



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA
DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA
CURSO DE DESIGN DE PRODUTO

ALINE REIS KAUFFMANN

RECURSO DIDÁTICO COM ÊNFASE NO ENSINO DE ALUNOS COM
DEFICIÊNCIA VISUAL PRODUZIDO POR FABRICAÇÃO DIGITAL

Trabalho de Conclusão de Curso

Porto Alegre

2019

ALINE REIS KAUFFMANN

RECURSO DIDÁTICO COM ÊNFASE NO ENSINO DE ALUNOS COM
DEFICIÊNCIA VISUAL PRODUZIDO POR FABRICAÇÃO DIGITAL

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como quesito para a obtenção do título de Bacharela em Design de Produto

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Pohlmann de Oliveira

Porto Alegre

2019

ALINE REIS KAUFFMANN

RECURSO DIDÁTICO COM ÊNFASE NO ENSINO DE CRIANÇAS COM
DEFICIÊNCIA VISUAL PRODUZIDO POR FABRICAÇÃO DIGITAL

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como quesito para a obtenção do título de Bacharela em Design de Produto

Orientadora: Profa. Dra. Mariana Pohlmann de Oliveira

Profa. Dra. Mariana Pohlmann de Oliveira (Orientadora)

Prof. Dr. Sérgio Leandro dos Santos (Coordenador)

Aprovada em: _____.

BANCA EXAMINADORA:

M.Sc. Fernanda Lobato

Profa. Dra. Adriana Eckert

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora. Mari, tu és incrível! Minha profunda gratidão por me manter confiante durante o desenvolvimento desse trabalho. Aos meus professores, eu sou muito grata por todas as possibilidades de aprendizado que vocês criaram e por todo o conhecimento transmitido.

Aos meus amigos, vizinhos, companheiros de sala de estudos da Casa de Estudante da UFRGS. Vocês fazem a CEU ser o CÉU. Aos meus amigos intercambistas 2019/1. Gracias por todo! Los quiero mucho! Muito obrigada por compartilharem o tempo de vocês aqui comigo.

Aos colegas do LDSM. Em especial, Gabriel, Jaqueline, Fernando, Lucas, Augusto, Carol, Jaqueline e Wagner. Obrigada por dividirem os conhecimentos de vocês comigo e por todo o auxílio. Aos trabalhadores da Faculdade de Arquitetura. Em especial, agradeço ao senhor Osmário e ao Roberto.

À professora Maria Cecília, ao professor Adilso, o professor Eduardo Cardoso, à equipe do CAP RS, ACIC e aos demais profissionais que contribuíram com seus conhecimentos para o desenvolvimento desse trabalho.

Ao meu orientador de iniciação científica, o professor Fabio Pinto da Silva. Obrigada por ter me ensinado tanto e por ter ofertado essa grande oportunidade dentro da universidade.

Às minhas gurias UFRGS, obrigada por tudo! Cami, tu foi o melhor presente que a UFRGS poderia dar-me!

À todos meus amigos. Em especial, Laís, Lariane, Sílvia e Adrian. Aos colegas e amigos do curso de Design. Em especial, Jemvoni, Maria Victória, Claudia, Renata, Manoela e Rodrigo. Desejo que vocês sempre projetem para um mundo melhor.

À minha família. Obrigada por compreenderem as minhas ausências. À minha segunda família. Lu, Nilza e Rogério que acompanharam a minha jornada durante a graduação. Sem vocês eu não teria chegado até aqui! E pra ti Ricardo, eu não tenho palavras. Tu és um dos melhores seres que eu poderia encontrar nesse mundo! Obrigada por ter dividido tantos anos da tua vida comigo! Toda a gratidão que cabe em mim não seria suficiente! Eu amo vocês!

À todas pessoas que lutam por um mundo melhor e acreditam na educação pública e nos Direitos Humanos.

RESUMO

A educação inclusiva é um direito das pessoas com deficiência, assegurado por lei, e deve ser ofertada em todos os níveis de ensino. Porém, para os alunos com deficiência visual não são disponibilizados os recursos adequados ao exercício desse direito. O produto desenvolvido nesse trabalho consiste em um kit multissensorial para auxílio ao ensino-aprendizagem da reprodução das angiospermas elaborado por meio de uma metodologia baseada em dois métodos da IDEO. O kit é composto por um conjunto de peças contendo modelos tridimensionais que auxiliam o aluno na compreensão de cada parte da estrutura da flor e de seu processo de reprodução. Além de um modelo 3D da flor desmontável, em dimensões que facilitam a explicação desse conteúdo pelo professor para todos os alunos, bem como, um sistema de audiodescrição dos modelos tridimensionais e adaptação do conteúdo em braille e fonte ampliada. Os materiais desenvolvidos podem ser reproduzidos por meio de técnicas de fabricação digital e foram projetados para serem disponibilizados em repositórios *on-line*.

Palavras-chave: Design de Produto; Deficiência Visual; Impressão 3D;

ABSTRACT

Inclusive education is a right of persons with disabilities, guaranteed by law, and must be offered at all levels of education. However, for students with visual impairment, adequate resources are not available for the exercise of this right. The kit was elaborated through a methodology based on two IDEO methods. The kit consists of a set of pieces containing three-dimensional models that help the student in understanding each part of the flower structure and its reproduction process. In addition to a 3D model of the collapsible flower, in dimensions that facilitate the explanation of this content by the teacher for all students, as well as an audiodescription system of three-dimensional models and adaptation of the content in braille and magnified source. The materials developed can be reproduced using digital manufacturing techniques and are designed to be made available in online repositories.

