dispositivo e a prontidão da escola para integrá-lo nas atividades escolares, ou seja, de adaptá-lo à tarefa.

Os resultados mostraram que as experiências e opiniões sobre os dispositivos influenciaram seu uso e até mesmo determinaram se eles eram usados. No entanto, como a primeira parte dos resultados revelou, vários DTAs não foram usados apesar de os alunos dizerem que queriam usá-los. Aqui, um aspecto influente era se o DTA era acessível e integrado às atividades escolares do dia a dia. De acordo com Medeiros et al. (2007), as figuras e ilustrações eram em relevo, legendadas e tinham cores fortes e contrastantes para melhorar a visualização.

Visitas exploratórias e entrevistas confirmaram o proposto por Bersch (2013) que os DTAs acessíveis e integrados às atividades são mais propensos a serem utilizados do que aqueles que não eram. No entanto, essas características, muitas vezes, estavam além da influência dos alunos, pois, identificou-se que os dispositivos não estavam acessíveis dificultando a disponibilidade de uso, conforme Bazon (2012). Esses foram colocados em uma sala separada daquela em que os colegas estavam trabalhando e podia-se notar que os alunos pareciam estar particularmente sensíveis à prontidão dos professores para integrarem os DTAs nas situações de aprendizagem.

Segundo Toledo e Pereira (2007), a criança com deficiência visual consegue obter o conhecimento através da percepção tátil e da audição, de modo que é necessário deixar que ela pegue nos objetos para que possa tocá-los e senti-los, assim como

verificar tamanhos, pesos e formas.

Esse fato comprova que a qualidade do ensino para pessoas com deficiência visual depende, em grande escala, da disponibilidade e da adequada utilização dos materiais didáticos.

Outro problema foi associado à circunstância de haver diferentes salas de aula para diferentes disciplinas porque os alunos não podiam carregar o equipamento na escola. Assim, embora tivessem sido fornecidos, os dispositivos nem sempre estavam disponíveis.

As entrevistas com quatro professores confirmam que os conteúdos dos materiais didáticos foram elaborados essencialmente por eles.

Destaca-se que, ao longo do processo, eles ampliaram seu entendimento sobre o projeto e sobre a impressão 3D, um aprendizado mútuo entre projetistas e usuários conforme a seguinte verbalização:

*“Do conteúdo, fomos nós mesmos que apresentamos todo conteúdo de matemática. A gente participou da ideia. Eu acredito que dê para usar para o aluno de educação especial e para o aluno sem dificuldade nenhuma, seria usado por todos os alunos. O Gráfico (material de matemática) é em forma de uma prancheta, tem as coordenadas em termos de gráfico, eu sugeria colocar os símbolos dos números e o ponto do zero, mudar por uma placa pouco mais fina. Então, as descrições dos protótipos são o gráfico e a trigonometria”.*

Professor A

Raposo e Mól (2010) confirmam a fala do professor A: a elaboração de recursos a serem utilizados em salas de aula favorece um processo inclusivo em que todos – com e sem deficiências visuais – aprendem e participam. A Figura 15 exemplifica o uso em sala de aula de um recurso didático em que a professora auxilia o aluno.

**Figura 15** - Professora auxiliando uso de recurso didático



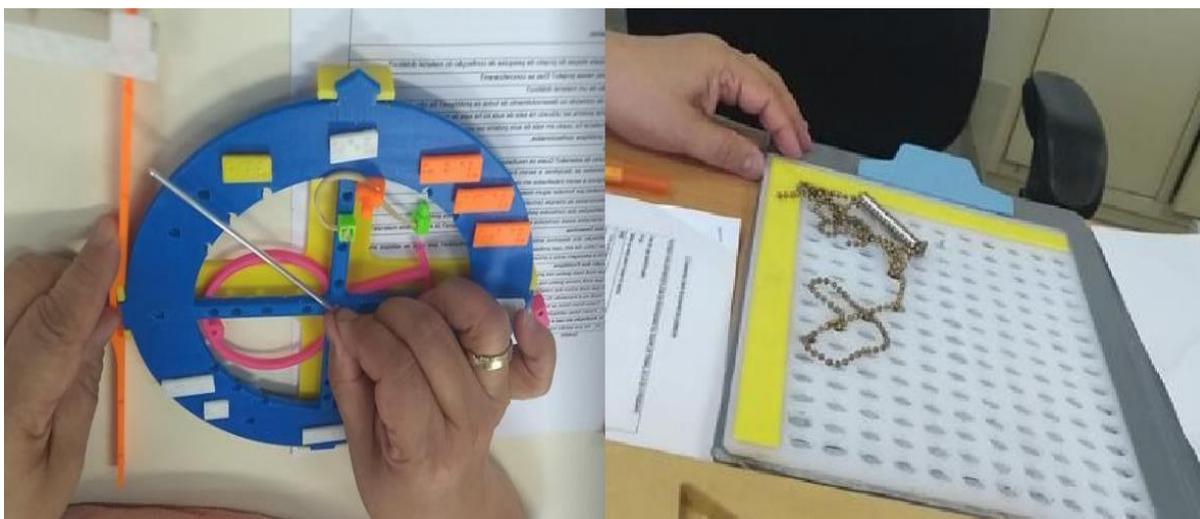
Fonte: dados da pesquisa

Os professores relataram também que a maioria dos materiais demandados pelos alunos são confeccionados pelos professores da sala de recursos. Porém, existem conceitos que precisam de percepção tátil e que não há nenhum material disponível.

Isso corrobora com Favilla et al. (2014), uma vez que a exploração tátil, durante a manipulação de objetos, favorece a integração das diferentes informações sensoriais e motiva a criança à exploração.

A Figura 16 mostra uma professora especialista na área contribuindo para as melhorias do material de matemática, com base em sua experiência em sala de aula.

**Figura 16** - Professora contribuindo para as melhorias do material de matemática



Fonte: dados da pesquisa

Nesse outro trecho, podem-se destacar os debates entre os professores a fim de promoverem a demanda e a importância do curso de extensão como disparador/motivador de novas representações sobre os conteúdos das disciplinas:

*“Eu acho que foi um processo bem interessante, porque os professores vieram, passaram a ideia, aí a gente discutiu sobre o assunto. Estudamos o currículo para ver como a gente poderia desenvolver um trabalho de formação que possibilitasse que os professores pensassem sobre a produção dessas matérias, mas que ao mesmo tempo fosse de forma significativa aos alunos. Como eles podem pensar no material que fosse facilitar esse ensino aos alunos na aula de arte, então foi bem interessante. Durante as reuniões teve essa discussão junto com os professores da disciplina. O curso envolveu várias artes, várias disciplinas. Quando eu expus o material e o currículo de arte pensando como a gente poderia pensar nos materiais, então os professores de física deram ideias, professores de geografia deram ideias, pedagogos, então teve professores do município, do estado, professores que até não conheciam o material. Todos eles contribuíram de uma forma, pensando se isso ou aquilo ia dar certo, então acho que foi um processo bem interessante”.*

Professor B

O discurso acima consolida o pensamento de Agnol (2015) quando diz que a pesquisa, a fabricação, o uso e os recursos utilizados, para potencializar as capacidades funcionais, têm o poder de conferir autonomia e igualdade na execução de atividades.

Pôde-se perceber, também, a preocupação em realizar o processo de ensino/aprendizagem para, efetivamente, elaborar a demanda dos recursos:

*“A função maior é facilitar a compreensão do aluno. O que você leva os conhecimentos teóricos, muitas vezes esses conhecimentos estão pouco aquém do entendimento do aluno, aí o material concreto acaba ajudando muito na visualização que esse material é. Ele é projetado para cego, então, é para ser tateado, mas nada impede que o aluno que tenha visão normal possa observar e entender com mais clarezas muitas coisas que ele vê num livro didático. Para o cego é de grande valia, a gente teve contato com alguns alunos da rede cegos e eles ficaram assim admirados com o material que eles puderam ter contato”.*

Professor C

O excerto lido efetiva o conceito de DUA, de Nunes e Madureira (2015), que o definem como um conjunto de princípios e estratégias relacionados ao desenvolvimento curricular que procura reduzir as barreiras do ensino e da aprendizagem de todos os alunos.

Outro ponto destacado foi a possibilidade de ter um material integrador que auxilie o deficiente visual, mas que possa ser usado por todos.

*“[...] eu acho que seria muito interessante também na sala de aula, porque não só os alunos, que não têm deficiência visual, mas também os que têm alguma dificuldade em algumas coisas abstratas que iria ajudar”.*

Professor D

Esse aspecto é apresentado por Cast (2014) quando ele afirma que definir objetivos de ensino, criar materiais e formas de avaliação que se adaptem às necessidades dos alunos permitem com que todos possam aprender.

Assim, em certa medida, os DTAs eram estranhos no ambiente de aprendizagem e não podiam ser inclusos na organização das escolas nem incorporados nos planos de aula dos professores. Porém, à medida que os educadores deparam-se com a falta de métodos e de alternativas para o aprendizado (FERREIRA; DICKMAN, 2007) e com a carência de recursos táteis/concretos surgem a preocupação e a procura

por novos caminhos pedagógicos.

Além disso, conforme abordado por Vaz et al. (2012), o uso de recursos didáticos é fundamental para a apropriação de conceitos, pois proporciona, ao aluno, maior conforto e segurança nas atividades relacionadas à escola.

Os professores e os alunos salientaram a suavidade, a segurança e o conforto entre os benefícios na utilização dos dispositivos. Esse *feedback* foi muito importante na hora da concepção dos artefatos (FIGURA 17).

**Figura 17** - Troca de percepções entre professora e alunos



Fonte: dados da pesquisa

Conforme os resultados, a utilização eficaz de materiais didáticos táteis não é tão simples, pois, segundo Silveira (2010), os professores precisam adquirir competências para que possam contribuir na construção de abordagens educacionais dinâmicas e inclusivas, para que os estudantes, com deficiência visual, tenham acesso às mesmas oportunidades de aprendizagem e de participação na vida escolar e na comunidade dos alunos videntes.

De acordo com Boucher (2007), a usabilidade é confirmada quando o usuário pode trabalhar de maneira eficaz, eficiente e satisfatória, buscando sempre atingir os objetivos propostos em determinada circunstância.

### 4.5.3 Ensino e aprendizagem

É vital que os dispositivos sejam integrados à prática educacional e que os alunos experimentem benefícios imediatos para a sua função no cotidiano das atividades escolares, sem efeitos prejudiciais à sua participação social. Esse último foi, muitas vezes, mais importante do que ser capaz de realizar atividades de forma independente, corroborando com Béguin (2016).

Em relação ao processo de ensino e aprendizagem, devem ser considerados certos aspectos relevantes quanto às referências visuais adotadas pelo educador, pois há uma predominância natural da visão sobre os outros sentidos, fazendo com que os conhecimentos não acessíveis ao discente, com deficiência visual, sejam utilizados pelo vidente para falar com ele. Como consequência, esse aluno desenvolve uma linguagem e uma aprendizagem conduzidas pelo visual, ficando no nível do verbalismo e da aprendizagem mecânica.

Segundo Cerqueira e Ferreira (2000), essa importância se dá levando-se em conta que um dos problemas básicos do deficiente visual, em especial o cego, é a dificuldade de contato com o ambiente físico. A carência de material adequado e o contato insuficiente da criança com as coisas do mundo desmotivam o aluno para a aprendizagem. Sendo assim, devem ser considerados parâmetros como tamanho, significação tátil e aceitação para a elaboração dos recursos didáticos adaptados.

Para compreender melhor essa dinâmica, foram entrevistados 5 alunos, um com baixa visão e quatro com cegueira, sendo duas mulheres e três homens.

Realizaram-se duas interações de uso com os recursos em salas de aula de duas escolas. Cada sala possuía um aluno com deficiência visual - na sala 1, uma aluna com cegueira e na sala 2, um aluno com baixa visão - e o restante videntes.

Na sala 1, foram feitas duas dinâmicas: uma na aula de artes (FIGURA 18) e outra na aula de matemática (FIGURA19). Na sala 2, a aula era de biologia.

**Figura 18** - Alunos em dinâmica na aula de artes



Fonte: dados da pesquisa

Na sala 1 - aula de artes - primeiramente foram apresentados os materiais (Abaporu, Vênus e Três Sombras) a todos os alunos e, depois, realizou-se uma dinâmica em que os recursos eram mostrados e os alunos questionados a respeito dos referidos conceitos.

**Figura 19** - Alunos em dinâmica na aula de matemática



Fonte: dados da pesquisa

De forma geral, os alunos acharam que os materiais podiam ser usados em sala de aula por todos, pois aprender por meio de recursos tridimensionais é bem melhor do que ficar somente vendo imagens em livros. Elogiaram, também, a facilidade de transportar esses materiais (pelo pouco peso e pela resistência).

A respeito da escultura “Vênus”, o aluno A recebeu dois exemplares da escultura: um mais brilhante e outro fosco (FIGURA 20)

**Figura 20** - Aluno utilizando o material que representa a escultura “Vênus”.



Fonte: dados da pesquisa

A princípio, ele fez uma descrição geral e depois indicou que a mais brilhante atrapalhava sua visão, preferindo a fosca:

*“É uma pessoa, um pouco gordinha, está com o rosto tampado, parece uma figura meio abstrata, é uma mulher, pois tem seios [...] estou com uma certa dificuldade, pois está brilhando, e a mesma cor só, sem contraste. Essa é melhor [...]”.*

Aluno A

O entrevistado D conseguiu identificar a forma sozinho com a percepção tátil e, similar ao entrevistado A, também achou que a obra original fosse maior:

*“Acredito que seja uma pessoa sem braço, ou está colado no corpo, parece ser careca ou cabelo espetado, tem uns “pneuzinhos”, uma pessoa que não tem nem pescoço, cabeça bem colada no corpo, é uma mulher, acho que a original a estátua é bem maior, isso deve ser uma miniatura da original”.*

Aluno D

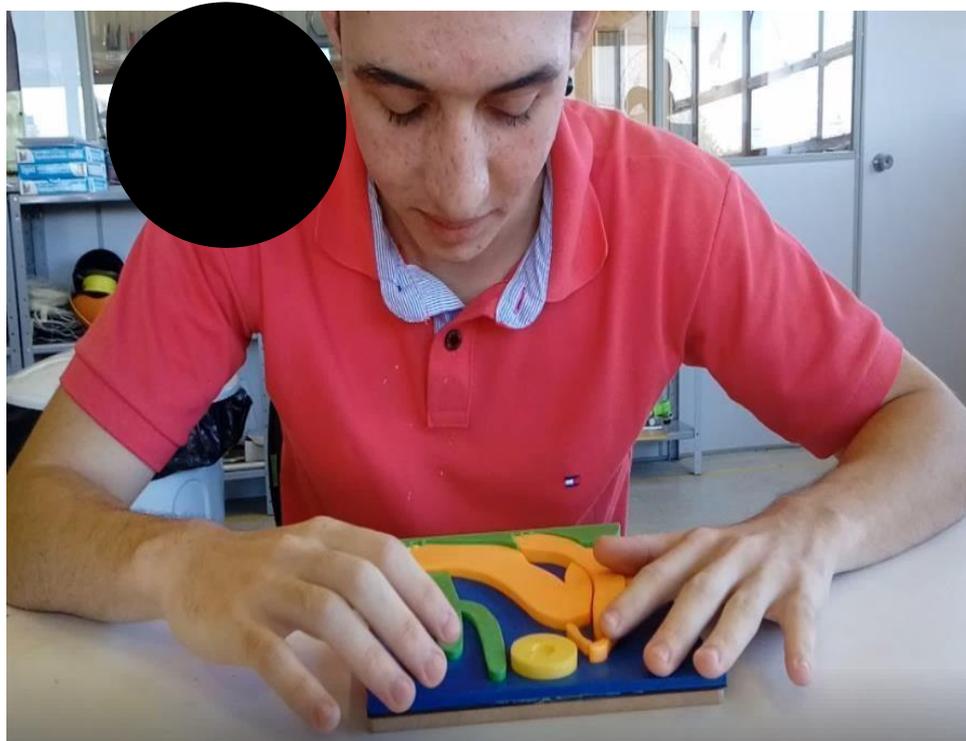
Sobre as “Três Sombras”, o entrevistado A precisou de uma descrição externa, pois não conseguiu distinguir o conteúdo a partir da manipulação tátil. Depois de receber a descrição, comentou sobre os homens retratados e indicou melhorias de contraste, robustez e tamanho. Em seu relato, ele destaca a vantagem de fazer a percepção tátil do objeto, destacando que normalmente as aulas de artes são muito abstratas:

*“Os três homens juntos, parecem desanimados, pela postura, tristes, as mãos juntas, não conheço essa obra, falta contraste também para entender, ele parece mais frágil, o tamanho tinha que ser um pouco maior [...] Seria diferente se tivesse só contato, ajuda compreender melhor quando a gente pega o material, já que artes é uma disciplina muito abstrata”.*

Aluno A

Quanto ao material que representa o quadro “Abaporu”, a professora (pesquisadora, participante do projeto Vertátil, especialista em educação), na entrevista como aluno A, desmontou as peças e ele foi tentando montar. Segundo o entrevistado, o material tem mérito pela ideia, textura e contraste e elogiou a possibilidade de ser compartilhado com alunos videntes. Como melhoria indicou a necessidade de aprimorar o atrito dos encaixes (FIGURA 21).

**Figura 21** - Aluno utilizando o material que representa o quadro "Abaporu"



Fonte: dados da pesquisa

*“Acho muito bom, conheço essa imagem, tem a textura muito boa. [...] a imagem tem uma textura muito boa, e as cores também têm contraste que isso facilita bastante. Tarsila do Amaral. [...] No quadro tem um cacto, um ser humano, um sol, o pé chama muito a atenção, lembra o Nordeste. [...] Só achei que tem muito atrito para encaixar, não machucou e é fácil de usar na sala de aula regular, acho legal que todos queiram usar”.*

Aluno A

Já para o aluno D, o material é um pouco confuso. Durante a sua manipulação, ele relatou que ficou com medo de quebrar as peças e explicou que achou difícil para montar. Como melhoria, sugeriu que cada peça tivesse uma textura diferente (tentando associar a cor). Depois da explicação externa, o aluno conseguiu perceber o pé, as pernas, o cacto e a cabeça. Ele achou-a diferente, achou até engraçado e disse:

*“Deve ser no deserto, Nordeste, lá é tenso, nem todos têm a mesma oportunidade, eles trabalham muito e não têm tempo para estudar”.*

Aluno D

A aluna E lembrou-se das explicações que tivera em sala de aula, quando aprendeu por meio de um desenho feito com cola colorida. Segundo a entrevistada, essa representação é melhor para o entendimento. Como sugestão, sugeriu alargar os encaixes para facilitar a montagem:

*“Esse é melhor, pois o relevo é mais alto, com cola acaba confundindo ou saindo a cola, esse dou nota 9,5 e o de cola 5, para entender. [...] Eu mudaria, deixava mais aberto, mais distante uma peça da outra, para mostrar melhor, especialmente a “cabecinha”, não aparece muito”.*

Aluna E

Na sala 2, estava em andamento uma aula de biologia. Inicialmente, foram apresentados os materiais (cadeia alimentar e neurônio) a todos os alunos. Em seguida, realizou-se uma dinâmica em que os recursos eram mostrados e os alunos instigados a participar fazendo as ligações da cadeia alimentar (FIGURA 22).

**Figura 22** - Alunos conhecendo os materiais de biologia

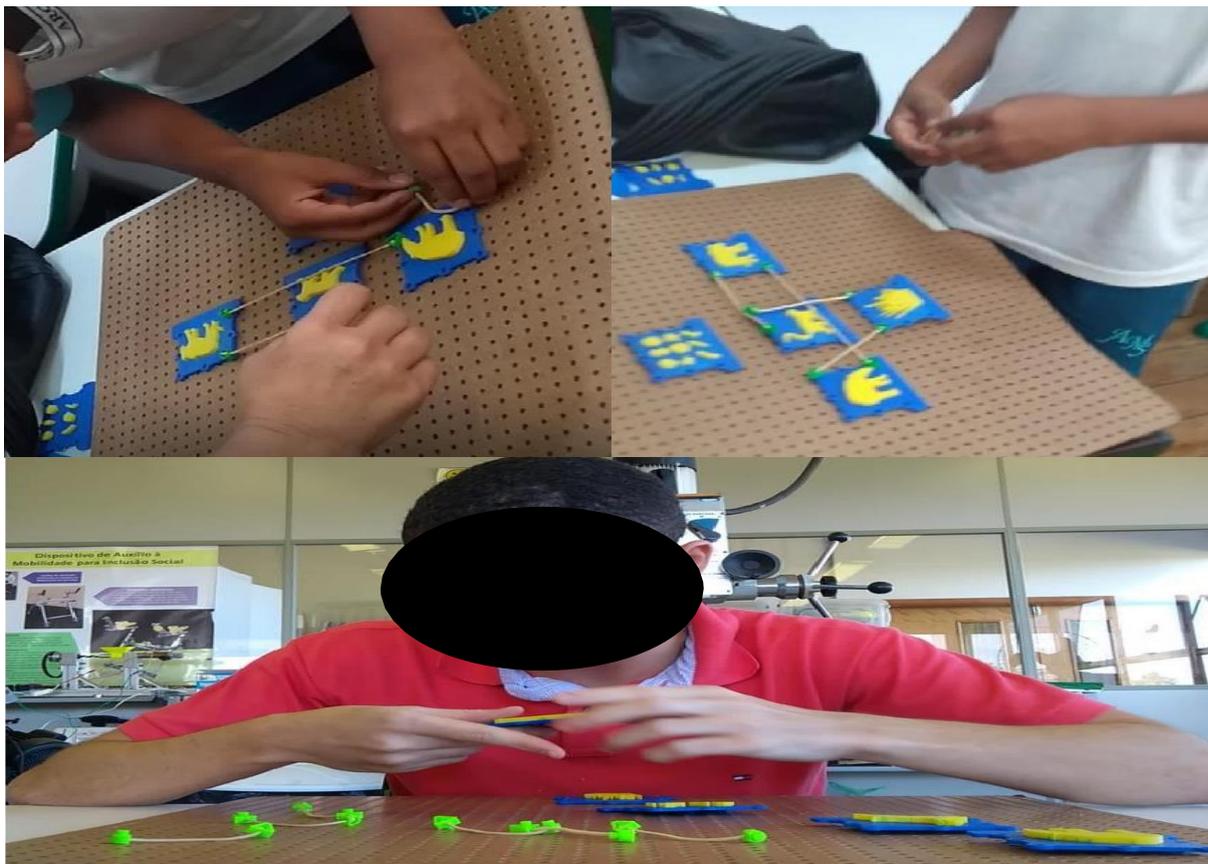


Fonte: dados da pesquisa

O entrevistado A gostou mais do material da cadeia alimentar, pois conseguiu identificar facilmente as peças por causa dos contrastes das cores utilizadas. Ele fez as ligações com facilidade, explicando do que se tratava a cadeia alimentar.

Depois da descrição do material, o entrevistado D conseguiu utilizar o material identificando os textos em braile, os relevos dos animais e as ligações formando a cadeia. Segundo o entrevistado, esse material poderia ser usado em sala de aula e compartilhado entre todos (FIGURA 23).

**Figura 23** - Alunos utilizando os materiais de biologia



Fonte: dados da pesquisa

A aluna E precisou de explicações descritivas e conceituais do material, pois ainda não havia aprendido esse conceito. Ela elogiou o formato de encaixe escolhido para o recurso e verbalizou ser fácil de usar e que não machucava. Como melhoria sugeriu fazê-lo um pouco maior e mais robusto para não ter perigo de quebrar.

No material de neurônio, o entrevistado D conseguiu ler o texto em braile (partes constituintes de um neurônio), mas apesar de não estar machucando, explicou que estava enroscando um pouquinho, mas que dava para ler.

Depois de receber a descrição, elogiou o material e a facilidade de compreender os conceitos por meio dele. Como melhoria indicou a questão do tamanho. Novamente, a aluna destacou a vantagem da leitura tátil:

*“Achei muito mais fácil, muito simples, quando vemos nos livros tem que imaginar, agora consegui entender, vou ver a teoria e a prática junto, achei muito bom mesmo. Esse material é um pouco desproporcional para usar na carteira da sala de aula”.*

Aluna E

O material de matemática foi apresentado por meio de integração (FIGURA 24).

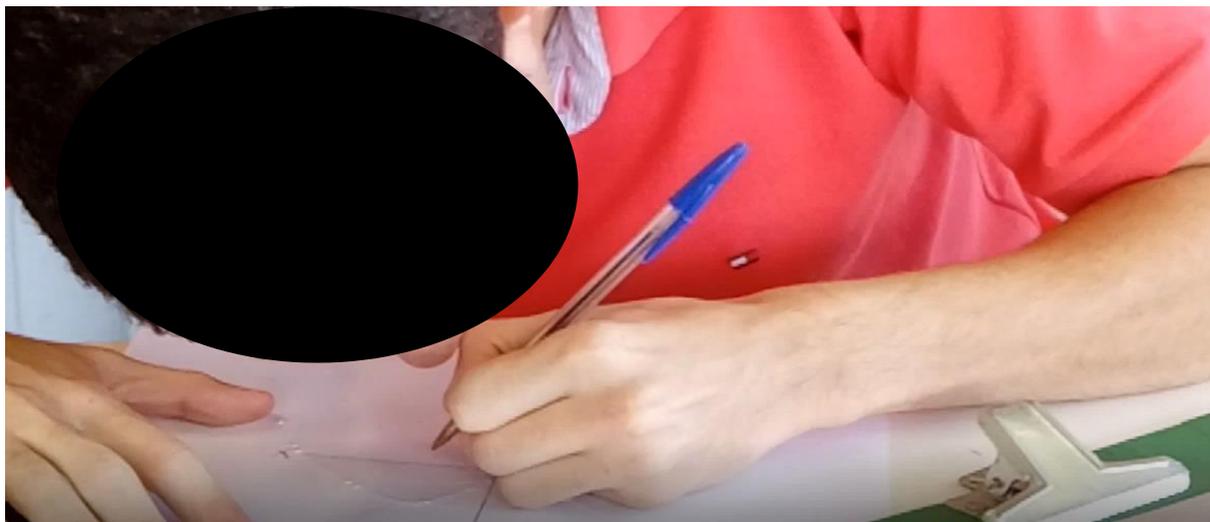
**Figura 24** - Integração com o material de matemática



Fonte: dados da pesquisa

O entrevistado A gostou do recurso, destacando a sua vantagem inclusive para os videntes. Como melhorias indicou a falta de negativo (um sinal de menos em alto relevo com sinal negativo e em braile) e positivo, o aumento dos buracos de encaixe dos ímãs, a diminuição da força dos ímãs, a divisão em quatro quadrantes, os pontos menores e somente dez coordenadas (FIGURA 25).

**Figura 25** - Aluno de baixa visão contribuindo com melhorias



Fonte: dados da pesquisa

O entrevistado B também recebeu explicação do funcionamento, elogiou o material e disse que ele ajudaria muito em sala de aula. Assim como o entrevistado A, ele verbalizou dificuldade com a força dos ímãs (FIGURA 26).

**Figura 26** - Aluno utilizando o material de matemática



Fonte: dados da pesquisa

A aluna C também recebeu explicação do funcionamento, elogiou o material, dizendo que ele despertara sua curiosidade e seu interesse. Da mesma forma que os entrevistados A e B, ela verbalizou dificuldade com a força dos ímãs, queixando-se de

dor em seu dedo durante a manipulação. Apesar dessa observação, foi o material de que a aluna C mais gostou.

O aluno D recebeu a explicação do gráfico, adorou o recurso, considerou-o como o seu predileto além de muito interessante. Como melhoria, conforme os outros entrevistados, indicou a diminuição da força dos ímãs:

*“Genial! Estou pior que criança (e sorriu). Muito bom! O material de matemática é o mais interessante, dá para fazer graça!”*

Aluno D

A aluna E também recebeu explicação de uso, adorou o recurso e conseguiu distinguir, com a percepção tátil, os diferentes materiais utilizados (plástico, EVA, papel, prancheta e ímã). Salientou a possibilidade de uso tanto na sala de aula como na de recurso. Como dificuldade, assim como os outros entrevistados, destacou a força dos ímãs.

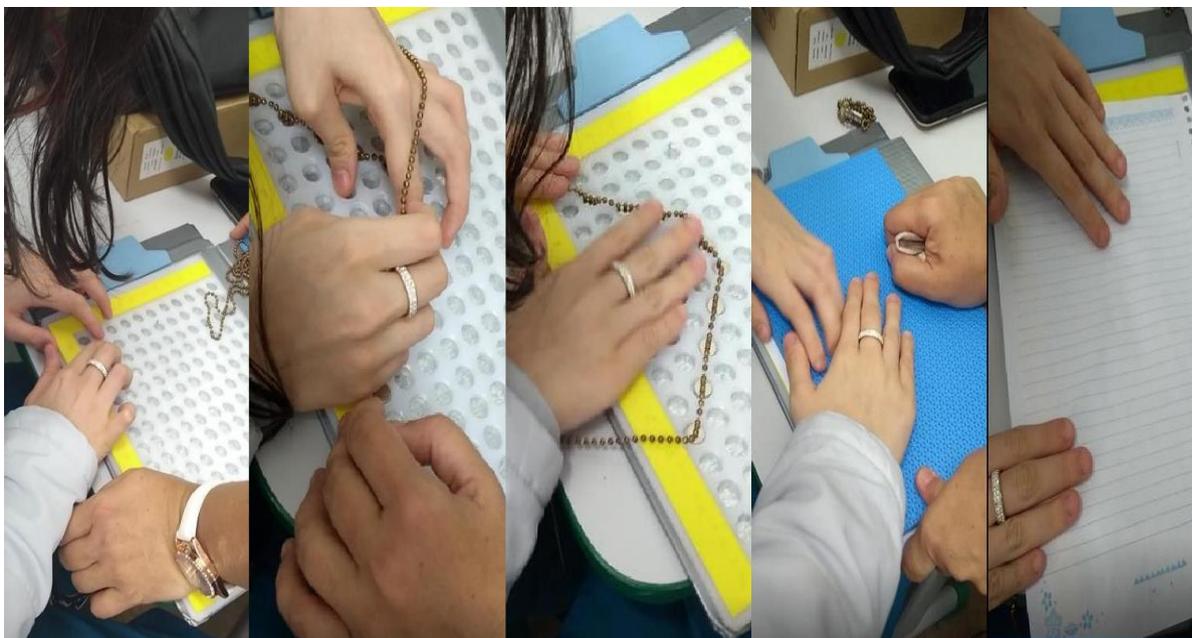
*“Só tem que tomar bastante cuidado com o ímã. Dá para ser usado na sala de aula e em sala de recursos. Vai ser bom para o professor da sala de recursos, não vai precisar passar tanta lição, na escola vai dá para passar lição de casa, o material é resistente e fácil de usar, não tive medo de usar, gostei muito[...] O ímã é muito forte”.*

Aluna E

Na sala 1, aula de matemática (material do gráfico), o professor mostrou, na lousa, os pontos cardeais, positivos e negativos e que o material representava a equação. Esses conceitos foram ensinados no ano anterior e os alunos videntes não se lembravam muito do assunto e mostraram-se desinteressados.

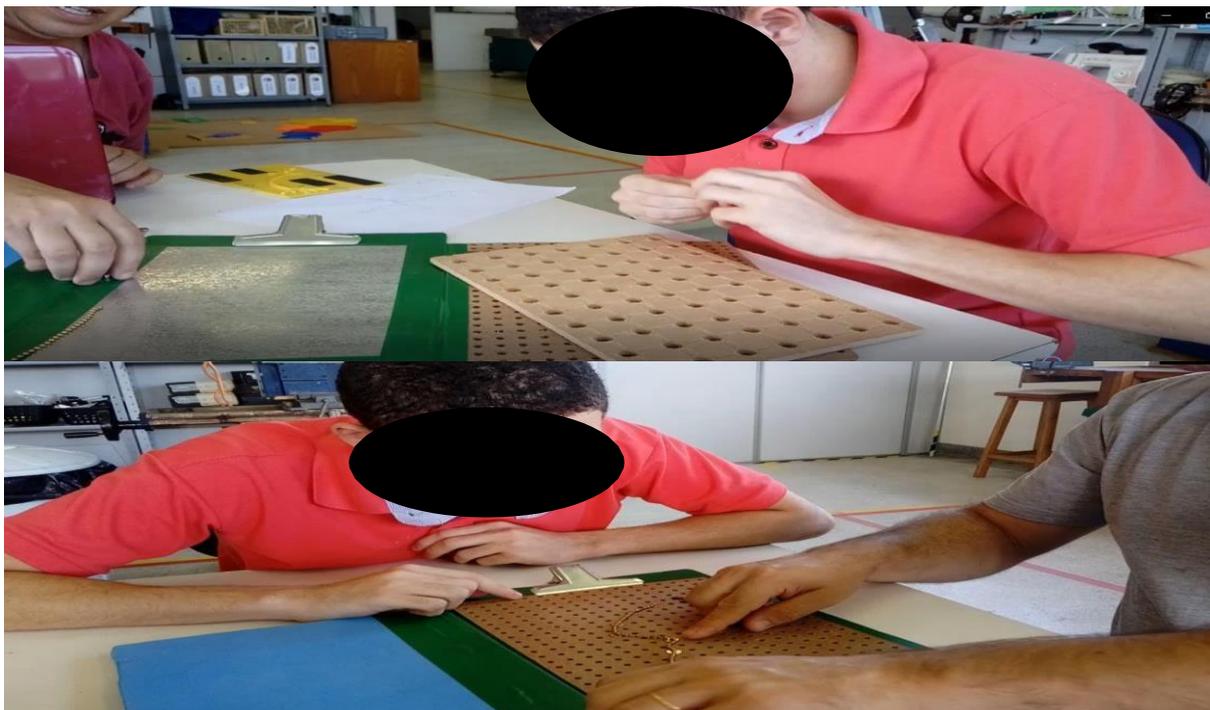
A aluna, com deficiência visual, quis participar e somente ela fez uma dinâmica em que os números eram falados e ela ia achando-os no gráfico e colocando os ímãs. Ela considerou os ímãs muito fortes, mas conseguiu achar os números no eixo X e Y do plano cartesiano. Colocou a corrente, a folha e chamou amigos para ajudar a forçar a prancheta e construir o gráfico no qual faltaram apenas alguns pontos. Depois, ela mostrou para toda sala, falou como fez e sobre os eixos para ligar os pontos: quadrantes dos pontos da reta x e y. Ela gostou muito da experiência, achando-a bem interessante e, durante a sua explicação, todos prestaram atenção (FIGURA 27).

**Figura 27** - Aluna realizando dinâmica para dar forma ao gráfico



Fonte: dados da pesquisa

O professor de matemática da sala 1 e a professora especialista da sala de recursos sugeriram, como melhoria, fazer o material com os 4 quadrantes, pois assim não eram mostrados os números negativos. Segundo eles, seria bom fazer os pontos menores ou em um tabuleiro maior (FIGURA 28).