Keywords: Product Design; Visual impairment; 3D printing;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquemas adaptados das partes da flor disponíveis para impressão.....	17
Figura 2 – Proporção de trabalhos acadêmicos sobre a produção de recursos didáticos para alunos com deficiência visual conforme a disciplina de atuação.....	30
Figura 3 - Esquema simplificado das partes da flor.....	32
Figura 4 – Esquema simplificado das partes da flor e seu processo de reprodução.....	33
Figura 5 – Processo HCD.....	39
Figura 6 - Esquema da metodologia aplicada.	41
Figura 7 – Salas de Recursos Multifuncionais visitadas.....	51
Figura 8 – Livros em Braille.....	52
Figura 9 - Recurso didático para o ensino da primeira lei de Mendel.....	53
Figura 10 – Mapa tátil da América do Sul em papel microcapsulado.....	54
Figura 11 - Recursos produzidos por termofomagem.....	55
Figura 12 – Soroban de 21 eixos.	56
Figura 13 - Crianças utilizando o Braille Bricks.	56
Figura 14 - Réplicas poliméricas de animais.....	57
Figura 15 - Recursos produzidos por tecnologias 3D.....	58
Figura 16 - Mapa mental para o desenvolvimento do conceito.	64
Figura 17 – Painel visual do conceito do projeto.....	65
Figura 18 – Painel de estilo de vida (aluno).	66
Figura 19 - Painel estilo de vida (professor).....	67
Figura 20 – Painel de expressão do produto.....	67
Figura 21 – Produção e inserção de microcápsulas.....	68
Figura 22 - Imagem de uma amostra recoberta com a tinta contendo as microcápsulas obtida por meio de MEV.....	70
Figura 23 - Digitalização da Corola de uma Azaleia no equipamento Digimill 3D.....	71
Figura 24 - Digitalização de uma Azaleia com escâner Artec EVA.	71
Figura 25 - Malha virtual obtida após digitalização 3D da flor e tratamento no software Geomagic Studio®.	72
Figura 26 - Macrofotografias da flor.....	73
Figura 27 - Esquema visual das etapas de Geração e Seleção de Alternativas.	74
Figura 28 - Geração de alternativas iniciais.	75
Figura 29 - Geração de alternativas.....	77

Figura 30 - Geração de alternativa em modelo bidimensional da flor	78
Figura 31 - Geração de alternativas em modelos tridimensionais iniciais	78
Figura 32 - Geração de alternativas em modelos tridimensionais aprimoradas.....	79
Figura 33 - Alternativa Final I.	80
Figura 34 - Alternativa II.	81
Figura 35 - Alternativa III.	82
Figura 36 - Alternativa IV.....	83
Figura 37 - Alternativa V.....	84
Figura 38 - Simulação virtual do Conjunto de Peças Individuais completo	88
Figura 39 - Peças que representam o pistilo e o grão de pólen com o tubo polínico sendo encaixadas	89
Figura 40 - Simulação virtual do modelo 3D da flor desmontável	90
Figura 41 - Simulação visual de detalhe no modelo da 3D da flor desmontável	91
Figura 42 - Simulação Visual com as medidas gerais do modelo 3D desmontável ..	92
Figura 43 - Impressão 3D das peças Pistilo Negativo (a) e Pétala (b)	93
Figura 44 - Modelo 3D da flor desmontável impresso.....	94
Figura 45 - Mock-up do Conjunto de Peças Individuais contendo as peças impressas em 3D fabricado por corte a laser	94
Figura 46 - Protótipo semi funcional do Conjunto de Peças Individuais.....	95
Figura 47 - Validação dos modelos desenvolvidos.....	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Análise de Similares.....	59
Quadro 2 – Identificação das necessidades dos usuários.....	61
Quadro 3 – Necessidades e requisitos.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de trabalhos acadêmicos sobre a produção de recursos didáticos para alunos com deficiência visual	29
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE	Atendimento Educacional Especializado
ACIC	Associação Catarinense para Integração do Cego
APH	Casa Americana de Impressão para Cegos (do inglês, <i>American Printing House for the Blind</i>)
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAP	Centro de Apoio Pedagógico às Pessoas com Deficiência Visual
CID	Classificação Internacional de Doenças
FFF	Fabricação por Filamento Fundido
HCD	Design Centrado no Ser Humano (do inglês, <i>Human Centered Design</i>)
IBC	Instituto Benjamin Constant
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INES	Instituto Nacional da Educação dos Surdos
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IDC	Classificação Internacional de Doenças (do inglês, <i>International Classification of Diseases</i>)
LDSM	Laboratório de Design e Seleção de Materiais da UFRGS
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
ONCB	Organização Nacional de Cegos do Brasil
PNE	Plano Nacional de Educação
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
PNLD	Programa Nacional do Livro e do Material Didático
RS	Rio Grande do Sul
SECADI	Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão
SNDPD	Secretaria Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência
SRM	Sala de Recursos Multifuncionais
WHO	Organização Mundial de Saúde (do inglês, <i>World Health Organization</i>)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO.....	15
1.2	PROBLEMA DE PROJETO	18
1.3	JUSTIFICATIVA.....	18
1.4	OBJETIVOS	19
1.4.1	Objetivo Geral.....	19
1.4.2	Objetivos Específicos	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	DEFICIÊNCIA VISUAL.....	21
2.1.1	Cegueira.....	22
2.2	A EDUCAÇÃO BÁSICA E A INCLUSÃO	23
2.3	EDUCAÇÃO ESPECIAL	24
2.3.1	Salas de Recursos Multifuncionais	24
2.3.2	Atendimento Educacional Especializado	25
2.3.3	Educação de pessoas com deficiência visual.....	25
2.4	MATERIAIS DE APOIO À ATIVIDADE DOCENTE.....	27
2.4.1	Recurso Didático	27
2.4.2	Recursos didáticos para pessoas com deficiência visual	28
2.5	A FLOR	31
2.5.1	O estudo da flor no Ensino Fundamental	31
2.5.2	As principais partes da flor	32
2.6	FABRICAÇÃO DIGITAL.....	34
2.6.1	Digitalização 3D.....	34
2.6.2	Impressão 3D	35
3	METODOLOGIA	38
3.1	Método Design Thinking – IDEO.....	38
3.2	MÉTODO HUMAN-CENTERED DESIGN IDEO	38
3.3	METODOLOGIA APLICADA.....	39

4	INSPIRAÇÃO	42
4.1	ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS	42
4.1.1	Entrevista 1: Instituição de Apoio	43
4.1.2	Entrevista 2: CAP	45
4.1.3	Entrevista 3: Educadores	47
4.1.4	Entrevista 4: Psicopedagoga	50
4.2	VISITA ÀS SALAS DE RECURSOS MULTIFUNCIONAIS	51
4.3	LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS RECURSOS SIMILARES	52
4.3.1	Livro didático adaptado no sistema Braille	52
4.3.2	Recursos produzidos artesanalmente	53
4.3.3	Imagens e Mapas Táteis	53
4.3.4	Soroban	55
4.3.5	Braille Bricks	56
4.3.6	Réplicas poliméricas	57
4.3.7	Recursos produzidos por tecnologias 3D	57
4.3.8	Análise de similares	58
5	IDEAÇÃO	60
5.1	IDENTIFICAÇÃO DOS USUÁRIOS	60
5.2	NECESSIDADES DOS USUÁRIOS	60
5.2.2	Requisitos de Projeto	62
5.3	CONCEITO DO PROJETO	64
5.4	ELABORAÇÃO DE PAINÉIS VISUAIS	66
5.5	ABORDAGEM MULTISSENSORIAL	68
5.6.1	Microcápsulas	68
5.6.2	Digitalização da flor	70
5.6.3	Macrofotografias da flor	72
6	GERAÇÃO E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS	74
6.1	GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	75
6.1.1	Geração de alternativas iniciais	75
6.1.2	Aprimoramento das alternativas	76
6.1.3	Encontros de Co-projeto participativo	79