**Figura 28** - Aluno sugerindo melhorias

Fonte: dados da pesquisa

Em geral, os alunos ficaram muito interessados, participaram muito e até sugeriram a confecção de outras obras “[...] Cristo Redentor, Torre Eiffel, mais materiais de ciência, Estátua da Liberdade, sistema solar e relevo de geografia”. Como melhoria destacaram a correção de algumas escritas.

Perguntados se haviam gostado, os videntes foram bem positivos. Segundo eles, fica mais fácil de aprender, é um material que não quebra, não machuca e ainda é muito divertido. O aluno com baixa visão também gostou do material, relatando que as cores eram intensas, facilitando o contraste e a compreensão.

A respeito das dificuldades dos materiais, os alunos videntes destacaram que a peça da semente e a da bactéria estavam difíceis de entender. A professora destacou que os materiais apresentados poderiam ser reaproveitados para fazer, para o ensino médio, uma aula de fontes de energia renováveis.

Um achado central na pesquisa foi a importância que os alunos depositaram em experimentar benefícios na utilização dos DTAs. Os estudantes indicaram a facilidade de aprendizagem, a melhoria do seu desempenho nas aulas e que os dispositivos propiciavam-lhes mais independência. Um dos alunos disse que “os DTAs despertaram minha curiosidade pela matemática como se facilitasse o aprendizado”.

Segundo os professores, o maior benefício do uso de DTA foi o aumento da

produtividade, de modo a diminuir a diferença de desempenho entre as pessoas com deficiência visual e seus pares videntes.

Por esse motivo, os recursos didáticos e tecnologias assistivas assumem fundamental importância na educação de alunos com deficiência visual. Principalmente quando se trata do ensino de ciências, pois o uso de imagens, tais como fotos, tabelas e até mesmo vídeos, contribui para a compreensão dos alunos sobre o conteúdo que está sendo abordado. Foi elaborado o Quadro 13 a fim de esquematizar o atendimento dos materiais confeccionados aos parâmetros propostos por Cerqueira e Ferreira (2000).

**Quadro 13** - Atendimento aos parâmetros de cada material confeccionado

Características	Protótipos					
	<i>Vênus</i>	<i>Três Sombras</i>	<i>Abaporu</i>	<i>Cadeia alimentar</i>	<i>Neurônio</i>	<i>Gráfico</i>
Tamanho	✓		✓			✓
Significação tátil	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aceitação	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Estimulação visual				✓	✓	✓
Fidelidade		✓	✓	✓	✓	
Resistência	✓	✓	✓	✓		✓
Segurança	✓	✓	✓	✓	✓	

Fonte: dados da pesquisa

Embora nenhum material tenha atendido a todos os critérios, satisfizeram a maioria e todos foram aceitos pelos envolvidos no processo. As observações dos alunos e dos professores devem ser consideradas e inseridas nos próximos materiais desenvolvidos tendo cumprido o papel da validação proposta.

Portanto, a eficiência de um material didático constitui-se na facilidade de uso, no incentivo ou possibilidades que o objeto possa proporcionar durante o processo de ensino-aprendizagem em conformidade com Cerqueira e Ferreira (2000). O aluno, direcionado pelo professor, utiliza o material didático por meio de contato físico, da percepção e da cognição. Também, conforme abordado anteriormente por Béguin (2003), esse material só funciona se puder ser um instrumento mediador de aprendizagem, ou seja, se o usuário, por meio de sua interface, atingir os objetivos propostos.

## 5. CONCLUSÃO

A validação dos materiais didáticos teve como objetivo principal avaliar a efetividade da ação transformadora dos protótipos colocados em uso. Nesse sentido, pode-se destacar o caráter inclusivo dos recursos que foram elogiados tanto pelos alunos com deficiência visual, como pelos videntes. Além disso, corroboram os relatos dos professores, que indicaram seu potencial para o ensino dos alunos com deficiência e para uso em salas de aula regulares.

Os resultados indicaram que o impacto dessas novas representações (materiais didáticos de percepção tátil e universais) e as interações entre os atores envolvidos (processo mútuo de projeto) anteciparam inadequações de uso, já que os protótipos avaliados obtiveram poucas indicações de melhoria. Ademais, segundo os relatos, os materiais despertaram interesse e curiosidade por parte dos usuários, aspectos favoráveis ao estímulo de aprendizagem.

O curso de extensão e as validações intermediárias das versões dos protótipos criaram espaços de interação e confrontação (MENEGON, 2003), possibilitando questionamentos do ponto de vista do uso. Esse processo favoreceu o compartilhamento de conhecimento, evoluindo o andamento do projeto e o resultado final do protótipo.

Por intermédio das verbalizações, conclui-se que os recursos estudados favorecem o processo de ensino e aprendizagem, já que em vários momentos os alunos conseguiram usar com facilidade os materiais e entender os conceitos neles apresentados. Os recursos avaliados foram considerados, pelos usuários, mediadores de aprendizagem, oferecendo por meio da percepção tátil a concretização dos objetivos didáticos propostos.

### 5.1 CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa trouxe à tona o desafio das políticas públicas que não apresentam resultados satisfatórios em conciliar engenharia, educação e saúde na validação de materiais didáticos. Neste sentido, cabe à pesquisa enfrentar esse limite. Desta maneira, procurou-se propor técnicas e métodos que possam materializar alguns projetos com conteúdo capazes de problematizar a fragilidade das políticas públicas no contexto do

ensino inclusivo.

O estudo destaca o material didático como sendo a mediação da atividade entre o professor e o aluno e um elo para a aprendizagem no ensino inclusivo, procurando atender as etapas de avaliação.

Finalmente, a pesquisa traz uma contribuição de valor social ao apresentar a possibilidade de igualar os aprendizados dos alunos por meio desse desenho universal.

## 5.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Apesar dos pontos fortes da pesquisa atual, também existem limitações que reduzem a generalização dos resultados. Primeiro, embora a amostra de participantes tenha sido adequada para esta análise, faz-se necessário, ainda, realizar uma validação cruzada com uma amostra maior contendo uma grande variabilidade de quesitos como idade, raça, acuidade de visão, educação e outros para que a generalização da pesquisa possa ser estabelecida.

Em segundo lugar, embora a metodologia aplicada seja um modelo teórico adequado, alguns itens podem ser difíceis de serem compreendidos ou aplicados pelos profissionais. Deve ser levado em conta, também, que a ferramenta de validação usada com os participantes foi uma entrevista de autorrelato, o que pode resultar em sub ou superestimação dos resultados, haja vista o fato de os alunos se abrirem, no início, com medo de chatear os projetistas.

Em terceiro, houve resistência dos docentes a aprenderem novos conteúdos e a participarem do projeto.

Em quarto lugar encontra-se a falta de capacitação dos docentes que apresentaram limitação técnica no uso da impressora Braille e 3D necessitando da presença de um técnico. Dessa forma deveria estar, na grade pedagógica dos docentes, um curso de Introdução à Tecnologia a fim de que eles tornem-se autônomos dentro de um novo cenário pedagógico.

O último entrave são os valores altos das impressoras. Durante essa pesquisa, uma impressora Braille custava trinta mil e a 3D, dez mil reais.

### 5.3 DESDOBRAMENTO DA PESQUISA

Esse trabalho teve a finalidade de melhorar a qualidade das práticas de ensino em um contexto educacional baseado em padrões.

Por isso, indica-se, para futuros estudos, desenvolver e projetar um instrumento de avaliação confiável e validado que permita que os professores implementem um ensino de qualidade em suas práticas diárias realizando a missão central do ensino inclusivo. Existem, ainda, necessidades críticas para projetar um instrumento de avaliação que descreva as principais facetas das práticas de ensino inclusivo de qualidade. Tal pesquisa evidenciou que, independentemente do conteúdo específico da disciplina, o núcleo de trabalho consiste em projetar e apresentar as tarefas para seus alunos em um ambiente em que haja interação e diálogo.

Como continuação do estudo atual, medidas objetivas de validação podem ser usadas para investigar melhor a relação entre o desenvolvimento e o nível de satisfação dos usuários. Embora haja estudos sobre esse tema, a maioria não foca a dificuldade desses materiais em crianças e a relação entre as barreiras da TA. Portanto, os resultados da presente pesquisa podem servir como uma ferramenta valiosa de validação do desenvolvimento de intervenções de TA dirigidas à comunidade de alunos cegos ou com algum tipo de deficiência visual.

## REFERÊNCIAS

- AGNOL, A.D.; SALTON, B.P.; STRAPAZZON, J.A.; GOMES, M.G. O público-alvo da educação especial na perspectiva da educação inclusiva. In: SONZA, A.P.; SALTON, B.P.; STRAPAZZON, J. **O uso pedagógico dos recursos de tecnologia assistiva**. Bento Gonçalves: IFRS, 2015.
- ALVES, M. M.; RIBEIRO, J.; SIMÕES, F.; Universal Design for Learning (UDL): Contributos para uma escola de todos. **Indagatio Didactica**, v.5, n.4, 2013.
- ANDRÉ, M. E.D. A. **Etnografia da prática escolar**. Campinas:Papirus, 2007.
- BABU, R.; SINGH, R.; IYER, L.S.; MIDHA, V. **Differences in Factors Affecting Academic Success for Disabled Individuals in Technology-Mediated Learning Environments**. AMCIS. 2007.
- BAZON, F. V. M. Escolarização de alunos com deficiência visual: elaboração e utilização de materiais didáticos como recursos pedagógicos inclusivos. In: XVI ENDIPE – ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICAS DE ENSINO, 2012, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2012, p. 12.
- BÉGUIN, P. A concepção dos instrumentos como processo dialógico de aprendizagens mútuas. In: FALZON, P. (ed) **Ergonomia construtiva**. Blucher: São Paulo, 2016.
- BENTO, A. Como fazer uma revisão da literatura: Considerações teóricas e práticas. **Revista JA**, n.65, v.12, p. 42-44, 2012.
- BERSCH, R. **Introdução à Tecnologia Assistiva**, 2005. Disponível em <[http://www.cedionline.com.br/artigo\\_ta.html](http://www.cedionline.com.br/artigo_ta.html)> Acesso em 04 de agosto. 2018.
- BOGDAN, R., C.; BIKLEN, S., K. **Qualitative research for education**. An introduction to theories and methods. Boston. MA: Pearson, 2007.
- BOGGESS J.; HARDING C. Improving Introductory Calculus Education with 3-D Visualization and Virtual Touch (Haptics), **Second International Multi-Symposiums on Computer and Computational Sciences (IMSCCS 2007)**, Iowa City, IA, p. 312-317, 2007.
- BORGES, J. A. S. Do Braille ao DOSVOX:diferenças nas vidas dos cegos brasileiros. 2009. 327 f. **Tese** (Doutorado em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2009.
- BOUCHER, A. **Ergonomie Web** - Pour des sites web efficaces. Paris: Éditions Eyrolles, 2007.
- BRANDÃO, C. R. **Repensando a pesquisa participante**. São Paulo: Brasiliense, 1999. BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – n° 9.394**. MEC, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação/Secretaria de Educação Especial. **Adaptações Curriculares para o Ensino Fundamental**. MEC/SEESP, 1997.

BRASIL. **Decreto nº 5.296**, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei, n. 10.048.

CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho universal**: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas. São Paulo: Senac, 2007.

CAMPOS, I. M.; SÁ, E. D.; SILVA, M. B. C. **Atendimento Educacional Especializado - Formação Continuada a Distância de Professores para o Atendimento Educacional Especializado. Deficiência Visual**. Brasília: SEESP/SEED/MEC, 2007.

CARDINALI, S.M.M.; FERREIRA, E. A.C. A aprendizagem da célula pelos estudantes cegos utilizando modelos tridimensionais: um desafio ético. **Revista Benjamin Constant**, v.1, n.46, 2010.

CAST, U. D. L. **Book Builder**. Massachusetts Department of Elementary & Secondary Education, NEC Foundation of America. The John W. Alden Trust, and the Pinkerton Foundation, 2013.

CAST. **Design for Learning guidelines**. Massachusetts Department of Elementary & Secondary Education, NEC Foundation of America. The John W. Alden Trust, and the Pinkerton Foundation, 2014.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, M. A. **Os recursos didáticos na educação especial**. Rio de Janeiro: Revista Benjamin Constant, 2000.

CEZÁRIO K. G.; PAGLIUCA, L. M. F. Tecnologia assistiva em saúde para cegos: enfoque na prevenção de drogas. **Rev. Enferm.** v.11, n.4, p.677-681, 2007.

COOK, A.; POLGAR, J.M.; HUSSEY, S.M. **Cook and hussey's assistive technologies: Principles and Practice**, Mosby - Year Book, USA-Missouri, 1995.

CUNHA, F.S.; OLIVEIRA, S.K.G.; ALVES, J. P.D.; RIBEIRO, M.E.N.P. Produção de material didático em ensino de química no Brasil: um estudo a partir da análise das linhas de pesquisa CAPES E CNPq. **Holos**. v.3, n.1, p.182-195, 2016.

CYBIS, W. **Ergonomia e usabilidade - conhecimentos, métodos e aplicações**. São Paulo: Novatec Editora, 2007.

- DA SILVA FILHO, R. B.; BARBOSA, E. S. C. Educação Especial: da prática pedagógica à perspectiva da inclusão. **Educação Por Escrito**, v. 6, n. 2, p. 353-368, 2015.
- DAMASCENO, L. L.; GALVÃO FILHO, T. A. As novas tecnologias como tecnologia assistiva: utilizando os recursos de acessibilidade na educação especial. In: **III Congresso Ibero-Americano de Informática na Educação Especial**–CIIEE. 2002.
- DIAS, M. D. R. **Avaliação ergonômica da usabilidade de sistemas de gerenciamento e publicação**. Rio de Janeiro: PUC/RJ, 2006.
- DICKMAN, A. G.; FERREIRA, A. C. **Ensino e aprendizagem de Física a estudantes cegos: Desafios e Perspectivas**. Artigo aceito para publicação na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2008.
- ENGESTRÖM, Y. **Expandir aprendendo: uma abordagem teórico-prática da pesquisa em desenvolvimento**. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.
- ESPINOSA, M. A.; OCHAITA, E. Using Tactile Maps to Improve the Practical Spatial Knowledge of Adults Who Are Blind. **Journal of Visual Impairment & Blindness**, v.92 n.5, p.338-345, 1998.
- FAVILLA, M; CRUZ, A. F. I.; MARTINS, P.; ARRUDA, S. M. C. P.; GAGLIARDO, H. G. R. G. Avaliação da visão funcional de uma criança prematura com cegueira congênita. **Cad. Ter. Ocup.** UFSCar, São Carlos, v. 22, n. 2, p. 429-434, 2014.
- FERREIRA, M. C.; MENDES, A. M. **Trabalho e riscos de adoecimento – o caso dos auditores fiscais da previdência social brasileira**. Brasília: FENAFISP, 2003.
- FERREIRA, A. C.; DICKMAN, A. G. **Ensino de Física a Estudantes Cegos na Perspectiva dos Professores**. In: Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, n.6. Florianópolis, Santa Catarina, 2007.
- FREITAS, M. E. A carne e os ossos do ofício acadêmico. **Revista Organização e Sociedade**, Salvador, v. 14, n. 42, p. 187-191, 2007.
- FREITAS, L. A. M.; BARROSO, H. F. D.; RODRIGUES, H. G.; AVERSI-FERREIRA, T. A. Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 1, p. 91-97, 2008.
- GALVÃO FILHO, T. A. et al. Conceituação e estudo de normas. In: BRASIL, Tecnologia Assistiva. Brasília: CAT/SEDH/PR, 2009, p. 13-39. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/publicacoes/livro->

tecnologia-assistiva.pdf> Acesso em 03 out. 2018.

GIRAUD, S.; BROCK, A.M.; MACÉ, M.J.; JOUFFRAIS, C. Map Learning with a 3D Printed Interactive Small-Scale Model: Improvement of Space and Text Memorization in Visually Impaired Students. **Front. Psychol.**, v.8, n.1, 2017.

GOMES, L.; BRITO, J. Desafios e possibilidades ao trabalho docente e à sua relação com a saúde. **Estudos e pesquisas em psicologia**, 6(1), 49-62, 2006.

HORTON, E. L.; RENGANATHAN, R.; TOTH, B. N.; COHEN, A. J.; BAJCSY, A.V.; BATEMAN, A.; JENNINGS, M.C.; KHATTAR, A.; KUO, R.S.; LEE, F.A.; LIM, M.K.; MIGASIUK, L.W.; ZHANG, A.; ZHAO, O.K.; OLIVEIRA, M.A. A review of principles in design and usability testing of tactile technology for individuals with visual impairments. **Assist Technol.** v.29, n.8, p. 28-36, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **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.

JOLY, M. C. R. A.; SCHIAVONI, A.; AGOSTINHO, A.; DIAS, A. S. Avaliação dinâmica e produção textual: evidências de validade para o TIDE no Fundamental. **Cadernos Pós-Graduação Distúrb. Desenvol.** v.15, p.50–62, 2015.

JORDAN, P. W. Human factors for pleasurable in product use. **Applied Ergonomics**, n. 29-1, p. 25- 33, 1998.

JOSHI T., CHOI Y.M. Designing Accessible Course Registration for Users with Visual Impairments. In: Soares M., Falcão C., Ahram T. (eds) **Advances in Ergonomics Modeling, Usability & Special Populations**. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 486. Springer: Cham, 2017.

LAPLANE, A.L.F.; BATISTA, C. G. Ver, não ver e aprender: a participação de crianças com baixa visão e cegueira na escola. **Caderno Cedex**, Campinas, v. 28, n.75, p.2019-227, 2008.

LEONTIEV, A. N. **Atividade, consciência e personalidade**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1978.

MACIEL C. V., RODRIGUES R. S., COSTA A. J. S. A Concepção dos Professores do Ensino Comum Sobre a Inclusão de Alunos Cegos. **Revista nossos meios RBC**. Abril, 2007.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MEDEIROS, A.; JUNIOR, M. J. N.; OLIVEIRA, W. C. e OLIVEIRA, N. S. M. Uma estratégia para o ensino de associações de resistores em série/paralelo acessível a alunos com deficiência visual. In: **Atas do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. São Luís, jan. de 2007.

MENDES, A. M., & FERREIRA, M. C., & Cruz, R. M. (2007). Inventário sobre Trabalho e Riscos de Adoecimento – ITRA: Instrumento auxiliar de diagnóstico de indicadores críticos no trabalho. In A. M. Mendes (Ed.), **Psicodinâmica do Trabalho: teoria, método e pesquisas** (p. 111-126). São Paulo: Casa do Psicólogo.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Decreto No 6.571**, de 17 de setembro de 2008. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6571.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6571.htm) [acessado em 01 de agosto de 2018].

NARANJO, M. P. L.; MARTIN, A. H.; GOMEZ, M. C. S. Da integração à escola inclusiva na Espanha. **Estilos clín.**, São Paulo, v. 5, n. 9, p. 8-31, 2000.

NAUJORKS, M. I.; NUNES SOBRINHO, F.P. (Orgs.). **Pesquisa em Educação Especial - O desafio da qualificação**. Bauru: Edusc, 2001.

NELSON, L. L. **Design and deliver: planning and teaching using universal design for learning**. Paul. H. Brookes Publishing, 2014.

NORMAN, D. A. **The design of everyday things**. New York: Perseus Book, 2013.

NUNES, C.; MADUREIRA, I. Desenho Universal para a Aprendizagem: Construindo práticas pedagógicas inclusivas. **Da investigação às práticas**, v. 5, n. 2, p. 126-143, 2015.

OLIVEIRA, F. I. W. **A Importância dos Recursos Didáticos Adaptados no Processo de Inclusão de Alunos com Necessidades Especiais**. São Paulo, 2002.

OLIVEIRA, M. A. M.; FREITAS, M. V. T. Políticas contemporâneas para o ensino superior: precarização do trabalho docente? **Revista Extraclasse**, Belo Horizonte, n.1, v. 2, ago. 2008.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência**. Nova Iorque, 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **CID –10**, tradução do Centro Colaborador da OMS para a Classificação de Doenças em Português. 9 ed. São Paulo: EDUSP, 2003.

PAIM, C. M. C. Integração Escolar do aluno com cegueira: da interação à ação. 2002.182f. **Dissertação** (Mestrado em Educação), Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia.

PASCHOARELLI, L. C.; DA SILVA, J. C. P. Design ergonômico: uma revisão dos seus aspectos metodológicos. **Conexão-Comunicação e Cultura**, v. 5, n. 10, 2006.

PELOSI, M. B. As contribuições da comunicação alternativa no processo de inclusão escolar de uma criança com disfunção neuromotora. In: **Congresso brasileiro de comunicação alternativa**, 2007, Campinas.

PIRES, R. F. M.; RAPOSO, P. N.; MÓL, G. S. Adaptação de um livro didático de Química para alunos com deficiência visual. **Anais**, VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis, SC, 2007.

PREECE, J.; ROGERS, I.; SHARP. H. **Design de Interação**. São Paulo – SP: Bookman, 2005.

**PUBLIC LAW 108-364**. 108th Congress, 2004. Tradução Rita Bersch. Disponível em [http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=108\\_cong\\_public\\_laws&docid=f:publ364.108](http://frwebgate.access.gpo.gov/cgi-bin/getdoc.cgi?dbname=108_cong_public_laws&docid=f:publ364.108). Acesso em 05 de agosto de 2018.

RANA, M. M.; CIRSTEANU, M.; REYNOLDS, T. Developing a prototype using mobile devices to assist visually impaired users, **IEEE International Symposium on Industrial Electronics**, Cambridge, p.1826-1830, 2008.

RAPOSO, P.N.; MÓL, G.S. A diversidade para aprender conceitos científicos: a ressignificação do ensino de ciências a partir do trabalho pedagógico com alunos cegos. In: SANTOS, W.L.P. e MALDANER, O.A. (Orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

RAZUCK, R. C. S.R.; BORGES GUIMARÃES, L. O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. **Revista Educação Especial**, v. 27, n. 48, 2014.

ROSE, D. H.; MEYER, A. **Teaching every student in the digital age: Universal design for learning**. Alexandria: ASCD. 2002.

**Sociedade Brasileira de Baixa Visão**, 2017. Disponível em: <http://www.cbo.com.br/subnorma/conceito.htm>. Acesso em 19 de junho de 2018.

SÁ, E. D.; CAMPOS, I. M.; SILVA, M. B. C. **Atendimento educacional especializado: deficiência visual**. 1 ed. Brasília: MEC, 2007.

SANTOS, M. J. A escolarização do aluno com deficiência visual e sua experiência educacional. **Dissertação** (Mestrado), Universidade Federal da Bahia: Salvador-BA, 2007.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e a sua formação**. 3.ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

SILVEIRA, C.M. (2010). Professores de alunos com deficiência visual: saberes, competências e capacitação Porto Alegre/RS. Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica. **Dissertação** (Mestrado em Educação).

SIMONELLI, A. P.; CAMAROTTO, J. A. Análise de atividades para a inclusão de pessoas com deficiência no trabalho: uma proposta de modelo. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 1, p. 13-26, 2011.

STANTON, N. A.; BARBER, C. Factors affecting the selection of methods and techniques prior to conducting a usability evaluation. In: JORDAN, P. W.; THOMAS, **Usability evaluation in industry**. London: Taylor & Francis, p. 39-48, 1996.

STERNBERG, R. **Psicologia Cognitiva**. Artmed Periódicos, 2000.

TOLEDO, C. E.; PEREIRA, D. R. Deficiência visual no Ensino Fundamental. In: **visual**. 1 ed. Brasília: MEC, 2007.

VAZ, J. M. C.; PAULINO, A.L.S.; BAZON, F.V.M.; KIILL, K.B.; ORLANDO, T.C.; REIS, M.X.; MELLO, C. Material didático para ensino de Biologia: possibilidades de inclusão. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 1-24, 2012.

VYGOTSKY, L. S. **Teoria e método em psicologia**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

VYGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas**. Volume V, Fundamentos de Defectologia, Madrid: Visor, 1997.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. **Educação Unisinos**. v.22, n.2, p. 147-155, 2018.

## APÊNDICE A - ARTIGOS LIDOS NA ÍNTEGRA

AUTOR	TÍTULO	ANO	PERIÓDICO
<i>Kim H.B., Cha J.,</i>	<i>A case study on the visually impaired secondary students' conception of the changes of state of water</i>	2018	<i>Journal of the Korean Chemical Society</i>
<i>Svaigen A.R., Martimiano L.A.F.,</i>	<i>NetAnimations Mobile App: Improvement of Accessibility and Usability to Computer Network Learning Animations</i>	2018	<i>IEEE Latin America Transactions</i>
<i>Magasi S., Harniss M., Heinemann A.W.,</i>	<i>Interdisciplinary Approach to the Development of Accessible Computer-Administered Measurement Instruments</i>	2018	<i>Archives of Physical Medicine and Rehabilitation</i>
<i>Azeta A.A., Inam I.A., Daramola O.,</i>	<i>Voice-based e-examination framework for visually impaired students in open and distance learning</i>	2018	<i>Turkish Online Journal of Distance Education</i>
<i>Azeta A.A., Fatinikun D.O., Nkiruka U.M., Ogese M.O., Abimbola F.O.,</i>	<i>A flipped classroom model for adaptive systems in E-learning</i>	2018	<i>Proceedings of the International Conference on e-Learning, ICEL</i>
<i>[No author name available],</i>	<i>Documento_introducao_AHFE 2017 International Conference on Usability and User Experience, 2017</i>	2018	<i>Advances in Intelligent Systems and Computing</i>
<i>Bateman A., Zhao O.K., Bajcsy A.V., Jennings M.C., Toth B.N., Cohen A.J., Horton E.L., Khatrar A., Kuo R.S., Lee F.A., Lim M.K., Migasiuk L.W., Renganathan R., Zhang A., Oliveira M.A.,</i>	<i>A user-centered design and analysis of an electrostatic haptic touchscreen system for students with visual impairments</i>	2018	<i>International Journal of Human Computer Studies</i>
<i>Iqbal M.Z., Shahid S., Naseem M.,</i>	<i>Interactive Urdu braille learning system for parents of visually impaired students</i>	2017	<i>ASSETS 2017 - Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility</i>
<i>Azeta A.A., Inam I.A., Daramola O.,</i>	<i>Developing e-examination voice interface for visually impaired students in open and distance learning context</i>	2017	<i>2017 Conference on Information Communication Technology and Society, ICTAS 2017 - Proceedings</i>
<i>Menzi-Çetin N., Alemdağ E., Tüzün H., Yıldız M.,</i>	<i>Evaluation of a university website's usability for visually impaired students</i>	2017	<i>Universal Access in the Information Society</i>

Horton E.L., Renganathan R., Toth B.N., Cohen A.J., Bajcsy A.V., Bateman A., Jennings M.C., Khattar A., Kuo R.S., Lee F.A., Lim M.K., Migasiuk L.W., Zhang A., Zhao O.K., Oliveira M.A.,	<i>A review of principles in design and usability testing of tactile technology for individuals with visual impairments</i>	2017	Assistive Technology
Alhussayen A., Jafri R., Benabid A.,	<i>Requirements' elicitation for a tangible interface-based educational application for visually impaired children</i>	2017	Advances in Intelligent Systems and Computing
McKay M.,	<i>Accessibility challenges of hybrid mobile applications</i>	2017	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)
Joshi T., Choi Y.M.,	<i>Designing accessible course registration for users with visual impairments</i>	2017	Advances in Intelligent Systems and Computing
[No author name available],	<i>Documento Introducao_XII Jornadas Iberoamericanas de Ingenieria de Software e Ingenieria del Conocimiento 2017, JIISIC 2017 - Held Jointly with the Ecuadorian Conference on Software Engineering, CEIS 2017 and the Conference on Software Engineering Applied to Control and Automation Systems, ISASCA 2017</i>	2017	XII Jornadas Iberoamericanas de Ingenieria de Software e Ingenieria del Conocimiento 2017, JIISIC 2017 - Held Jointly with the Ecuadorian Conference on Software Engineering, CEIS 2017 and the Conference on Software Engineering Applied to Control and Automation Systems, ISASCA 2017
Supalo C.A.,	<i>ConfChem Conference on Interactive Visualizations for Chemistry Teaching and Learning: Concerns Regarding Accessible Interfaces for Students Who Are Blind or Have Low Vision</i>	2016	Journal of Chemical Education
[No author name available],	<i>Documento Introducao_International Conference on Design for Inclusion, 2016</i>	2016	Advances in Intelligent Systems and Computing
Huang P.-H., Chiu M.-C., Hwang S.-L., Wang J.-L.,	<i>Investigating e-learning accessibility for visually-impaired students: An experimental study</i>	2015	International Journal of Engineering Education
Cavaco S., Simões D., Silva T.,	<i>Spatialized audio in a vision rehabilitation game for training orientation and mobility skills</i>	2015	DAFx 2015 - Proceedings of the 18th International Conference on Digital Audio Effects

<i>Eidaroos A., Alkrajji A.,</i>	<i>Evaluating the usability of library websites using an heuristic analysis approach on smart mobile phones: Preliminary findings of a study in Saudi universities</i>	2015	<i>Advances in Intelligent Systems and Computing</i>
<i>Stočes M., Masner J., Jarolímek J., Šimek P., Vaněk J., Ulman M.,</i>	<i>Cross-platform user interface of e-learning applications</i>	2015	<i>Proceedings of the 11th International Conference on Mobile Learning 2015, ML 2015</i>
<i>[No author name available],</i>	<i>ICEIS 2015 - 17th International Conference on Enterprise Information Systems, Proceedings</i>	2015	<i>ICEIS 2015 - 17th International Conference on Enterprise Information Systems, Proceedings</i>
<i>[No author name available],</i>	<i>ICEIS 2015 - 17th International Conference on Enterprise Information Systems, Proceedings</i>	2015	<i>ICEIS 2015 - 17th International Conference on Enterprise Information Systems, Proceedings</i>
<i>[No author name available],</i>	<i>ICEIS 2015 - 17th International Conference on Enterprise Information Systems, Proceedings</i>	2015	<i>ICEIS 2015 - 17th International Conference on Enterprise Information Systems, Proceedings</i>
<i>Da Silva Sampaio C.F.,</i>	<i>Introduction to web accessibility</i>	2014	<i>New Research on Assistive Technologies: Uses and Limitations</i>
<i>Rana A., Zincir I., Basarici S.,</i>	<i>A proposal for a novel e-learning system for the visually impaired</i>	2014	<i>Proceedings of the European Conference on e-Learning, ECEL</i>
<i>Oswal S.K.,</i>	<i>Access to digital library databases in higher education: Design problems and infrastructural gaps</i>	2014	<i>Work</i>
<i>Sahasrabudhe S., Lockley M.W.,</i>	<i>Understanding blind user's accessibility and usability problems in the context of myITlab simulated environment</i>	2014	<i>20th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2014</i>
<i>[No author name available],</i>	<i>Documento Introducao_ASSETS14 - Proceedings of the 16th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility</i>	2014	<i>ASSETS14 - Proceedings of the 16th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility</i>
<i>Meyer C.H., Stanzel B.V., Moqaddem S., Brohlburg D.,</i>	<i>Healthcare "Apps" for Smartphones: Relief or toy for patients and the visual impaired?</i>	2012	<i>Der Ophthalmologe</i>

<i>Song D., Karimi A., Kim P.,</i>	<i>Toward designing mobile games for visually challenged children</i>	2011	<i>Proceeding of the International Conference on e-Education Entertainment and e-Management, ICEEE 2011</i>
<i>Li Y., Johnson S., Nam C.,</i>	<i>Haptically enhanced user interface to support science learning of visually impaired</i>	2011	<i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i>
<i>Plimmer B., Reid P., Blagojevic R., Crossan A., Brewster S.,</i>	<i>Signing on the tactile line: A multimodal system for teaching handwriting to blind children</i>	2011	<i>ACM Transactions on Computer-Human Interaction</i>
<i>[No author name available],</i>	<i>1st International Conference on Design, User Experience and Usability, DUXU 2011 held as part of the 14th International Conference on Human-Computer Interaction, HCI International 2011</i>	2011	<i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i>
<i>Şat N.,</i>	<i>Web accessibility and edemocracy: Empowering citizens with disabilities online</i>	2010	<i>Proceedings of the European Conference on e-Government, ECEG</i>
<i>Sodnik J., Tomažič S.,</i>	<i>Spatial speaker spatial positioning of synthesized speech in Java</i>	2010	<i>Lecture Notes in Electrical Engineering</i>
<i>Ismail N., Zaman H.B.,</i>	<i>Search engine module in voice recognition browser to facilitate the visually impaired in virtual learning (MGSYS VISI-VL)</i>	2010	<i>World Academy of Science, Engineering and Technology</i>
<i>Ferreira S.B.L., da Silveira D.S., do Amaral Leal Ferreira M.G., Nunes R.R.,</i>	<i>Making the web accessible to the visually impaired</i>	2009	<i>Multimodal Human Computer Interaction and Pervasive Services</i>
<i>Azeta A.A., Ayo C.K., Atayero A.A., Ikhu-Omoregbe N.A.,</i>	<i>Application of VoiceXML in e-learning systems</i>	2009	<i>Cases on Successful E-Learning Practices in the Developed and Developing World: Methods for the Global Information Economy</i>
<i>Fryia G.D., Wachowiak-Smolikova R., Wachowiak M.P.,</i>	<i>Web accessibility in the development of an E-learning system for individuals with cognitive and learning disabilities</i>	2009	<i>2009 1st International Conference on Networked Digital Technologies, NDT 2009</i>

Ahmed S.T., Candan K.S., Cidambaram S., Gaur S., Jong W.K., Kim M., Sundaram H., Wang X., Yu R.,	Enabling accessible interfaces to digital library content	2009	Proceedings - 2009 IEEE International Conference on Multimedia and Expo, ICME 2009
Yamaguchi T., Johnson S., Kim H.N., Li Y., Nam C.S., Smith- Jackson T.L.,	Haptic science learning system for students with visual impairments: A preliminary study	2009	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)
Rana M.M., Cirstea M., Reynolds T.,	Developing a prototype using mobile devices to assist visually impaired users	2008	IEEE International Symposium on Industrial Electronics
Ferreira S.B.L., da Silveira D.S., Chauvel M.A., Ferreira M.G.A.L.,	E-accessibility: Making the web accessible to the visually impaired persons	2008	14th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2008
Leporini B., Buzzi M.,	Learning by e-Learning: Breaking down barriers and creating opportunities for the visually-impaired	2007	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)
Bocconi S., Dini S., Ferlino L., Martinoli C., Ott M.,	ICT educational tools and visually impaired students: Different answers to different accessibility needs	2007	Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)
Boggess J., Harding C.,	Improving introductory calculus education with 3-D visualization and virtual touch (haptics)	2007	Proceedings - 2nd International Multi- Symposiums on Computer and Computational Sciences, IMSCCS'07
Rakesh B., Rahul S., Lakshmi I., Vishal M.,	Differences in factors affecting academic success for disabled individuals in technology-mediated learning environments	2007	Association for Information Systems - 13th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2007: Reaching New Heights
Dini S., Ferlino L., Gettani A., Martinoli C., Ott M.,	Educational software and low vision students: Evaluating accessibility factors	2007	Universal Access in the Information Society