6.2	SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS	84
6.3	ENCONTROS DE CO-PROJETO PARTICIPATIVO E SELEÇÃO	84
7	IMPLEMENTAÇÃO.....	86
7.1	APRESENTAÇÃO DO PRODUTO	86
7.1.1	Conjunto de Peças Individuais	87
7.1.2	Modelo 3D da flor desmontável	89
7.1.3	Sistema de audiodescrição.....	92
7.1.4	Fabricação dos modelos.....	92
7.2	VALIDAÇÃO DOS MODELOS	95
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
	REFERÊNCIAS.....	98
	APÊNDICE A - Legislação Brasileira Referente às Pessoas com Deficiência Visual.....	104
	APÊNDICE B - Trabalhos Catalogados	108
	APÊNDICE C - Roteiros das Entrevistas Semiestruturadas.....	119
	APÊNDICE D - Transcrições Trechos Principais das Entrevistas.....	123
	APÊNDICE E - Itens disponíveis nas SRMs visitadas.....	133
	APÊNDICE F - Desenhos técnicos do Conjunto de Peças Individuais.....	134
	APÊNDICE G - Simulações Visuais.....	147
	APÊNDICE H - Desenhos Técnicos do Modelo 3D Desmontável da Flor.....	153
	APÊNDICE I - Impressões 3D das peças.....	163

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, estima-se que, no mundo, 1,3 bilhões de pessoas vivem com algum tipo de deficiência visual (WHO, 2019). No Brasil, segundo o levantamento realizado em 2013 pela Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), 6,2% da população estimada tinha pelo menos uma deficiência. De acordo com os dados coletados pela PNS, a visual é a deficiência que possui maior expressão na população analisada, apresentando a proporção de 3,6%. Para inferir os dados, foram consideradas como deficiência visual: a cegueira de um olho e visão normal do outro, cegueira de um olho e visão reduzida do outro, baixa visão de ambos os olhos e cegueira de ambos os olhos. A pesquisa considerou 200,6 milhões de pessoas residentes em domicílios particulares permanentes e quatro tipos de deficiências: auditiva, física, intelectual e visual (BRASIL, 2015).

Existem, no Brasil, diversas instituições que visam assegurar a integração de pessoas com deficiência visual e garantir a execução de seus direitos. Dentre elas, vale destacar o Instituto Benjamin Constant (IBC), a Fundação Dorina Nowill, a Organização Nacional de Cegos do Brasil (ONCB), a Associação Brasileira de Assistência à Pessoa com Deficiência Visual (LARAMARA) e a Associação Catarinense de Integração dos Cegos (ACIC).

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

O princípio da equidade, que embasa o discurso em prol do processo de inclusão escolar das pessoas com deficiência, afirma que todos são aptos a aprender, contanto que sejam ofertadas as condições necessárias ao processo de aprendizagem. Logo, a escola deve oferecer aos alunos com deficiência um trabalho educacional que permita o acesso ao conhecimento, por meio de recursos e metodologias adequadas. No caso da deficiência visual, a produção de recursos deve respeitar as demandas de baixa visão e cegueira. Utilizando como meios de condução às representações mentais necessárias para a compreensão dos conceitos os outros sentidos (tato, audição, paladar, olfato) (SILVA; SALES, 2017).

O Brasil vem contabilizando uma expansão no número de matrículas de alunos com deficiência. Segundo o Censo Escolar da Educação Básica¹ de 2017, o número de matrículas de alunos de 4 a 17 anos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento ou altas habilidades, aumentou significativamente. Em 2013, o percentual de alunos dessa faixa que estavam incluídos em classes comuns era de 85,5%, passando para 90,9% em 2017. A porcentagem de alunos que estão matriculados em classes comuns e recebendo Atendimento Educacional Especializado (AEE), subiu de 35,2% em 2013 para 40,1% em 2017. Quanto aos alunos com deficiência visual, o Censo Escolar utiliza como caracterização, as circunstâncias² descritas no Decreto Federal nº 5.296 (BRASIL, 2017b; 2018).

Nessa perspectiva, a escassez de recursos didáticos específicos para esse público é preocupante. Visto que, além de dificultar a aprendizagem, considerando-se que o aluno pode não compreender certos conteúdos por não poder visualizá-los estruturalmente e espacialmente. A ausência desses materiais pode privilegiar uma prática de estudo que enaltece a memorização de conceitos (SILVA *et al.*, 2014).

A ampla utilização de referências visuais é uma característica do ensino de Ciências da Natureza. O processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos dessa área por alunos com deficiência visual apresenta dificuldades, principalmente, ocasionadas pela dimensão visual e escassez de recursos didáticos específicos (SILVA *et al.*, 2014). A aprendizagem de Ciências da Natureza, inclui o estudo dos órgãos reprodutivos das plantas, no caso das angiospermas, a flor. Para o ensino e aprendizagem desse tema são utilizadas imagens que apresentam as estruturas das flores por meio de esquemas visuais (PASSOS; SILLOS, 2015).

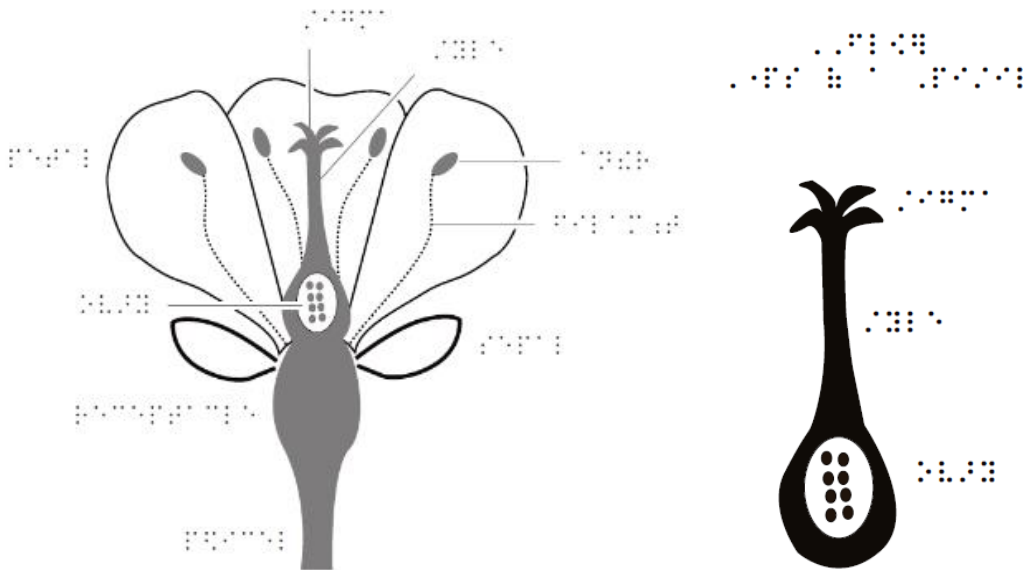
Para os alunos com deficiência visual, essas imagens complementares aos conteúdos presentes nos livros didáticos são adaptadas por meio de representações simplificadas impressas em relevo ou são disponibilizadas por audiodescrição. A Figura 1 apresenta arquivos de material adaptado disponíveis para impressão em