<i>Williams P., Jamali H.R., Nicholas D.,</i>	<i>Using ICT with people with special education needs: What the literature tells us</i>	2006	<i>Aslib Proceedings: New Information Perspectives</i>
<i>Rodríguez E.P.G., Domingo M.G., Ribera J.P., Hill M.A., Jardí L.S.,</i>	<i>Usability for all: Towards improving the E-learning experience for visually impaired users</i>	2006	<i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i>
<i>Evans S., Hoppe U., Huellen J., Koenig P., Paczko J., Reiber S., Schmidt S., Tamosiuniene L., Tiplicky P., Vakman T.,</i>	<i>Selected e-Learning education for visually impaired people (SEE-VIP) - developing an accessible e-Learning platform</i>	2006	<i>Proceedings of the European Conference on Games-based Learning</i>
<i>Dini S., Ferlino L., Martinoli C.,</i>	<i>Usability of educational software for visual impairment: A question of viewpoint</i>	2004	<i>Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)</i>
<i>Uslan M.M., Eghtesadi K., Burton D.,</i>	<i>Accessibility of blood glucose monitoring systems for blind and visually impaired people</i>	2003	<i>Diabetes Technology and Therapeutics</i>
<i>Jacobson R.D.,</i>	<i>Representing spatial information through multimodal interfaces</i>	2002	<i>Proceedings of the International Conference on Information Visualisation</i>
<i>Pieper M.,</i>	<i>BSCW for disabled teleworkers: Usability evaluation and interface adaptation of an Internet-based cooperation environment</i>	1997	<i>Computer Networks</i>
<i>Giraud, Stephanie; Brock, Anke M.; Mace, Marc J. -M.; et al.</i>	<i>Map Learning with a 3D Printed Interactive Small-Scale Model: Improvement of Space and Text Memorization in Visually Impaired Students</i>	2007	<i>Frontiers in Psychology</i>
<i>Rubin, Malgorzata</i>	<i>Usefulness of specialized information and communication tools in mathematics education of visually impaired students - the results of teachers' opinion survey</i>	2016	<i>e-Mentor</i>
<i>Balan, Oana; Moldoveanu, Alin; Moldoveanu, Florica; Dascalu, Maria-Iuliana</i>	<i>Audio games-a novel approach towards effective learning in the case of visually-impaired people</i>	2014	<i>ICERI2014: 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF EDUCATION, RESEARCH AND INNOVATION</i>

<i>Schalnus, R.; Meyer, C.; Hoppe, T.; et al.</i>	<i>Modular Semiquantitative Quality Assessment of Ophthalmic Health Information on the Internet - Reproducibility and Correlation between Different Assessment Categories</i>	2009	<i>KLINISCHE MONATSBLATTER FUR AUGENHEILKUNDE</i>
<i>Rana, Mukhtar Masood; Cirstea, Marcian; Reynolds, Tim</i>	<i>Developing a prototype using mobile devices to assist visually impaired users</i>	2008	<i>IEEE International Symposium on Industrial Electronics</i>

## APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO

**Título da dissertação:** VALIDAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: CONSTRUÇÃO MÚTUA ENTRE USUÁRIOS E PROJETISTAS. (Somente para os professores/ supervisores, pois os dos alunos estão junto com o do projeto Vertátil).

**Responsável:** Thaís A. de Souza Turino.

**Informações aos trabalhadores:** Trata-se de uma pesquisa que propõe um protocolo para avaliação de protótipos de material didático para pessoas com deficiência visual (Os protótipos a serem avaliados são parte dos resultados obtidos no projeto de pesquisa intitulado “Vertátil: Desenvolvimento de recursos didáticos para ensino e aprendizagem de pessoas com deficiência visual” – processo CNPq 442261/ 2016-0). O objetivo consiste em coletar as percepções das três perspectivas que compõem a concepção e uso de um material didático: projetistas, usuários (professores) e usuários (alunos). Os professores que participarem desta coleta de dados terão suas respostas estudadas para colaborar com a pesquisa. Este estudo é bastante importante para que possamos conhecer as percepções dos professores.

Eu, \_\_\_\_\_, abaixo assinado, estou ciente que faço parte da pesquisa intitulada acima. Contribuirei com dados ao responder este questionário. Declaro estar ciente: 1) do objetivo do trabalho; 2) da segurança de que não serei identificado e que será mantido o caráter confidencial das informações que prestarei; e 3) de ter liberdade de recusar a participar da pesquisa.

Sorocaba, \_\_\_\_\_ de  
2018.

---

Assinatura

## APÊNDICE C - RESULTADOS DAS ENTREVISTAS DOS PROJETISTAS

### Projetista A

“Cargo: Engenheiro de Produção, orientador do projeto e professor associado há um ano e meio. Basicamente para o desenvolvimento, conversar com os usuários e perceber quais são as demandas. Temos dois, o intermediário, que é o docente, e o estudante que é usuário final. Conversar com os dois, identificar quais são os conteúdos escolares que devem ser abordados com os recursos, desenvolver o primeiro protótipo, mandar para o professor e para os usuários finais, receber devolutiva e aperfeiçoá-lo, enviar novamente para uso em sala de aula, e há a capacitação dos docentes, essas são as etapas principais. Tem também as complementares e necessárias, como desenvolvimento dos protocolos e de avaliação, tanto a avaliação técnica, como a pedagógica, usabilidade técnica no âmbito pedagógico para saber como que está o material, se o recurso é adequado, se está tendo alguma contribuição para aprendizagem. No final do projeto, novamente, receber todos esses dados, fazer o relatório final e verificar o que foi de positivo e negativo. Posso dizer que os protótipos seguiram as mesmas etapas, na verdade, todos que estavam previstos sim, alguns que foram demandas paralelas, que surgiram da nossa cabeça ou de outras ideias de alguns professores, e esses foram direto para práticas, com testes em salas de aulas (foram uns dois ou três), e estamos aguardando a devolutiva. Os projetistas que fizeram parte do projeto basicamente foram três. E alguns desenhos, as ideias e avaliações de professores, alguns usuários finais, alguns alunos, uns 3 ou 4 alunos, que contribuíram para o desenvolvimento do protótipo. Miguel, Plínio, Cleyton e o bolsista Lucas, desenhamos, pegamos as ideias, desenhamos as peças e imprimimos. Tem também, como pode ser colocado, os alunos e os professores que entraram com ideias e informações. A Beatriz fez toda a parte de experimentação pedagógica para teste e a Thaís para questões de usabilidade técnica. Ficávamos no laboratório da Universidade e nas escolas, por exemplo, com Thaís, Miguel, Plínio e o Cleyton. Algumas vezes fomos a uma escola, à secretaria, mas majoritariamente laboratório. Os protótipos que já fizemos são 15. É difícil de descrever porque além de muito detalhados, há as funções de cada um deles, e as funções são diversas, difícil, não vou conseguir descrever. Estão

sendo feitos alguns documentos, mas não estão prontos; de modo geral, como linha geral básica, são materiais de fácil uso, resistentes, de fácil compreensão, grande durabilidade e de custo baixo. Nem todos são de impressão 3D, um ou outro faz uso de materiais comprados prontos e outros que a matéria prima tem que ser trabalhada, mas minimamente e alguns que não têm nada de impressão 3D. No caso do gráfico, usamos materiais comprados não prontos, mas compramos e eles foram adaptados em laboratório; todos os protótipos vão acompanhados de um guia de uso e de uma orientação pedagógica. A equipe de trabalho foi montada em função da especialidade, sendo composta por cinco pessoas ou seis pessoas. A coordenação da pesquisa está locada aqui no LASP. As áreas atendidas foram biologia, química, física, geografia, matemática e artes. A estratégia adotada pelo grupo para o desenvolvimento da pesquisa foi totalmente colaborativa, desde, a identificação dos temas a serem trabalhados, os conteúdos dentro de cada área, até o teste e a entrega da versão final. Houve uma aproximação do pesquisador com as escolas, os alunos, com a diretoria de ensino, secretarias de Educação Municipal e Estadual, mas a que deu resultado, por enquanto, foi a Estadual. A Municipal, por uma série de motivos, não conseguiu firmar a parceria a tempo, mas nos aproximamos da Municipal também. O curso de extensão foi uma atividade realizada no primeiro semestre de 2017 e foram 3 meses 52 horas de curso. As áreas, as disciplinas encontramos nos projetos de 2012 a 2014 que foram para a Finep e, por questão de afinidade ou de *feeling*, essas áreas foram escolhidas por acharmos que seria interessante, eventualmente, por ter lido alguma coisa, mas não teve nenhuma sendo uma escolha a mais. Os professores, os usuários, especialmente os especializados indicaram o conteúdo escolar a ser trabalhado em cada área. Levantamento da fundamentação teórica, que embasou os protótipos, na verdade, partiu da definição dos conteúdos. Foram estudados os materiais utilizados nas escolas, as orientações pedagógicas utilizadas pelas escolas e pelos professores em leitura de artigo científico e as orientações da professora Cátia Caiado da área de educação. Como foi feito o levantamento técnico? Por uma curva de aprendizado que o grupo já tinha testado com outros projetos, então, na verdade, na própria escrita do projeto já se previa a utilização de impressão 3D de filamento ABS, por conta da experiência que o grupo tinha mesmo. Qual a estrutura demandada? A impressora, software de desenho, computador, espaço, para colocar todos esses recursos, tempo para visitar as escolas e conseguir desenvolver inclusive o protocolo ético para ser aprovado pelo comitê de ética da Universidade. O processo de concepção das ideias ocorreu por meio de debate

entre os próprios projetistas, entre projetistas com bolsistas, projetistas com usuários finais, enfim, com todo mundo. Houve consulta de literatura? Houve todo um levantamento de informação na literatura, nos bancos de dados de outros desenhos já feitos em outros lugares, consultas de material didático principalmente em livros do ensino médio e uso de experiências prévias, até da própria fase de formação dos projetistas para ter as ideias dos protótipos. Está sendo assim: faz teste, volta; vários testes estão sendo feitos ainda. Assim, a gente não sabe por que está testando, se teve alinhamento total, o que alinhou e o que não alinhou. Tem a variável, não é pesquisa feita em laboratório, depende da agenda de muita gente, então, como está sendo o alinhamento é preciso haver muitos testes e, muita conversa. Foram feitos esboços de papéis em programas CAD, às vezes. O software adquirido pelo projeto é um programa que fez esboços de todos os desenhos. Foi sentar na frente do computador e desenhar em um processo mental no qual se esboçava alguma coisa no papel; à medida que ia desenhando, você vai percebendo ideias que não vão ser bem interessantes em função das próprias variáveis já identificadas pelo usuário e da limitação técnica da própria tecnologia impressão 3D usada por deposição de material fundido. Assim, à medida que você vai desenhando, vai percebendo esses problemas e fazendo possíveis correções. Depois, uma vez desenhado, impresso, testado, volta e vai se adaptando. Foram feitos muitos desenhos, mas não temos o número certo. Porém, com certeza, passa ou chega perto de mil esboços. Isso pela condição de eles serem dirigidos para pessoas cegas; assim, não dá para fazer a validação do projeto antes da impressão 3D. Você imprime, valida e em cima desse tatear, valida eventualmente para alguns projetos. Algumas ideias eram levadas aos usuários, ao José, o bolsista, para ele imaginar e a gente verificar se a ideia era interessante. Outros produtos impressos iam, ou para o usuário final, ou para o usuário intermediário que é o professor. Dessa forma, no processo - impressão, validação, reimpressão - foram impressos vários e vários até se chegar as impressões finais. A escolha dos materiais utilizados foi pela experiência que nós tínhamos e a ABS no momento final da concepção. Mas, em alguns casos, ela foi utilizada para testes de funcionalidade e componentes do sistema. Assim, você tem o primeiro protótipo, o segundo protótipo e um terceiro, então, pode-se falar versões intermediárias de protótipos até se chegar à versão final. Com alguns alunos, aqueles mais velhos, a gente levava para testar, assim como com professores, com bolsistas ou com o projetista. Às vezes, não ficava tão ruim, em outros, a gente já via de cara que não ia dar certo. Em alguns casos, 3 ou 4 específicos, foram feitas uma reprodução de forma

exatamente como encontrada - a Vênus do Willendorf - mas todos os outros foram construídos. Mesmo nos protótipos que já existiam, houve adaptações porque já havia padrões preexistentes, identificados em termos de pré-requisitos que deveria ter o material quanto à forma, ao texto, textura, ao brilho, bem como com relação à conclusão de braile ou por conta de alguma informação ou forma, através de signos, para mostrar algo que originalmente a peça não mostrava. Uso em entrevista, filmagem, foto, aquisição de imagem para verificar o uso e a entrevista diretamente com o usuário final ou com o intermediário. Artigos em congressos, em periódicos e, além disso, um dos resultados da pesquisa, que é o repositório digital, além de ser um serviço ou um resultado do projeto, ele também vai ser um difusor desse nosso projeto dos resultados e dos recursos. Existe a intenção de produzir para aquelas instituições participantes, mas em larga escala não, a ideia, mas que isso seja disponibilizado em arquivo digital e aí cada pessoa, onde é que ela esteja, possa fazer downloads desse arquivo e imprimir quantas vezes ela quiser. Não pode vender, mas vai poder imprimir e usar para aquilo que desejar, por exemplo, na área de capacitação em educação na formação de outras pessoas”.

### **Projetista B**

“Cargo: Engenheiro mecânico, mestrado e doutorado em materiais, aula desde 1999. Atualmente professor adjunto, dedicação exclusiva. 10 anos. As principais etapas do projeto: foram feitos o levantamento da demanda dos alunos, a geração de alternativas projetuais, as ideias, depois parcerias para elaboração de desenhos, tentar concretizar essas alternativas, impressão 3D para materializar as alternativas, testes com professores, coordenadores de área, depois algum tipo de alteração, monitoramento, alteração de desenho, impressão novamente, teste em sala de aula e, sendo um processo cíclico, voltam as sugestões de ações, ajustes, redesenha e depois nova impressão de novo. Por fim, quando validada, a ideia é colocar em um repositório virtual, disponibilizando os arquivos para tornar público, para que possam ser impressos em qualquer lugar do mundo. Não. Teve protótipos que as ideias não foram discutidas com os coordenadores e professores de área, porém foram geradas entre os projetistas tendo em vista a demanda, como o suporte para smartphone. A ideia surgiu em uma feira de Tecnologia Assistiva e depois a materializamos em forma de projeto e está ajudando

alunos com baixa visão. Fugiu um pouco do escopo do projeto com as disciplinas, mas virou uma ferramenta de apoio para uso de lupa, de celular muito bom. Projetistas: Professor Miguel, Professor Clayton, Técnico Plínio e tivemos um bolsista em alguns meses do curso de engenharia, que nos ajudou na parte de geografia, a elaborar o quebra cabeça dos mapas, agora nós temos mais um projetista, pois o primeiro já não está mais vinculado ao projeto, que também tem nos ajudado a reproduzir o recurso do neurônio, criou aquele dos vértices para usar palito de churrasco, para fitas geométricas, e agora está ajudando em uma caracterização do estado da matéria; então, somos quatro projetistas atualmente. Nós, projetistas, ficamos no laboratório de prototipagem, que pertence ao departamento de engenharia de produção; no local, usamos notebooks próprios ou um computador que foi adquirido em outro projeto do CNPQ, usamos muito um software Sketchup Pro 2018, que conseguimos a licença com esse projeto Vertátil, as impressões 3D também são realizadas no laboratório e a parte que precisa de algum tipo de manufatura de madeira é feita pelo equipamento router que também fica nesse laboratório. A Vênus, nós encontramos a demanda durante o curso, quando a professora de artes, mostrou uma imagem do livro didático que ela usava e nos questionou como ela poderia apresentar, descrever essa estatueta de rocha para uma criança que não estaria vendo a figura. Nós achamos o arquivo pronto na Internet de um museu da Europa e a imprimimos. É uma peça de plástico, bem definida, com tamanho em escala um para 1, com 11 cm de altura. As 3 sombras do Rodin, disponibilizado por um museu Francês, arquivo pronto e em escala reduzida; esse não estava no livro, mas achamos interessante para poder colaborar com a área de Artes. Abaporu foi uns dos projetos criados pelos projetistas. A gente pensou por ser uma arte ícone da arte brasileira, do Modernismo e por ter forma simples. Foi um teste que a gente fez para montar um quebra cabeça, e acabou dando certo. Consultamos a fundação Tarsila do Amaral, administrada pela sua sobrinha neta, que nos permitiu usar o Abaporu. Cadeira alimentar (Biologia) foi demandada do curso de especialização e foi desenhada e impressa aqui; provavelmente esteja em fase de teste agora com os alunos; trata-se de uma representação de seres da cadeia alimentar e, apesar de ter o perfil do animal, do ser, são figuras planas que se encaixam em uma placa de madeira furada usada para quadro de ferramentas. As ligações entre os seres são feitas por elásticos e as ponteiras de plásticos impressos. O Neurônio (Ciências), existem alguns arquivos de desenhos na Internet, porém, nenhum projetado para pessoas cegas; então, nós fizemos uma adaptação, de alguns desenhos. Os dendritos, por exemplo, acabei pegando nos arquivos