¹ O Censo Escolar da Educação Básica, que compreende a educação infantil e os ensinos fundamental e médio, é realizado anualmente em todas as escolas, permitindo o acompanhamento dos indicadores da educação para esses níveis de ensino. Considerando que a Educação Especial ocorre concomitantemente à educação básica, o Censo também apresenta os dados correspondentes para essa modalidade de ensino (BRASIL, 2018).

² Este decreto considera deficiência visual: a cegueira, quando a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, na qual a acuidade visual está entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica. Bem como, os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou ainda, a ocorrência simultânea de quaisquer dessas condições.

relevo da biblioteca da APH (Casa Americana de Impressão para Cegos, do inglês, *American Printing House for the Blind*).

Figura 1 – Esquemas adaptados das partes da flor disponíveis para impressão



Fonte: APH (2019).

No entanto, Nuernberg (2010) problematiza a questão de adaptações táteis que partem da experiência visual e das formas videntes de representação da realidade, transformando os contornos das imagens em relevo e ignorando questões como a maneira quase que espontânea com que videntes aprendem a utilizar imagens bidimensionais para representar objetos em três dimensões. Quanto à audiodescrição, Adam; Macedo (2013) questionam até que ponto as imagens podem ser pormenorizadas mantendo sua essência e facilitando a captação da informação.

A utilização de uma flor natural, poderia auxiliar na compreensão de determinados elementos dos órgãos reprodutores das angiospermas. Porém, além da inerente deterioração, as flores habitualmente possuem dimensões que dificultam a exploração tátil necessária para compreensão detalhada de toda a estrutura inviabilizando a utilização por pessoas com deficiência visual.

1.2 PROBLEMA DE PROJETO

Como o design, alinhado à fabricação digital, pode auxiliar as crianças com deficiência visual na compreensão de tópicos abordados na disciplina de ciências da natureza, tais como a reprodução das angiospermas?

1.3 JUSTIFICATIVA

O uso de recursos didáticos é essencial no processo de ensino-aprendizagem, para que o aluno compreenda o conteúdo ensinado, expandindo sua criatividade, coordenação motora e habilidade ao manipular diferentes objetos que podem ser empregados pelo professor. Sabe-se que o conhecimento na criança, parte do concreto para o abstrato. Logo, o caráter motivador é uma das atribuições da utilização desses recursos. Ao manipular materiais concretos o aluno se envolve fisicamente em uma condição de aprendizagem ativa (SOUZA, 2007). A efetivação do processo de ensino e aprendizagem de pessoas com deficiência visual requer a utilização de métodos específicos e recursos didáticos adaptados (VIGINHESKI *et al.*, 2017).

Segundo Soler (1999), para que o cérebro consiga elaborar conceitos de significados mais completos e amplos é fundamental utilizar os cinco sentidos. O enfoque multissensorial no ensino de ciências propõe a utilização de todos os sentidos no momento de ensinar e aprender, sendo de grande interesse na integração escolar de alunos com deficiência visual, já que é igualmente válido para os alunos videntes. A utilização dessa abordagem resulta em um benefício quantitativo e qualitativo, pois, além de abranger um número maior de alunos, amplia a qualidade da informação recebida por eles.

Segundo Cerqueira e Ferreira (1996), possivelmente em nenhuma outra condição de educação os recursos didáticos adquiram tanta importância como na educação especial de pessoas com deficiência visual. As crianças necessitam de motivação para a aprendizagem, e a construção de conceitos requer um profundo contato da criança com o meio. Considerando-se que o detrimento da função visual dificulta o contato com o ambiente físico, a ausência de material adequado pode direcionar a aprendizagem da criança com deficiência a um mero verbalismo, desassociado da realidade. Alguns recursos podem suprir as lacunas na aquisição de

informações pela criança com deficiência visual, favorecendo o exercício da percepção tátil, facilitando a diferenciação de detalhes, possibilitando o manuseio de diferentes materiais e o desenvolvimento de movimentos delicados com os dedos.

As tecnologias tridimensionais (3D), ferramentas utilizadas pelo design de produto, viabilizam o desenvolvimento de modelos digitais reproduzíveis por meio de fabricação digital. Esses modelos podem ser projetados em *softwares* de modelagem 3D ou, ainda, obtidos pela digitalização 3D de objetos, o que possibilita ao design a produção de recursos que auxiliam o acesso de pessoas com deficiência visual a informações adaptadas. A partir dos arquivos digitais (obtidos pela modelagem 3D ou pela digitalização 3D), os modelos podem ser fabricados pelo processo de impressão 3D.

Uma alternativa para os educadores pode ser a utilização de modelos preexistentes em repositórios *on-line*. Assim, torna-se possível encontrar o recurso necessário para complemento do seu trabalho, diminuindo o tempo utilizado para desenvolvimento de um modelo digital ou de uma ferramenta de maneira artesanal e amplia seu tempo em contato com os alunos. Um exemplo dessas plataformas é a *Thingiverse*³, a qual possui projetos para impressão, majoritariamente de código aberto.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é o desenvolvimento de um recurso didático, produzido por meio de técnicas de fabricação digital, que auxilie os alunos com deficiência visual na compreensão do órgão que comporta as estruturas reprodutoras das angiospermas, a flor, bem como, seu processo de reprodução.

³Fundada pela MakerBot em 2008, a *Thingiverse* é uma plataforma de compartilhamento de arquivos inicialmente desenvolvida para os usuários das impressoras MakerBot 3D. Atualmente, consiste em um repositório de modelos que podem ser produzidos por meio de fabricação digital, com uma porcentagem de 90.6% de projetos de código aberto (ÖZKIL, 2017).

1.4.2 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Compreender a educação de pessoas com deficiência visual avaliando as necessidades do público-alvo;
- b) Avaliar os recursos disponíveis para a educação de pessoas com deficiência visual;
- c) Estabelecer
- d) Elencar as características necessárias aos recursos de auxílio ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência visual;
- e) Determinar os requisitos de projeto;
- f) Definir o conceito do projeto;
- g) Desenvolver painéis de inspiração para a geração de ideias;
- h) Gerar alternativas de solução para o projeto;
- i) Elaborar e avaliar alternativas de soluções em conjunto com especialistas em anatomia vegetal e especialistas envolvidos no ensino de alunos com deficiência visual e na produção de recursos para esse público;
- j) Detalhar, modelar e produzir a solução escolhida;
- k) Verificar a solução escolhida junto a profissionais da área do desenvolvimento e adaptação de recursos didáticos pedagógico para alunos com deficiência visual.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os dados relacionados aos assuntos necessários para fundamentar o desenvolvimento do projeto. São dispostas as informações sobre deficiência visual, educação básica com ênfase na educação de pessoas com deficiência visual, recursos didáticos e tecnologias tridimensionais.

2.1 DEFICIÊNCIA VISUAL

A deficiência visual corresponde à perda total ou parcial, adquirida ou congênita, da visão. Segundo o nível de acuidade visual⁴, podem ser determinados dois níveis de deficiência: cegueira ou baixa visão (ou visão subnormal). A cegueira é caracterizada pela perda total da visão ou pouquíssima capacidade de enxergar. Nesses casos, por exemplo, a escrita e a leitura são realizadas por meio do Sistema Braille. Baixa visão, ou visão subnormal, corresponde ao comprometimento do funcionamento visual dos olhos, mesmo após correção ou tratamento. As pessoas com baixa visão podem ler textos com impressão ampliada ou utilizando recursos ópticos especiais (FUNDAÇÃO DORINA NOWILL, 2018).

Segundo Sá e colaboradores (2010), a deficiência visual compreende desde alterações moderadas, corrigíveis por meio de cirurgia ou utilização de auxílios ópticos, até severas degenerações, atrofia ou lesões que resultam em cegueira. Dentre as causas mais frequentes, enfatizam-se: glaucoma congênito, catarata congênita, retinose pigmentar e toxoplasmose.

A Classificação Internacional de Doenças (CID) utiliza nove categorias para a classificação da deficiência visual: (1) deficiência visual leve; (2) deficiência visual moderada; (3) deficiência visual grave; (4, 5 e 6) cegueira; (9) deficiência visual não qualificada (WHO, 2018).

A legislação brasileira apresenta um extenso conjunto de normas e leis que asseguram os direitos das pessoas com deficiência (APÊNDICE A). Entre esses,

⁴A acuidade visual é a capacidade visual apresentada em termos quantitativos. É realizada uma medição a qual resulta em dados sobre a possibilidade de distinção de estímulos visuais por meio de uma escala linear e gradual. Como referência, são utilizados: a nitidez dos objetos, o tamanho e a distância em que são compreendidos. O método de avaliação da acuidade visual mais habitual é realizado por meio da Tabela de Snellen (SÁ *et al.*; DOMINGUES *et al.*; 2010).

existem três instrumentos onde estão expressas as especificações para que a função visual de uma pessoa seja considerada deficiência visual: a Lei nº 10.690/2003 (BRASIL, 2003), o Decreto Federal nº 5.296/2004 (BRASIL, 2004) e a Portaria GM/MS nº 3.128/2008 (BRASIL, 2008). Para o último instrumento de legislação citado, considera-se baixa visão ou visão subnormal quando a acuidade visual corrigida no melhor olho é menor que 0,3 e maior ou igual a 0,05, ou o campo visual menor do que 20º no melhor olho com a melhor correção óptica. A cegueira corresponde ao campo visual menor do que 10º e acuidade visual abaixo de 0,05.

2.1.1 Cegueira

Seguindo uma abordagem clínica, a cegueira pode ser entendida como um transtorno grave que atinge o sentido da visão, podendo afetar o funcionamento do aparato óptico (DRAGO; MANGA, 2017).

Pessoas com vários graus de visão residual são consideradas cegas, ou seja, são categorizadas como cegas, todas aquelas pessoas nas quais o detrimento da visão se verifica em níveis incapacitantes para a execução de tarefas rotineiras. Dessa forma, o termo cegueira é utilizado para classificar a deficiência visual de pessoas que possuem uma de duas condições: a visão do melhor olho com a correção óptica apresenta 20/400 ou menor, em outras palavras, se ela pode ver a 20 pés (6 metros) o que uma pessoa de visão normal pode ver a 400 pés (121 metros); ou diâmetro mais largo do campo visual⁵ com medida inferior a 20º de arco, mesmo que sua acuidade visual nesse campo estreito possa ser superior a 20/400. A amaurose, ou cegueira total, pressupõe perda completa da visão, sem que exista sequer a percepção luminosa (ÁVILA *et al.*, 2015).

A perda da visão, ou cegueira, pode ser congênita, ou adquirida. Quando uma pessoa nasce com o sentido da visão e perde-o durante a vida, ela guarda memórias visuais, pode lembrar-se das imagens, cores e luzes que compreendeu, e estas informações são muito úteis para sua readaptação. O indivíduo que nasce sem a capacidade da visão, no entanto, não poderá formar uma memória visual. Para uma pessoa que enxerga, é impossível imaginar essa condição, porque as imagens e cores

⁵Campo visual corresponde à visão periférica, ou a área de abrangência em que um objeto pode ser visto, estando a pessoa com o olho fixo em um determinado ponto (SÁ *et al.*, 2010).

constituem nosso pensamento. Não é suficiente fechar os olhos e tentar reproduzir o comportamento de uma pessoa cega, pois possuindo uma memória visual, a pessoa tem consciência do que não está enxergando (GIL, 2010).

2.1.2 Baixa visão

A baixa visão compreende uma grave perda visual que não pode ser corrigida por meio de cirurgia, pelo uso de óculos convencionais ou por meio de tratamento clínico. Essa condição é definida pela redução da acuidade visual ou do campo visual e pelo impedimento de compreender detalhes, objetos ou desenhos com baixo contraste à longa distância. Tal adversidade resulta na necessidade de recursos ópticos, de aproximação, ou ampliação de imagens e caracteres (SÁ *et al.*, 2010).

Segundo Domingues e colaboradores (2010) a baixa visão pode ser causada por enfermidades, traumatismos ou disfunções do sistema visual que ocasionam redução da acuidade visual, dificuldade para enxergar de perto ou de longe (ou ambos), campo visual reduzido, alterações na percepção de cores, alterações na identificação de contraste, entre outras alterações visuais.