de árvores; não havia nada com as especificações do neurônio em braile, então, nós colocamos. Não é nada muito elaborado, mas pode ser bem útil para tentar explicar as partes do corpo do neurônio. Representação do gráfico (Matemática) foi uma demanda antes do curso de especialização. Nós já o tínhamos em mente, até tentamos fazer disso um TG, um estudo de trabalho de graduação (pesquisa), mas não evoluiu muito; porém, depois conseguimos chegar a um estágio que, para nós, foi satisfatório. Nós queremos deixar esse projeto aberto na Internet para que as pessoas pudessem criar para os seus próprios filhos ou alunos. De material vai uma prancheta, nós fizemos vários testes de materiais, nós precisávamos fazer uma placa perfurada e o material que melhor se adaptou, sendo fácil de ser encontrado no mercado, foi o das tábuas de plásticos para carnes, brancas, de polipropileno e são fáceis de furar. Nós temos um roteiro dos materiais (quase que ingredientes de receita), para a pessoa construir; o fundamento dele é o uso de ímã; através de uma chapa galvanizada de calhas coladas na prancheta, se sobrepõe essa placa perfurada onde estariam as coordenadas dos pontos, eixo y e eixo x. A pessoa cega poderia receber a tabela, os ímãs e por meio de braile ou via áudio ir colocando os pontos que seriam os ímãs na forma de disco que se encaixariam nos furos de acordo com a posição do x e do y; depois, ela colocaria uma corrente, de bijuteria, uma corrente de esferas metálicas, de aço, em forma de bolas, que você consegue fixá-las nesses ímãs posicionados nas posições x e y e fazer a curva do gráfico. Sobreposta nessa corrente e placa perfurada há uma folha A4 comum e, por cima dela, para terminar, se põe uma placa de EVA que deve ser comprimida com as mãos. Ao ser levantada, podemos ver que o papel A4 fica com um cursor como se fosse em braile; então, seria um dispositivo para que os alunos pudessem levar para casa, fazer exercício de gráfico e que, ao mesmo tempo, um professor vidente pudesse corrigir. Em um primeiro momento, nós tínhamos um bolsista cego que nos ajudava muito, com relação ao tamanho; nos arquivos protos nós não mexemos; é o tamanho real, o neurônio em si, todos os materiais que nós usamos, a impressão em braile, nós seguimos um padrão; existe uma norma na questão do construtor de gráfico e o tamanho é pertinente a uma prancheta comum de plástico, encontrada em papelaria; os tamanhos das esferas é um pouco maior que o ponto braile, para poder dar impressão em um papel comum. Com um pouco de bom senso dos projetistas, um pouco de palpite do bolsista cego e, agora, com o retorno dos usuários, consegue-se adequar melhor essas características. Pensando em baixa visão, a gente sempre tenta fazer contrastes das cores; são sempre cores com contrastes, simplicidade de uso é uma coisa

que sempre buscamos, pois pensamos em diversos tipos de usuários já que não é só deficiência que determina a dificuldade, às vezes, é questão cultural. Em questão da resistência, tem as limitações, a ideia de material feito em plástico é melhor que o material geralmente feito artesanalmente pelos professores, usando fios de lã, muito barbante, cola, muito recorte, papel cartão, EVA. A ideia é que se tenha uma durabilidade melhor, que possa ser tateado e ao mesmo tempo, se cair no chão e não quebrar; sempre tentamos arredondar cantos, não deixando arestas cortantes ou pontiagudas, pensando na segurança, simplicidade no uso; às vezes, a criança tem pouca idade ou cultura, então, tem que ser uma coisa bem simples e representativa. O de Artes, ao tatear para descobrir a forma, tem que ter legenda do tamanho real. Como, por exemplo, a obra 3 Sombras ficou muito pequena nessa escala, não ficou boa, vamos ter que fazer outra, já notamos isso, mesmo sem ir aos usuários. Estimulação sonora por enquanto não tem, mas está sendo construída para o estudo de física, de dinâmica do plano inclinado que, pela largada, para se soltar o veículo, vai ter questão sonora que dá para servir como um ponto de referência. O de química tenta representar as ligações atômicas, modelo de Bohr, mostrando a interação dos átomos que estão na camada de valência; porém, ele tem uma limitação que não representa, ligação metálica, ele ajuda com a ligação covalente e com a iônica. Seleção e conteúdo, nós sempre buscamos colocar usuários na equipe de projeto, nós consideramos todo o levantamento do curso de extensão, todos os diálogos com o bolsista cego, com as crianças, mesmo com os alunos da rede estadual, por isso, acreditamos que conseguimos trazer para prototipação essas pessoas. De desenhistas e projetistas são 4 atualmente: a professora Andrea, na área de ergonomia, outra na área de saúde e um fisioterapeuta do Instituto Maria Clara, colaborando com o projeto. É uma equipe multidisciplinar e foi composta desde o momento da elaboração do projeto, submetido primeiramente ao FINEP e depois ao CNPQ, e os outros a partir do curso de extensão. A coordenação está com o professor Miguel, há muito diálogo. Professora Cátia Caiado, da parte de educação especial, foi importante para termos os contatos de alunos e professores da rede estadual, foi uma experiência muito boa. As áreas atendidas têm, como foco, a educação. Estratégia foi aproximação com os usuários (professores e alunos) e geração de ideias. As disciplinas foram escolhidas, na elaboração do projeto. Antes de submetê-lo, pensamos nas disciplinas e que os materiais táteis poderiam ajudar. No início, foram 5 disciplinas, biologia, química, física, matemática e artes, porém depois de uma discussão com o pessoal do Instituto Benjamin Constant do Rio

de Janeiro se incluiu química, por sugestão deles. O conteúdo foi discutido no curso de extensão. A teoria, nós lemos artigos, dissertações, monografias referentes tanto aos usuários cegos e de baixa visão como aos recursos elaborados. Somado a isso e às discussões do curso de extensão chegamos às alternativas projetuais e aos protótipos. O levantamento técnico, via Internet, discussões com pessoas que já lidaram com alunos com deficiência visual. O processo em si de impressão 3D nós já tínhamos experiência, tanto de uso em disciplina, como em outros projetos, então, quanto à técnica não precisou buscar auxílio nem de impressão 3D e nem de desenho. Estrutura demandada por essa fase precisa de computador, software de desenho 3D e impressoras 3D. Concepção das ideias: algumas surgiram durante o curso de extensão, outras em discussão com a equipe de projetos. Alinhamento, conteúdo e variáveis de projeto: conforme o que foi respondido na questão um, vem da devolutiva dos professores e alunos. Gerava-se a ideia e o desenho e, a partir da influência do uso e do teste de usabilidade, as adequações. Esboços feitos em lousa, quadros, papel para serem discutidos com professores do projeto; programa CAD só depois de a equipe de projeto achar que era uma alternativa viável. A gente que desenha nem chega a pensar como isso acontece, a coisa flui, não consigo teorizar; é importante ter uma concepção tridimensional muito boa e exercitar muito isso; para quem desenha é corriqueiro o aprimoramento de desenho. Muitas vezes, você faz a concepção, acha que tridimensionalmente está tudo certo, acerta, faz ajustes, mas, na hora da montagem, o protótipo não executa, não representa aquilo que você quer e você vai adequando. Mas não tenho muito como teorizar essa passagem. Foram feitas validações com alguns, o teste de braile, o bolsista cego nos ajudou muito a chegar ao padrão aceitável, pois ele lê muito bem braile. A Márcia, que faz mestrado, tem participado mais nas partes projetuais com a gente. Para a elaboração de desenho, o equipamento necessário inclui o computador e o software. Materiais usados para os protótipos: ABS (melhores características de impressão, facilidade de tirar apoios), PLA, MFD para fazer a plataforma de geografia, alguns adesivos, acetona, na forma de vapor para dar acabamento e deixar a superfície mais lisa, com menor rugosidade, elásticos, alguns protótipos têm (plásticos de dinheiro), de química usa espetinho de churrasco, ímã, EVA, prancheta, tábua de carne, placa de aço. A impressão 3D é usada para se gerar ideia. Quando se valida a ideia entre o grupo, imprime-se e vai se aprimorando esse desenho; testa, se tem movimento relativo entre as peças, geralmente, não se acerta na primeira, vai se adequando - existe um teste que é realizado entre os projetistas e não

com os usuários. Existe uma significância, que ajuda, mas não extrema, pois não são os usuários. Os testes de validação estão sendo feitos nas escolas, no laboratório a gente faz e discute entre a gente; a validação entre alunos e professores é o que a gente espera, faz o desenho e imprime-o e depois espera a validação final com eles. Padrão: não existe padrão a ser seguido, nós temos algumas experiências em relação às variáveis das impressoras 3D; podemos imprimir a peça menos densa, com menor uso de material, com maior acabamento superficial, dependendo muito do protótipo em si. Os equipamentos são duas impressoras 3D, fresadora, algumas ferramentas manuais para dar acabamento, estiletes e pulsões. Forma prevista de avaliação: acompanhamento de pessoas ligadas à pedagogia, ergonomia, com o teste de usabilidade in loco, professores e alunos. Difusão do repositório virtual: vão estar todos os arquivos de desenhos que foram validados na pesquisa, disponíveis na Internet. Usamos muito *whatsapp*, entre projetistas, professores e alunos e isso acaba ajudando a difundir, assim como uma página no *Facebook*. Mais para frente, pretendemos ir à mídia, ao jornal da cidade, à rede UFSCar, mas vamos esperar para ver se teve uma significância. Materiais em larga escala, nós não temos intenção. Esse material vai ter um tipo de propriedade intelectual, que diz respeito à sua reprodução e não para ser comercializado. E se, por exemplo, o Estado de São Paulo quisesse reproduzi-lo para o Estado inteiro, poderiam ser feitas peças injetadas, em escala industrial, mas precisaria ter a certeza do uso, do apoio e da demanda. No projeto, não está previsto isso, mesmo porque, em impressão 3D, não daria para reproduzir em escalas”.

### **Projetista C**

“Cargo: técnico laboratório, eletricidade. Bom, o início foi com o curso, a gente sempre procurou antecipar o material para o curso: se o curso vai abordar um tema de física, a gente sempre procurava levantar o material sobre o que eles aprenderiam para levar como sugestão, até porque muitos não conheciam uma impressora 3D. Mesmo desconhecendo como seria impressão, a gente discutia sobre os materiais que poderiam ser sugeridos para o desenvolvimento de uma ideia e começavam os testes. Protótipos, no total, foram doze que a gente fez: a Vênus, as Três Sombras, a música, o plano inclinado que está em movimento, o gráfico, o plano trigonométrico, ligações químicas, que está em desenvolvimento, o estado das matérias - físico, químico e

gasoso - o neurônio, DNA e ~~Cada~~ Alimentar. Agora estou desenvolvendo um plano de localização geométrica. No projeto em si, eu não trabalhei na estruturação, eles encaminharam o projeto, eu não estava aqui ainda, eu não participei, mas sempre fui vendo junto, mas não era requisito, era boa vontade, até porque foram agregados no projeto todos que quisessem participar. Fizeram convênio com a Prefeitura, Estado, e fomos lá para Campinas, então, não era requisito conhecimento, era requisito boa vontade, até eles consideram como parte dos projetistas que conceberam as ideias e não só a execução. Não foram todos somente alguns; por exemplo, a Vênus nós levamos lá e eles concordaram que ela fosse feita. Em Química, era para ter um módulo de Química, que não teve, então, nós desenvolvemos aqui, mas não passou pelo curso. Depois de pronto, nós levamos para os professores e perguntamos, a eles o que achavam do material. Acho que mais ou menos a metade fizemos sem consulta de professores; a consulta veio posterior. A equipe de desenvolvimento era, efetivamente, eu, Cleyton e Miguel como coordenador. Foi meio assim: temos que fazer tal área e, por afinidade, as pessoas cobriam esse material; foi meio voluntário. Temos o bolsista e outra colaboradora do projeto que faz essa ponte entre escola professor e aluno. A definição de cinquenta por cento dos primeiros materiais desenvolvidos veio a partir do conteúdo apresentado no curso ou captado dos livros utilizados na sala de aula. Daí surgiram as ideias dos projetos de química, física, matemática, biologia, geografia e artes; na realidade, química e física seriam as ciências naturais. A gente deu uma viajada, por exemplo, química, a gente não teve no curso, mas discutimos o que iríamos apresentar de química e ficamos pensando em tabela periódica, até descobrirmos que essas informações eles já tinham em braile. Então, foi usada a impressora ABS, mas a PLA seria mais barato para se imprimir com esse tipo de material. Eu acho que no início do desenvolvimento, a gente se isolou e houve uma primeira ideia. Dei a localização espacial e fiz o primeiro protótipo. Fui mostrar para eles que deram sugestões. Não acho que ficou legal, mas tem que melhorar isso, aquilo e fizemos o segundo protótipo. Voltamos a conversar sobre o que poderia melhorar, então, é sempre assim: faz a consulta, volta, refaz e depois vai para o usuário e para a escola. Acho das ideias vão surgindo muitas questões e a gente vai tomando outro rumo; por exemplo, a geografia. Só na confecção do desenho foram mais de 150 horas e depois mais de 150 horas a execução na fresadora que é outra infraestrutura do laboratório para pode imprimir as peças e montá-las. Por conta disso, foram surgindo e acumulando pó e para não travar tem que ficar aspirando, tem que ter alguém aqui; então, se dividirmos essas 300 horas

por desenho que for, vamos deixar 150 e se dividir por 8 horas é bastante tempo para alguém ficar *full time* e, além da questão técnica limitadora, uma variável que surgiu - o tamanho do mapa - deixou a gente num empate, por causa de Sergipe que era para colocar o braile e as iniciais em caixa alta, o que aumentou muito o tamanho e, conseqüentemente, aumentaram todos os outros tamanhos. Demos uma interrompida, mas ia ter que dividir em três para poder imprimir, então, essas variáveis foram agravando, até que resolvemos interromper por um instante e focar em outro. A gente utilizou o workshop, esboço de desenho, às vezes, havia discussão em cima do desenho e, às vezes, a gente achava que já dava para imprimir alguma coisa, materializar e fazer uma discussão posterior, workshop, programa profissional 2018. A facilidade com o software com desenho ajudou, mesmo quando só havia o desenho. É um pouco mais difícil, mas a gente acaba imprimindo e tentando adaptar no meio do processo para facilitar. O software foi comprado, uma impressora e foram utilizados computadores notebook que já havia. Compramos chapa compensada, matéria prima, filamento, ímãs, chapa metálica para grudar nos ímãs, EVA, cola prancheta para fazer mapa. A gente fez o primeiro protótipo e os professores relataram que os alunos, às vezes, ficavam constrangidos quando manuseavam peças pequenas elas caíam. Assim, pensamos em colocar menos chapa metálica que iria melhorar o tato, impedindo a queda. Para não ter risco de corte por conta dos cantos, a gente colocou EVA e fomos aprimorando em cima disso. A gente começou a imprimir desde o início até para ir afinando as ideias. Por exemplo, a música eu tirei da minha cabeça e ainda apresentamos no curso. Miguel insiste que a gente tem que escrever isso porque é muito importante. Lucas, um dos alunos, aprendia música só de ouvido. As notas e as alturas das notas eram ditas para ele que ia aprendendo em cima disso. Quando ele viu o que eu tinha feito de música, ele falou que não acreditava que existia esse tipo de teoria. Assim, foi apresentada a primeira proposta e ali posso dizer que já saiu uma validação porque, a partir dali, ele identificou e transcreveu 77 músicas em um ano e já toca 77 músicas no violino. Acho que pode se dizer que foi uma validação que abriu um leque. Algumas coisas sim, mas a gente procurou criar até porque o software que tem não pode ter uso comercial. Então, por receio, a gente desenvolveu e procurou criar. Software, computador, impressora, a gente utilizou furadeira de bancada e serra circular. Tudo que tinha da estrutura disponível a gente foi usando. A avaliação, a gente deixou mais para a parte pedagógica. Bom, acho que como resultado do projeto deveria haver um curso de capacitação dos professores e, uma outra coisa que a gente até comenta seria fazer um

workshop final para fechar o projeto. A gente discute, tem interesse, mas não sei se vamos conseguir fazer. A Beatriz foi participar de um congresso e disso vão surgir artigos e a apresentação do relatório final no CNPQ, além da divulgação na Internet do repositório digital. Eu acho que nós não temos condições técnicas de produzir em largo escala, isso aí, ideologicamente, a gente espera que seja amparado pelo governo, seja Municipal ou Federal, a gente acredita que iniciando, por exemplo, com as parcerias iniciadas em Sorocaba ou Campinas ou com o Estado e apresentando o relatório final no CNPQ as pessoas se sensibilizem dessa necessidade”.