2.2 A EDUCAÇÃO BÁSICA E A INCLUSÃO

Atualmente, no Brasil, a educação básica – que compreende a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio – é administrada pela Secretaria de Educação Básica, órgão sob responsabilidade do Ministério da Educação (MEC). Regulamentam e norteiam a organização da educação básica no país: a Lei nº 9.394, que determina as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN); o Plano Nacional de Educação (PNE); as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica; o Estatuto da Criança e do Adolescente; e a Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 2007a).

O Decreto nº 6949/2009 promulga os termos acordados na Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Ao reconhecer o direito das pessoas com deficiência à educação, os Estados Partes da Convenção objetivaram, entre outros, o pleno desenvolvimento do potencial humano, o

fortalecimento do respeito pelos direitos humanos, pelas liberdades fundamentais e pela diversidade humana e a garantia de que as pessoas com deficiência não sejam excluídas do sistema educacional geral por alegação de deficiência. O Estado brasileiro se comprometeu então, conforme expressa o decreto, em assegurar um sistema educacional inclusivo em todos os níveis de ensino, realizar as adaptações necessárias de acordo com as necessidades individuais desses educandos e possibilitar o apoio necessário à efetiva educação (BRASIL, 2009).

Sendo um direito do aluno, a inclusão educacional culminou em mudanças para a efetivação do direito à escolarização. No âmbito das políticas públicas para o desenvolvimento inclusivo da escola, está inserida a estruturação das salas de recursos com a oferta de materiais e atendimento especializado às especificidades dos alunos da educação especial matriculados no ensino regular (MEC, 2010).

2.3 EDUCAÇÃO ESPECIAL

A Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência (Decreto nº 3.298) e a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2008) definem a educação especial como modalidade de ensino transversal a todos os níveis e modalidades de ensino, salientando esta modalidade como um complemento ao ensino regular (MEC, 2010). Logo, todos os estudantes público-alvo da educação especial precisam ser matriculados nas aulas comuns e receber atendimento especializado no turno oposto ao do ensino regular.

2.3.1 Salas de Recursos Multifuncionais

Compondo a estruturação para o ensino inclusivo, através da Portaria Normativa nº 13/2007, foi criado o "Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais". As Salas de Recursos Multifuncionais (SRMs) têm por objetivo atender aos alunos da Educação Especial matriculados na rede de ensino regular. Esses espaços foram instituídos para cumprir o propósito da organização de locais dotados de equipamentos, materiais pedagógicos e recursos de acessibilidade para desenvolvimento da escolarização eliminando barreiras para a plena participação dos estudantes da educação especial com autonomia e independência no ambiente

educacional e social. O MEC disponibiliza uma lista dos materiais que devem estar disponíveis para utilização pelos alunos com deficiência visual nas SRMs (BRASIL, 2007b; 2012).

2.3.2 Atendimento Educacional Especializado

O Atendimento Educacional Especializado (AEE) tem como função complementar a formação do aluno por meio da prestação de acompanhamento, disponibilização de recursos de acessibilidade e desenvolvimento de meios que extingam as barreiras para sua plena aprendizagem e participação na sociedade. O AEE é desenvolvido em todos os níveis, etapas e modalidades de ensino. Os atendimentos são realizados, prioritariamente, nas SRMs da própria escola, em turno inverso ao da escolarização em sala de aula comum. O AEE pode ocorrer também em centros especializados, não sendo substitutivo às classes comuns. A produção e execução do plano educacional especializado são de competência dos professores que trabalham na SRM ou nos centros de AEE, mas sua articulação deve ocorrer de maneira conjunta com os demais professores do ensino regular. Para atuar no AEE, o professor deve ter formação qualificada para o exercício da docência com especialização em Educação Especial (MEC, 2009).

2.3.3 Educação de pessoas com deficiência visual

No Brasil, o ensino de alunos com deficiência visual está inserido no âmbito da educação especial e deve ocorrer na sala de aula comum com o apoio do AEE (SILVA, 2017). O AEE, conforme supracitado, é desenvolvido, prioritariamente, na SRM.

No entanto, os alunos com deficiência visual encontram obstáculos ao seu processo de educação. Um dos principais desafios está relacionado à disponibilidade e utilização de recursos didáticos adaptados, ferramentas essenciais no processo de ensino aprendizagem e inclusão desses alunos no sistema regular de ensino (PONTES; FERNANDES, 2018).

Segundo Batista (2005), os professores muitas vezes utilizam representações para realizar determinadas explicações. No ensino de videntes, já existe uma longa trajetória estabelecida. São utilizados, para essas representações,

itens bidimensionais como gravuras, fotos, esquemas, mapas e filmes, além de meios tridimensionais: objetos reais ou miniaturas. Ainda, segundo a autora, muitas convenções são estabelecidas, de tal modo que, algumas vezes, deixamos de compreendê-las como convenções. É o caso dos mapas e esquemas, como os utilizados para explicação da célula e do sistema solar, que parecem auto evidentes para os iniciados em sua interpretação. Então, a tarefa em relação ao aluno com deficiência visual, está em procurar as melhores maneiras de representação para esse aluno. Um desafio para os professores, considerando a carência de modelos disponíveis.

Apesar da escassez referida de recursos didáticos específicos para o ensino de educandos com deficiência visual, existem sistemas que possibilitam a adaptação dos materiais didáticos para esse público. Essas adaptações dos livros e materiais didáticos são desenvolvidas por centros de apoio técnico e pedagógico e pelos professores do AEE (BRASIL, 2009; 2016). Entre os sistemas utilizados para adaptação de conteúdos pode-se destacar o Sistema Braille. Desenvolvido por Louis Braille, na França, em 1825, o sistema Braille é o método de escrita em relevo mais conhecido e adotado em todo o mundo. É composto por 63 sinais formados por pontos a partir do conjunto matricial 1, 2, 3, 4, 5, e 6. Este conjunto de 6 pontos é chamado de sinal fundamental. A área ocupada pelo sinal fundamental ou por outro sinal expresso nesse espaço de seis pontos é denominada cela Braille ou célula Braille. Alguns especialistas consideram o espaço dos pontos vazio também como um sinal. Logo, o sistema passa a ser composto por 64 sinais. Na aplicação à Língua Portuguesa, praticamente todos os sinais mantêm sua significação original, com exceção de algumas vogais acentuadas e outros símbolos que são representados por sinais que são exclusivos. O sistema também se aplica à demais representações como símbolos matemáticos, químicos, fonéticos, musicais e informáticos (BRASIL, 2006b; SÁ *et al.*, 2007).

Os materiais pedagógicos são produzidos pelo Centro de Apoio Pedagógico às Pessoas com Deficiência Visual (CAP). Este é um centro de apoio técnico e pedagógico que atua em parceria com o AEE no desenvolvimento de adaptações necessárias para utilização dos materiais didáticos pelos alunos e professores da rede pública. Para garantir a disponibilidade de livros didáticos em formatos acessíveis aos alunos com deficiência matriculados em escolas públicas da educação básica, o Ministério da Educação desenvolveu o Projeto Livro Acessível. O apoio financeiro para

criação dos CAPs foi uma das ações para implementação deste programa (BRASIL, 2016).

2.4 MATERIAIS DE APOIO À ATIVIDADE DOCENTE

Destinado a avaliar e a disponibilizar obras pedagógicas, didáticas e literárias, e demais materiais de apoio à prática educativa, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), é resultado da unificação do Programa Nacional Biblioteca da Escola e do Programa Nacional do Livro Didático. Os materiais são disponibilizados pelo MEC de forma gratuita às escolas públicas de educação das redes municipais, estaduais, federal e distrital e ainda às instituições de educação infantil confessionais, filantrópicas ou comunitárias sem fins lucrativos e conveniadas ao Poder Público. São as próprias instituições de ensino que escolhem os materiais que desejam utilizar. Para tanto, tais materiais devem estar inscritos no PNLD e aprovados em verificações pedagógicas coordenadas pelo MEC (BRASIL, 2018c). No caso da utilização por alunos com deficiência visual, os livros são adaptados pelos CAPs.

2.4.1 Recurso Didático

Recursos didáticos são todos os recursos físicos, aplicados em disciplinas, áreas de estudo ou atividades, objetivando auxiliar o educando a desenvolver sua aprendizagem de forma mais eficiente, consistindo em um meio para incentivar, facilitar ou possibilitar o processo de ensino-aprendizagem. De maneira genérica, os recursos didáticos podem ser categorizados como: naturais, pedagógicos, tecnológicos e culturais (CERQUEIRA; FERREIRA, 1996). De acordo com essa definição, o produto desenvolvido no presente trabalho enquadra-se na categoria de recurso didático pedagógico.

Na concepção da Educação Inclusiva, os recursos e tecnologias são fundamentais, sendo aplicados como ferramentas facilitadoras da aprendizagem. Esses recursos possibilitam ao aluno cego, ou com baixa visão, a construção de novos conhecimentos (GOMES; SAMPAIO, 2014).

2.4.2 Recursos didáticos para pessoas com deficiência visual

Os recursos destinados ao AEE dos alunos com deficiência visual precisam ser inseridos em situações e vivências cotidianas que encorajem a exploração e o desenvolvimento pleno dos demais sentidos. A qualidade, a adequação e a diversidade dos recursos disponíveis permitem a aquisição do conhecimento, a comunicação e a aprendizagem significativas (SÁ *et al.*, 2007).

Ao desenvolver recursos didáticos para alunos cegos, é necessário estar atento a alguns parâmetros muito importantes para a eficácia de sua utilização (SÁ *et al.*, 2007):

- i. A representação deve ser tão fidedigna quanto possível em relação ao modelo original;
- ii. O recurso deve ser atraente para a visão e agradável ao tato;
- iii. A adequação também deve ser pertinente em relação ao conteúdo e à faixa etária;
- iv. Os materiais escolhidos devem conter cores fortes ou contrastes que se adaptem à limitação visual de cada aluno e ao significado tátil, possibilitando a estimulação visual;
- v. O relevo deve ser constituído preferencialmente de diferentes texturas para destacar os segmentos componentes do todo;
- vi. Distinções podem ser obtidas por diferentes texturas e materiais;
- vii. O material não deve ocasionar rejeição ao tato e deve ser suficientemente resistente ao manuseio constante;
- viii. Deve ser simples e de fácil manuseio, não apresentando perigo aos alunos e permitindo uma utilização prática;
- ix. Para que um recurso atenda, ao mesmo tempo, às diferentes condições visuais dos alunos presume-se a utilização de fontes ampliadas, do sistema Braille e de outras estratégias (tais como a audiodescrição) no processo de aprendizagem;
- x. As proporções devem ser analisadas, devendo considerar que desenhos ou objetos em relevo pequenos demais não ressaltam minúcias de suas partes. Analogamente, o tamanho exagerado pode dificultar a apresentação da totalidade.

A Tabela 1 apresenta o levantamento de estudos envolvendo a produção de recursos didáticos para alunos com deficiência visual no Brasil. Inicialmente, foram utilizados os termos: “recurso didático”; “recurso didático pedagógico”; “modelo tátil”; “recurso didático tátil”; “material didático tátil”; “recurso didático pedagógico tátil”; “material paradidático”. Em todas as buscas foi adicionado o termo “deficiência visual”. A maior quantidade de resultados foi obtida com os termos “recurso didático” e “deficiência visual”.

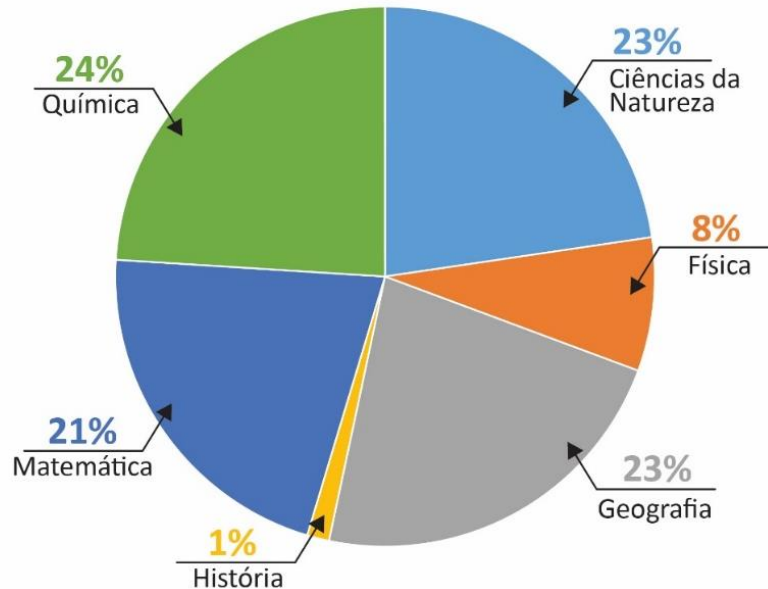
Tabela 1 – Número de trabalhos acadêmicos sobre a produção de recursos didáticos para alunos com deficiência visual.