## APÊNDICE D - RESULTADOS DAS ENTREVISTAS DOS PROFESSORES

### Professor A

“Área que atua: professor de geografia. Cargo: coordenador. Tempo: desde 2003. Primeiro, o conhecimento do currículo, depois a visualizações de material, já pronto para análise. Bom, as expectativas eram de que realmente fossem produzidos materiais que as escolas pudessem usar na área de Geografia para passar conteúdo, auxiliando o aluno a entender. Há conteúdos, principalmente em geografia, que o aluno não consegue visualizar por serem muito abstratos. Eu levei, às aulas, os conteúdos de Geografia e algum material que eu mesma montei, com coisas que eu tinha aqui e passei umas ideias para eles e aconteceu que não só eu, como todos que estavam lá, participaram das ideias. Esse material parece que é feito para a Sala de Recursos, mas eu acho que seria muito interessante também na sala de aula, porque iria ajudar não só os alunos, que não têm deficiência visual, mas os que apresentam alguma dificuldade em algumas coisas abstratas. Sim, com certeza. Único material que eu vi de Geografia foi esse aqui, que foi feito de outra forma da primeira vez e que, depois com o tempo do uso da pessoa com deficiência visual, ele viu a necessidade de alteração para melhorar o manuseio. Eu só vi esse de mapa do Estado, ele falou que iria fazer um mapa maior, esse é só da Região Sudeste. A partir do conteúdo que nós passamos, foram surgindo ideias do que fazer e deu para perceber, que tem muita coisa que poderia ser feita. Daí, tivemos ideias de algumas coisas mais básicas, assim, gerais não só conteúdo de sexto ano, mas de sétimo e oitavo que seriam esses aqui, por exemplo, regiões com construções desses materiais. Já vieram para cá com as disciplinas que participariam. A seleção dos conteúdos pedagógicos foi nossa, então, como era uma coisa que as pessoas não conhecem, selecionamos uma coisa de cada série para passar lá, para dar uma noção mais ou menos do que toda a área de geografia. Não formatar não. Não sei, eu passei mais ou menos lá, a gente teve ideia de fazer partes de São Paulo para serem montadas como está aqui. Na próxima aula, ele já trouxe outro protótipo e a gente viu que podia ser melhorado no manuseio de pessoa com deficiência visual; a partir disso, ele fez esse outro com ímã. Não, as professoras das salas de recursos criam com cartolinas ou papéis. Não vi nada. Então, a gente pensou numa coisa que eu pudesse

utilizar não só numa aula, não só numa série, mas em várias séries. Eu gostei muito dos dois protótipos de Artes. A sinhazinha, achei muito bonito mesmo o protótipo anterior a este que ele fez do mapa; ficou muito bacana, inclusive não precisariam ser descartados, pois poderiam ser utilizados com os alunos não deficientes visuais. Acho que ficaram todos muitos bacanas, muito bons. Achei o material muito bom, ótimo. Eu vi a máquina fazendo outras coisas. Ele mostrou-me como a máquina faz, não exatamente esse material. Com um casal deficiente que foram às aulas que eu vi o que eu elaborei para demonstrar lá na aula com papel cartolina e EVA. Até esses que eu fiz o casal que estava lá manuseou e viu os problemas, o que estava errado, o que estava certo o que dava para aproveitar ou não. Não, durante o curso, não. Eu acho que pode ser feito o seguinte: nós temos aqui, na secretaria de ensino, a sala de recursos especifica para esses alunos aqui e nós temos, também, a lista de quem são esses alunos. Então, de repente, poderiam ser feitos alguns desses protótipos para serem deixados especificamente nessas escolas que tenham essas salas que lidam com esses alunos. Acho que seria mais viável não levar para todas as escolas e nem manter aqui na diretoria, mas que tivesse, pelo menos, um para cada sala. Nós temos aqui quais são as salas, em que escolas elas estão e quantos alunos são. Então, é só ver quantas salas há em cada escola. Se uma escola, por exemplo, tiver duas salas não precisa de dois materiais, usa um só e deixa um material em cada escola para esses alunos”.

### **Professor B**

“Cargo atual: professor coordenador do núcleo pedagógico na área matemática. Tempo: seis anos. Formação: matemática. Tempo no ensino: 35 anos. Então, nós começamos com a apresentação do currículo do Estado de São Paulo, como é que está dividido dentro das modalidades de matemática o currículo? Ele é dividido por habilidades, tanto da matemática quanto de outra disciplina e, dentro dessas habilidades, existem conteúdos que, às vezes, para o professor da área de matemática trabalhar com o aluno de Deficiência visual, é difícil porque não tem aquele material palpável para o aluno perceber aquilo que a gente está falando. Quando a gente começou, nós apresentamos como o currículo está desde o quinto ano e como vai aumentando o grau de dificuldade. A partir daí, todo mundo percebeu que matemática é uma disciplina é bem abrangente, com muito conteúdo para ser trabalhado e pouco tempo, mas, a maneira que é dividido dentro do caderno do aluno, às vezes, o professor

não consegue trabalhar, então, imagine com um aluno com deficiência visual, uma vez que não tem material, nem recurso. Então, quando a gente foi convidada para fazer isso, a gente achou uma excelente ideia porque, daí, seriam produzidos materiais em 3D para os alunos conseguirem visualizar, por exemplo, um círculo trigonométrico. Esse material aqui, do meu ponto de vista e do outro professor de matemática que tem aqui, a gente concluiu que, porque a gente acha como ficou muito restrito ao uso de só daria para usar em círculo trigonométrico mesmo. Eu, até o momento em que nós participamos de todos os encontros, não deixei de acreditar no projeto. É uma visão que já existe por aí, mas, aqui em Sorocaba, não tinha de se pensar só no aluno que tem deficiência visual. Eu acho que são ações bem vindas, no caso, esse primeiro protótipo a gente não está vendo muita praticidade, mas não descartando, como tem que dar opinião, eu posso falar que está bom, mas, se eu estou com uma certa dificuldade de manusear, então, acredito que o aluno com deficiência visual, também vai ter. Acho que ainda até compreendo; eu sei o quanto é moroso fazer todo o material. Sendo auxiliar no aprendizado do aluno, se não tiver significado para a aprendizagem dele, não tem razão de existir. Do conteúdo, fomos nós que tivemos que apresentar todo o conteúdo de matemática do protótipo de matemática. A gente participou da ideia, mas da elaboração não teve tempo. Dá para serem usados nos dois, todos esses materiais que vocês produziram. Eu acredito que dê para serem usados pelo aluno de educação especial e pelo aluno sem dificuldade nenhuma, enfim, seriam usados por todos os alunos. Tem esse, em forma de uma prancheta, que tem as coordenadas em termos de gráfico; eu sugeriria colocar os símbolos dos números e o ponto do zero e trocar a placa por outra um pouco mais fina. Então, as descrições dos protótipos são o gráfico e a trigonometria. Eu fui umas das formadoras, eu e o Alin montamos nossa apresentação e nós participamos. Eu acho que está evoluindo porque a evolução se dá através da produção do material 3D, então o Miguel e o Cleyton produziram alguns materiais e trouxeram-nos para a gente analisá-los. Para nós, o Miguel e o Cleyton já vieram com a sugestão de que eles queriam trabalhar com as disciplinas de biologia, matemática, geografia, arte e tecnologia. A gente discutiu as ideias de como seriam os gráficos e, a partir daí, surgiu esse protótipo. Agora, esse de matemática, foi a partir do que a gente apresentou dos conteúdos como era trabalhado em cada segmento, série e ano. Seria interessante se fosse construído um protótipo que o aluno pudesse usar e compreender desde daquele conteúdo que está aprendendo no ensino médio até fazer uma retomada do que ele não sabe. Sim. Nós temos uma escola referência para deficiente visual; em

Sorocaba é o Arquimínio. Na verdade, nós passamos um desenho para ele da nossa ideia, fizemos um desenho plano, elaboramos o projeto e entregamos para ele. Daí, eles chegaram a esse protótipo. Olha, eu não acredito que tem material em escola para usar dessa forma, aqui em Sorocaba; eu usava barbante, régua e caneta. Nós só fizemos o desenho, daí, ele foi impresso e só agora que estou vendo. O desenvolvimento do protótipo foi difícil colocar no papel, a gente colocar o que estava pensando e talvez tenha sido também difícil para montar o protótipo. Foi da praticidade e do potencial que tem o protótipo, por isso que eu falo que vai depender de professor para professor. Eu olho para isso e vejo um monte de possibilidades. Melhoraria a espessura do diâmetro para que o aluno não tenha que ter muita força e consiga o alto relevo. Eu acredito que sejam materiais de qualidade porque, hoje em dia, se eu fosse comprar um material desse, acho que não custaria menos que 100 reais. Eu vi, no final, eles estavam fazendo uma parte do mapa; esse eu presenciei, eu vi. Acho que ainda não foram feitos com os alunos essa parte; eu não sei se marcaram uma reunião com os pais dos alunos. Acredito que ainda vai ser feito, para que um professor tenha acesso ao material o local da impressora teria que ser mais próximo do professor”.

### **Professor C**

“Cargo atual: professor coordenador pedagógico. Tempo no cargo: 10 anos. Área de formação: mestrado em biologia. Primeiro nos apresentamos, fizemos uma apresentação dentro de um curso que foi programado, nós fizemos a apresentação dos conteúdos curriculares na área de biologia e ciências. Posteriormente, foi definido o que seria possível fazer no momento e depois começou a confecção do material do protótipo. Foi quase simultâneo. Quanto às expectativas, eu acredito que quando a gente entra num projeto dessa dimensão, a gente sempre acha que vai avançar bastante, mas, aí vimos, conforme foram sendo produzidos os materiais, a dificuldade de fazer a transposição de alguns conteúdos para esse concreto tátil proposto. A expectativa era um pouquinho maior de produção de mais material. Não todas maiores, parte delas, sim. Acho que foi um start já para a gente começar a pensar num material para deficiente visual em todas as áreas que foram tratadas. A função maior é facilitar a compreensão do aluno. Quando você leva os conhecimentos teóricos, muitas vezes, esses estão pouco aquém do entendimento do aluno; aí o material concreto acaba ajudando muito na

visualização. Claro que esse material é projetado para cego, para ser tateado, mas nada impede que o aluno, que tenha visão normal, possa observar e entender, com mais clareza, muitas coisas que ele vê num livro didático. Mas para o cego é de grande valia. A gente teve contato com alguns alunos cegos da rede e eles ficaram admirados com o material que eles puderam ter contato. Dos protótipos, nem todos, do conteúdo, sim, nós apresentamos um conteúdo e fomos avaliando o que poderia ser transportado para o tátil. Biologia todos. Não, ele pode ser tanto para a sala de aula quanto para a sala de recurso. Ele pode ser usado pelo aluno cego e por um vidente sem nenhum problema. Acontece que o vidente está vendo, mas ele está raciocinando, operando no concreto e, muitas vezes, é necessário para que ele entenda aquele tópico que está sendo tratado. Para todos os alunos, inclusive para os videntes. Os materiais iriam ajudar o aluno cego a compreender melhor e o vidente, pode montar, por exemplo, a cadeia alimentar e o cego conferir se está correta a posição, se estão corretas as ordens da seta a partir do teórico que já foi apresentado a ele. Então, o da Cadeia Alimentar fomos primeiro colocando os elementos básicos, vegetal, animal e depois surgiu a questão das bactérias. Assim, foi se ampliando o número de animais. É uma cadeia bem básica, se bem que, aqui, estou achando falta de carnívoros superiores; há alguns, sim, a onça está presente. O do DNA eu vi, mas ele era bem pequeno, não era desse tamanho, não, agora a montagem aqui, do esboço, não tinha visto ainda, dá para explicar como é montada uma segunda molécula, como acontece a duplicação, isso mesmo, perfeito! E os neurônios também, desde o primeiro até chegar nesse aqui. É que, primeiro, a gente não tinha ainda o braile, aí depois foi colocado. O curso facilitou a gente defender o que seria possível transpor para o tato. Nos livros didáticos, há muitos esquemas e a gente tem isso em imagens. Nem tudo a gente vai conseguir transpor, vamos conseguir uma parte dos conteúdos que são bem básicos, mas existem questões mais elaboradas, temas mais elaborados difíceis de serem planejados e esquematizados. É a mesma questão do mapa né, que a gente pensou, no momento, mas, quando se partiu para o concreto, ele ficou. Na verdade, eu não participei da seleção da disciplina; eu já recebi o convite, mas nessa parte eu não participei. Começamos a trabalhar os conteúdos a partir do currículo do Estado de São Paulo. Não, na verdade, eu já apresentei esquematizado; então, no caso da cadeia alimentar e das células, eles só fizeram a transposição. Foram feitos convites para os alunos cegos da rede e para as pessoas cegas, fora da rede, que quisessem participar. Mas não foi eu que fiz o convite; foram os engenheiros. Nós só indicamos alguns alunos através do nosso Pcnp de educação

especial ela indicou alguns alunos. Não foi feita a indicação, daí eles imprimiam e nós validávamos. Já existiam outros materiais, sim, mas dependia muito do professor da sala de recurso elaborá-los. Então ele teria um trabalho gigantesco e, às vezes, por exemplo, na cadeia alimentar, era utilizado muito aquele animalzinho de plástico para demonstrar; mas daí, por exemplo, vegetal, bactéria já ficava mais difícil. Só com os engenheiros, eu sei que foi feita de forma computadorizada, mas eu não participei dessa etapa. A cadeia alimentar ficou perfeita; na verdade, eu gostei de tudo. Tem que falar só uma? Então, é a cadeia; achei o tamanho da célula de neurônio bem positivo e eles conseguiram inserir todas as informações que a gente encontra no livro didático. A cadeia ficou muito boa porque ela não é estática e tem a leitura em braile; ela é bem dinâmica e dá para você montá-la com várias possibilidades. Eu percebo. Muitas vezes, a gente vai tatear o braile e ele espeta; eles têm muita sensibilidade nas pontas dos dedos e essa espetadinha que dá, para eles é incômodo. O material é bom porque é durável, polímero, e assim ficará para sempre se você cuidar dele. Foi apresentada a impressora e foi detalhado como ela imprimiu. Presenciaram algumas impressões parciais porque ela leva muito tempo para fazer. Durante a aula, eles ligavam a impressora e ela ia construindo, mas não dava tempo de ver o resultado final ou, às vezes, só se via parcialmente mesmo. Foi feito com os próprios cegos, foram feitos com eles mesmos. Sim, foi feito com aluno e com o professor da sala de recurso. Acho que a proposta do grupo é muito interessante e deixar isso num site para as pessoas terem acesso, acho isso muito válido e, melhor ainda, sem direitos autorais. Realmente, deixar isso numa nuvem para quem tiver impressora ir lá buscar e confeccionar esse material é perfeito, é muito acessível. Acredito que, além de deixar o material disponível, deveria ter um manual, por exemplo, da cadeia alimentar; como montar, como colocar os elásticos definindo-os, o que são as setas e o que é o final das setas. Acho que isso tem que ter um manual do usuário para o professor tanto montar como aplicar o material”.

#### **Professor D**

“Cargo: Pcnp de arte na diretoria de ensino. Tempo do cargo: 10 anos. Eu acho que foi um processo bem interessante. Os professores vieram, passaram a ideia, discutimos sobre o currículo para ver como a gente poderia desenvolver um trabalho de formação que possibilitasse que os professores pensassem sobre a produção dessas matérias, mas

de forma significativa aos alunos; para que eles aprendessem os conteúdos que eles vão ensinar de todo jeito na sala de aula, mas como eles poderiam pensar em um material que fosse facilitar esse ensino. Como o curso envolveu várias disciplinas, quando eu expus o currículo de Arte pensando em como a gente poderia pensar nos materiais, os professores de física, de geografia e os pedagogos deram ideias, assim como os professores do Município e do Estado. Então, todos eles contribuíram, pensando se isso ou aquilo ia dar certo. Acho que foi um processo bem interessante. As minhas expectativas são que o projeto trouxesse para a sala de aula muitas as imagens, pois a gente ensina, principalmente, pelos cadernos dos alunos e objetos que pudessem levar o aluno a pensar naquelas imagens, porque o aluno cego não consegue ver o que está naqueles cadernos, os alunos que têm baixa visão recebem um caderno ampliado, agora, os alunos cegos não têm um caderno em braile. Assim, se eu, ele e o professor pudessem receber material, facilitaria o que o professor está e o conhecimento do aluno. O material seja visual ou auditivo é sempre para facilitar. Participei durante as aulas teóricas, mas, do desenvolvimento dos protótipos não, porque foram aos sábados e eu não consegui participar dos encontros. Na sala de aula e na de recurso pelos alunos videntes e cegos porque os alunos videntes também podem se beneficiar. As experiências que a gente teve foi muito interessante para eles também pensarem na tridimensionalidade, porque no caderno eles veem tudo bidimensional, por mais que o objeto seja tridimensional na realidade; no caderno é uma foto, então, quando ele vê o objeto tridimensional é outra experiência mesmo para os alunos videntes esse material seria muito interessante podendo ser usado por qualquer aluno. No caso da criação, um objeto tridimensional de cor vermelha que tem a Vênus, é um objeto pequeno, mas a original também é pequena; esse terceiro projeto é como se fosse um quebra cabeça da obra Abaporu e ele vem com todas essas pecinhas para desmontar. O aluno pode reconstruir a obra, pensar na figura e ainda construir a figura. Eu participei do curso de extensão como professora na área de arte o conteúdo de arte é imenso do sexto ao ensino médio, então, foi difícil selecionar o que a gente ia trazer em duas aulas; participei, também, da seleção do recorte do currículo para ver o que a gente ia trazer, porque não ia trabalhar só as partes usuais, a gente ia trabalhar, também, música. Os resultados obtidos a partir do curso foram interessantes porque possibilitou a produção dos materiais. As disciplinas foram selecionadas. A gente fez uma reunião na diretoria de ensino junto com a UFSCar e os CNPJ para atender todas, porém, pensando mais nas disciplinas que trabalham com imagem; a matemática é muito visual, a geografia,

por conta dos mapas, arte e também física que tem bastante coisa, sons. Muitas coisas, nos livros, vêm de forma gráfica, então, a partir disso, junto com os CNPq da diretoria de ensino, foi feita a seleção a partir dos conteúdos dos ensinos fundamental e do médio dentro do currículo do estado de São Paulo. Procuramos incluir as disciplinas cujos materiais didáticos eram visuais. Não, foi só no curso mesmo que eu participei da discussão da escolha dos conteúdos que a gente trabalha dentro do currículo. Houve uma discussão, em grupo no curso e os próprios professores, que estavam no curso, convidaram os alunos cegos deles e levavam os objetos para a escola para os alunos participarem. Sim, eles levaram para a sala de aula, testaram e pensavam junto com os alunos antes de imprimir. Eu me lembro de que alguns professores, no curso, me disseram que fizeram alguns questionários para os alunos sobre a cor, pois, durante o curso, tinha dois alunos cegos que falavam que sentiam a cor. No caso, para alunos cegos não, não existe nada. O que há são os cadernos do professor e do aluno, mas é para aluno vidente. Para os alunos cegos, não conheço todo o material da sala de recurso, mas, no pouco que conheço nunca vi nada. Para a área de arte, talvez, alguns professores usam barbante, cola quente que fica em alto relevo e com textura para poder demonstrar diferentes partes da imagem. Mas é produção dos próprios professores e, muitas vezes, o professor pede para os alunos videntes produzirem algo com textura para poder compartilhar com os colegas. Algumas imagens foram mostradas na aula no programa para a gente ver. No caso da Vênus, que o projeto já para impressão foi encontrado na Internet. Não teve muita pesquisa para encontrar o monumento do Parque das águas. Depois que a gente fez o trabalho, no curso, eu montei um de papelão e aí os professores pensaram e produziram esse material e trouxeram para a gente validar na aula presencial; mas, na parte de música, não foi produzido nada. É leve, é pequeno, não é uma coisa difícil de levar para a sala de aula porque não é pesado; é um material firme e, se cair, não quebra. Pode passar nas mãos dos alunos sem medo de estragar. Eu acho que é um material bem prático; eu gostei também desse que tem a legenda embaixo com o nome da obra, achei bem interessante ser escrito em braile, pois o aluno cego fica bem autônomo. Não tem o que menos gostei; eu gostei de tudo que foi produzido, eu achei que poderiam ser produzidas mais obras, mas o que foi feito dou nota dez. A Vênus, ele trouxe já pronta, porque ele encontrou o projeto da Internet; o monumento do Parque das águas, eles produziram o desenho, depois trouxeram para gente, mas sem a base; só o objeto primeiro vazio, depois que foi pensada a base e se colocava legenda ou não. No caso do Abaporu não tinha essa base de madeira embaixo.

Alguns professores levaram já na aula seguinte para a escola. Sim, as professoras levavam para a sala de aula, filmaram os alunos e mandaram vídeos para os professores e, realmente, os alunos aprendem mais e têm mais curiosidade em tocar o objeto. Esse material, o problema dele, é o custo porque as escolas não têm uma impressora, daí fica dependendo da Universidade produzir mais objetos. Acho que é interessante ter alguns kits que a gente possa emprestar para os professores, pelo menos nas escolas que têm os alunos cegos, porque nem todas as salas de recursos são para alunos cego. Na diretoria de ensino seria interessante que tivesse um também; deveria haver outros cursos porque vão trocando os professores. Dessa forma, os novos professores, que não sabem que o material existe, precisam sempre desse curso de formação na área especialista para que saibam como utilizar o material. Para que esse material seja realmente utilizado e difundido tem que ter formação, talvez, uma plataforma online onde ficasse um link do site da UFSCar divulgando-o. Assim, um professor interessado pode buscar informação sobre os materiais, como adquiri-los, ler um texto explicando sobre projeto e pensando quais lugares poderiam fazer parceria. Por exemplo, em Sorocaba, a gente tem um museu de arte contemporânea que poderia fazer uma parceria expondo, pelo menos, um material de arte. Daí, quando eles fizerem formações para educadores, eles podem mostrar”.

## APÊNDICE E - RESULTADOS DAS ENTREVISTAS DOS ALUNOS

### Aluno A

“Não tem conhecimento de braile, usa fontes ampliadas. Suporte para celular, sim, achei ele muito prático, a lupa eletrônica, é sim uma televisão, tem a lupa esse suporte, vai facilitar, posso guardar na minha bolsa ou no meu bolso, em qualquer lugar posso levar ele. Miriam também ela passou um aplicativo para mim, por exemplo, semana que vem eu vou ter uma prova e vou fazer essa prova sem usar a lupa eletrônica. Vou tentar usar esse suporte para ver como funciona, mas, pelo que eu já testei em casa, ele vai ajudar bastante. Até o momento, gostei bem do material. É bem flexível, tem como você mexer nele com facilidade e, quem é cego, pode sentir uma textura, facilita bastante. Então, nos últimos anos eu parei de usar o caderno de artes, as professoras não usam mais. O foco agora é teatro, fazendo bastante filmes, mais para gente estar perdendo a vergonha. Então, a gente não está fazendo muito desenho, acho que desde da oitava série para cá, os professores só estão investindo nisso. Desde o parquinho até a quarta série no Marines, que é uma escola municipal, depois eu fiz, da quinta à oitava série no Visconde e, agora, estou fazendo Ensino Médio no Padilha. Perdi a visão com 6 anos. No parquinho, eu sentava no meio da sala e, cada vez mais, fui sentando mais na frente, até sentando no chão para copiar; até que a professora conversou com a minha mãe na reunião. Minha mãe me levou no oftalmologista; a primeira vez, ele achou que era um pouco de frescura, ele não sabia muito bem o que era, passou óculos, e não resolveu, pois a minha doença não tem cura, não tem correção nem cirurgia. Fiquei desde os 6 anos até os 11 anos nesse processo de perda de visão e ninguém sabia direito o que era. Só em 2011 ou 2012 saiu o resultado de uma ressonância; em tese, meu olho é perfeito, é um problema genético, se eu forçar muito a visão, eu começo a enxergar uma mancha; quando durmo e descanso, vai sumindo, mas, quando saiu o diagnóstico, meu cérebro já tinha adaptado, estagnou. Então, eu não lembro de como é enxergar de verdade, do jeito que vocês enxergam, mas é assim. Eu não sou cego, eu me comparo com uma pessoa que precisa usar óculos, e não usa. Então enxergo meio embaçado, se eu chegar perto, eu enxergo normal, mas daí, vai ficando mais distante, vou enxergando mais

embaçado. Até a oitava série, eu fiz bastante isso, o professor passava uma matéria na lousa, fazia um desenho e eu ia lá na lousa, via e depois pesquisava na Internet as imagens. Então eu lembro de bastante coisa. Artes não me lembro muito, não é uma matéria que o professor segue um cronograma, só pinturas do Renascimento e é mais focado no teatro, artes visuais não tive contato. Abaporu, acho muito bom; conheço essa imagem, tem a textura muito boa. Muito bom, acho que não tenho muita dificuldade, mas, para quem é cego, só de tocar já sabe o que é a imagem, pois ela tem uma textura muito boa, e as cores também têm contrastes, o que facilita bastante. Já vi na escola, Tarsila do Amaral. No quadro tem um cacto, um ser humano, um sol, o pé chama muito a atenção, lembra o Nordeste. O cacto, o sol, lembra o Nordeste, pobreza. A professora desmontou e fui tentando montar. Depois ela foi explicando sobre o quadro, Modernismo etc. Só achei que tem muito atrito para encaixar; não machucou e é fácil de usar na sala de aula regular. Acho legal que todos queriam usar, pois a minha lupa na escola, todos já querem usar. Sobre Vênus, é uma pessoa, um pouco gordinha, está com o rosto tampado, parece uma figura meio abstrata, tem um corpo que parece que não dá para saber direito, é uma mulher, pois tem seios. Foi no parquinho que vi sobre 3D, sobre figuras geométricas de matemática, tridimensional, acho que a original é maior, estou com uma certa dificuldade, pois está brilhando e fica toda com uma cor só, sem contraste. Essa mais fosca é melhor, lembra a Idade Média, quando as pessoas eram mais gordinhas, eram mais ricas. Nossa, o original é do mesmo tamanho? Sei que Vênus é um planeta e tem alguma obra sobre isso. As 3 sombras, são 3 homens juntos, parecem desanimados, pela postura, tristes, as mãos juntas, não conheço essa obra, falta contraste também para entender, ele parece mais frágil, o tamanho tinha que ser um pouco maior. ”

### **Aluno B**

“O Abaporu foi melhor para compreender. E eu também já conhecia, vi na escola, fizemos um projeto. Não tenho muito conhecimento em artes, estou aprendendo um pouco agora a história das artes, pois cai no ENEM. Seria diferente, se tivesse só contato, ajudaria a compreender melhor quando a gente pega o material, já que artes é muito abstrata. Tive um pouco de deficiência em química. No primeiro ano, no segundo ano em diante que comecei a estudar mais, a ver vídeos no *youtube*, animação o que

facilita. Tenho dificuldade de entender exata, pois não consigo enxergar direito da lousa, fica um pouco difícil de acompanhar. Desse jeito, achei muito mais fácil, muito simples, quando vemos nos livros tem que imaginar, agora consegui entender, vou ver a teoria e a prática juntas, achei muito bom mesmo. Esse material é um pouco desproporcional para usar na carteira da sala de aula. Em matemática, eu faço cálculo mental, algumas coisas, não tem como, como geometria analítica, às vezes, a professora passa, eu consigo fazer de cabeça e não consigo depois passar no papel. Função e trigonometria não consigo, pois é muito visual. Às vezes, a professora faz um gráfico, uma função e fica falando é aqui, aqui, e não consigo ver, nem sei onde ela está, na lousa. Me explicaram sobre a ideia, dos pontos, sobre os eixos X e Y, a corrente para traçar os gráficos, o próprio projetista foi demonstrando; só que o ímã é muito forte, depois coloquei a folha e defini o gráfico. Achei muito legal a ideia, gostei bastante, se eu tivesse esse material, mesmo não sendo cego, facilitaria bastante, já que tenho dificuldade de ver na lousa, mas faltam o negativo e positivo e teria que serem maiores, os buraquinhos. Tudo pequenininho seria melhor. Mas falaram que vai ser, pois o protótipo está com os furos sem estarem padronizados. As coordenadas, que deveriam ir, no máximo, até 10, tinham que dividir em quatro quadrantes, e os pontos menores, para não ficarem tão grandes. Assim seria bem mais fácil para aprender, teoria e prática junto, seria bem mais fácil mesmo. Se for fazer a parte negativa, um sinal de menos em alto relevo com sinal negativo e em braile. Nossa, o ímã é muito forte, difícil de tirar. Com o plástico de capinha no ímã seria melhor. O material de biologia foi o que mais gostei. Consegui identificar as peças, pois o contraste está bom, as cores (ele fez as ligações com facilidade e explicou ainda sobre a cadeia alimentar e sobre as setas), o elástico vai facilitar bastante! ”.

### **Aluno C**

“Gosto de matemática mais ou menos; aprendi raiz quadrada, equação, conjunto, fração, gráfico. As pessoas desse mundo não têm boa vontade de descrever formas geométricas; eu sei perímetro de retângulo e de triângulo. Tenho dificuldade em matemática; não é que acho difícil, eu preciso que alguém me explique. Assim, eu vou ter facilidade de aprender a matéria, porque eu consigo decorar o texto de primeira, se eu analisar bem e leio braile com facilidade. Foi muito legal o material, ele despertou

minha curiosidade e fiquei interessada na forma que vocês construíram para fazer a matemática. Acho que as pessoas que gostam de matemática iam gostar muito, gostei muito dos ímãs. Doe o meu dedo, mas é o material que eu mais gostei. (A aluna percebeu que a corrente gruda no ímã, que serve para ligação, ligar um ponto em um outro, que é uma prancha. Mostrou que ela vai marcar e construir o gráfico, após apertar). Gente, vocês são muito espertos e inteligentes! Foi o material que eu mais gostei, quero um para mim, de presente, adorei os ímãs, mesmo sem saber porque os ímãs se atraem, adorei”.

### **Aluno D**

“Deficiente visual, cegueira. Com 5 anos comecei a aprender braile com a Roseli, com a Sônia, estudei aos 7 anos. O material de neurônio não está machucando, mas está diferente, enrosca só um pouquinho, mas dá para ler, parece que tem uma corda, depois a professora Márcia me explicou que é um neurônio em relevo mostrando, em legenda, as partes que constituem os neurônios. Eu gosto muito de matemática, não gosto de pedir ajuda para a minha mãe, faço programação um pouquinho, aprendi na Internet. Em artes, fiz alguns trabalhos, teatro, uma história de terror, eu fiz a parte instrumental, que eu toco violão; na parte de construção de imagens, desenhos eu não sou muito bom, parece que o professor não tem usado muito o caderno do aluno, que eu lembre e estou no terceiro ano, não tem mais o caderno do aluno no terceiro. Esse ano, se precisar para leitura de imagens, eu sempre peço para alguém descrever a imagem para mim; sempre preferi usar mais a imaginação e não fazer material em relevo. Achei o material do Abaporu um pouco confuso, fiquei com medo de quebrar. Deveria ser fácil, eu que acabei me enrolando, achei um pouco difícil, para montar, acho que tem que ter lógica. Márcia explicou que é uma representação de um quadro, da Tarsila do Amaral, a ideia é fazer um jogo mesmo de montar. Acho que tem que ser assim mesmo, te desafiar, demoraria de mais tempo sozinho, é bom alguém acompanhar. É legal ter que usar a lógica; eu tenho a capacidade de reconhecer, para desenvolver bem, tem que ter esse tipo de desafio. Se cada cor tivesse um relevo diferente, não seria para facilitar, seria justo, ajudaria na associação, se fosse uma mesma coisa, senão for mudar nada, não precisa, o material igual, ok? Após explicar ficou mais fácil de identificar, nenhuma

parte machucou e nem me incomodou. Depois foi tatear a Vênus, acredito que seja uma pessoa sem braço, ou está colado no corpo, tem que ser um braço; cabeça parece ser careca ou cabelo espetado, tem uns “pneuzinhos”, uma pessoa que não tem nem pescoço, cabeça bem colada no corpo, é uma mulher, acho que a original, a estátua, é bem maior, isso deve ser uma miniatura da original. Sobre a cadeia alimentar, não me lembro de nada da parte sobre animais, sobre como se alimentam. (Conseguiu perceber uma placa com furos, depois pegou as peças e percebeu que dá para encaixar na placa, identificou que era um veado pelo braile, não pelo relevo, percebeu o lobo, mas falou que estava escrito LoGo, e não lobo, ele associa o lobo como um cachorro, as formas, percebeu a peça anta, entregaram o elástico que faz a ligação e ele conseguiu perceber que era para fazer as ligações, por associar que é a cadeia alimentar, viu que tinha formato geométrico nas pontas e que cada um tinha um encaixe diferente. Explicaram para ele sobre o material, assim ajudou ele lembrar para fazer o encaixe e ligação. Ele acha que é mais fácil aprender e associar desse jeito, ele teve dificuldades só para lembrar, pois não tem muitas noções de animais, só o que descreveram para ele). Até daria para usar na sala de aula, vai depender da explicação do tempo, não sei dizer se todos os alunos iriam gostar, sobra um pouco de material na carteira. Sempre gostei muito de matemática, entendo melhor, a maioria das vezes pela descrição, imaginação, o computador ajuda um pouco. (Entregaram o material para ele, ele percebeu a placa, percebeu que teria de colocar os ímãs e depois fazer uma reta, os pontos). O ímã poderia ser um pouco menos forte, agora, os ímãs, a corrente e o papel. Que muito legal! É o melhor projeto! Genial! Estou pior que criança (e sorriu). Muito bom! O material de matemática é o mais interessante, dá para fazer graça”.

### **Aluno E**

“Cega de nascimento. Sobre o Abaporu. Eu acho que é um homem sentado pensando, em uma paisagem diferente. Na sala de aula, aprendi com o desenho feito com cola colorida, esse é melhor, pois o relevo é mais alto, com cola acaba confundindo ou saindo a cola, esse dou nota 9,5 e o de cola 5, para entender. O que mais gostei do material foi o sol. Eu mudaria, deixava mais aberto, mais distante uma peça da outra, para mostrar melhor, especialmente a cabecinha não aparece muito. O material de matemática tem que tomar bastante cuidado com o ímã. Dá para ser usado na sala de

aula e em sala de recursos, vai ser bom para o professor da sala de recursos, não vai precisar passar tanta lição na escola, vai dar para passar lição de casa, o material é resistente e fácil de usar, não tive medo de usar, gostei muito. Só o ímã é muito forte. Eu gostei muito da cadeia alimentar e do neurônio, gostei muito da forma de encaixar um no outro, e não fica aquela coisa chata de ficar o tempo todo escrevendo, assim pode ligar um no outro e aprender. O neurônio, o relevo poderia ser um pouco maior. Os dois não machucam, são fáceis de usar, parece que o de biologia é mais resistente, o neurônio parece que é mais fácil de quebrar. É perigoso de se espetar e não encaixava, a professora da sala de recursos cortou os palitos e ficou mais fácil”.

#### **Aluno F**

“Foram apresentados os materiais, feito uma dinâmica mostrando as peças e questionando o que eles sabiam, cada um foi dando a sua opinião e a Márcia foi explicando sobre cada obra. Fica melhor vendo a imagem pessoalmente que só em livros, os materiais são fáceis de transportar se o professor tiver cuidado. São resistentes. Poderia ter a obra do Cristo Redentor, Torre Eiffel, ter mais de ciência, Estátua da Liberdade, Sistema Solar e relevo de Geografia. Gostei dos materiais, as cores são fortes, ajudando no contraste e para compreender. Fica mais fácil de aprender, é um material que não quebra, não machuca e ainda é muito divertido. A maior dificuldade é os ímãs grudarem, é muito forte, nada me machucou; no começo achei o que será que vamos fazer com isso, mas depois que foi explicado ficou claro, iria ajudar muito. Em braile ajudaria, eu adorei! Até quis tirar da prancha os ímãs, pensei em uma técnica para tirar, para separar, empurrando até o final da prancha”.