Termos utilizados na busca	Número de Resultados
"Recurso didático" e "deficiência visual"	961
"Recurso didático pedagógico" e "deficiência visual"	99
"Recurso didático tátil" e "deficiência visual"	6
"Recurso pedagógico didático tátil" e "deficiência visual"	1
"Material paradidático" e "deficiência visual"	28

Os dados contidos nesta tabela foram obtidos a partir da busca no banco Google Acadêmico. A busca foi efetuada entre 08/2018 e 09/2018. Fonte: da autora.

Os resultados obtidos para a busca com os termos “recurso didático” e “deficiência visual” foram analisados e catalogados. Para essa classificação, foram considerados os estudos que relatam o desenvolvimento de um recurso pedagógico. No total, foram identificados 75 trabalhos os quais foram classificados conforme a disciplina de atuação (APÊNDICE B). A Figura 2 apresenta o gráfico referente a essa classificação.

Figura 2 – Proporção de trabalhos acadêmicos sobre a produção de recursos didáticos para alunos com deficiência visual conforme a disciplina de atuação.



Fonte: da autora

As disciplinas para as quais são encontrados mais recursos elaborados são Química (24%), Ciências da Natureza (23%), Geografia (23%) e Matemática (21%). Apesar de representarem 23% dos recursos disponíveis encontrados nas pesquisas, os estudos catalogados na área de Ciências da Natureza abordam, em sua maioria, o desenvolvimento de recursos para o ensino de citologia, outros temas abordados são a genética e a embriologia. Logo, foi verificada a escassez de desenvolvimento de material para os conteúdos abordados pela Botânica.

Não obstante, vale ressaltar que, dos 75 trabalhos, 61 utilizaram técnicas artesanais para a produção dos recursos, 4 estudos combinam técnicas artesanais e outras tecnologias, por exemplo, a utilização de um modelo artesanal e um recurso sonoro. Alguns trabalhos não informam os meios utilizados para a produção do recurso. E apenas 3 produziram os recursos por meio de técnicas de fabricação digital como a impressão 3D e o corte a laser.

Ambas as constatações – ausência de material sobre Botânica e a baixa produção por tecnologias digitais – estão em consonância com a justificativa da realização do presente trabalho. No intuito de aprofundar o conhecimento necessário

para o desenvolvimento deste projeto, os itens a seguir apresentam informações acerca da Flor e de tecnologias 3D passíveis de serem empregadas na produção de recursos didáticos para ensino de alunos com deficiência visual.

2.5 A FLOR

Johann Wolfgang von Goethe estava correto quando propôs, há mais de 200 anos, que as flores fossem folhas modificadas (THEISSEN; SAEDLER, 2001). Segundo Silva (2017b), uma flor é um conjunto de ramos, exclusivo das angiospermas, que termina em uma série de folhas especializadas as quais são responsáveis pela reprodução da planta.

2.5.1 O estudo da flor no Ensino Fundamental

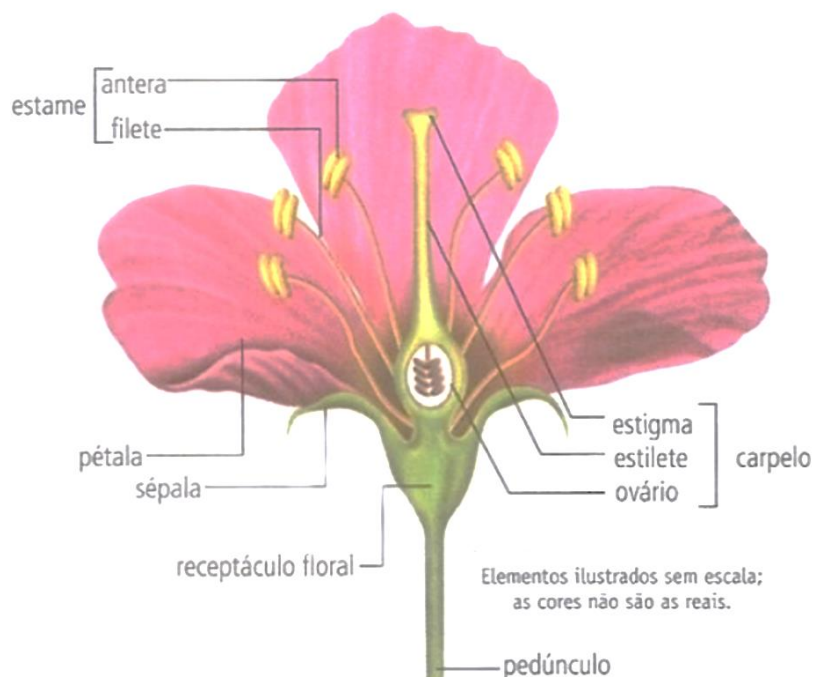
Antes da aprovação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o conteúdo referente ao estudo dos órgãos reprodutivos das plantas, deveria ser estudado no sétimo ano do ensino fundamental, na disciplina de Ciências. Porém, com a aprovação da BNCC, instituída pelo Conselho Nacional de Educação em dezembro de 2017 (BRASIL, 2017a) o ensino dos processos reprodutivos em plantas torna-se objetivo de conhecimento do oitavo ano do ensino fundamental, na unidade temática “Vida e evolução” da área de Ciências da Natureza. Dentro desse tema, encontra-se o estudo da flor, como citado, no caso das angiospermas, a estrutura responsável pela reprodução (BRASIL, 2018b).

O conteúdo abordado nas séries da Educação Básica passa por sintetizações. Essa condensação e abstração são percebidas são consultarmos estudos como o de Silva (2017b) e Theissen e Saedler (2001) desenvolvidos na área da botânica e o trabalho organizado por Passos e Sillos (2015), para o ensino fundamental de Ciências da Natureza. Considerando o nível de aprofundamento e síntese necessários para o ensino desse conteúdo aos alunos do ensino fundamental as definições de Passos e Sillos (2015) são utilizadas para a fundamentação ao desenvolvimento do presente trabalho.

2.5.2 As principais partes da flor

Conforme supracitado, a flor (Figura 3) é o órgão que comporta as estruturas reprodutoras das plantas. Após a fecundação, o ovário da flor se desenvolve e dá origem ao fruto. Podemos dividir as partes que compõem esse órgão em: estruturas de suporte, proteção e reprodução. A flor está conectada ao ramo por uma haste, o pedúnculo. Essa parte da flor se dilata em sua região superior, formando o receptáculo floral, onde estão inseridas as demais peças florais. Uma flor é composta pelas seguintes peças florais: o cálice, a corola, o androceu e o gineceu (PASSOS; SILLOS, 2015).

Figura 3 - Esquema simplificado das partes da flor

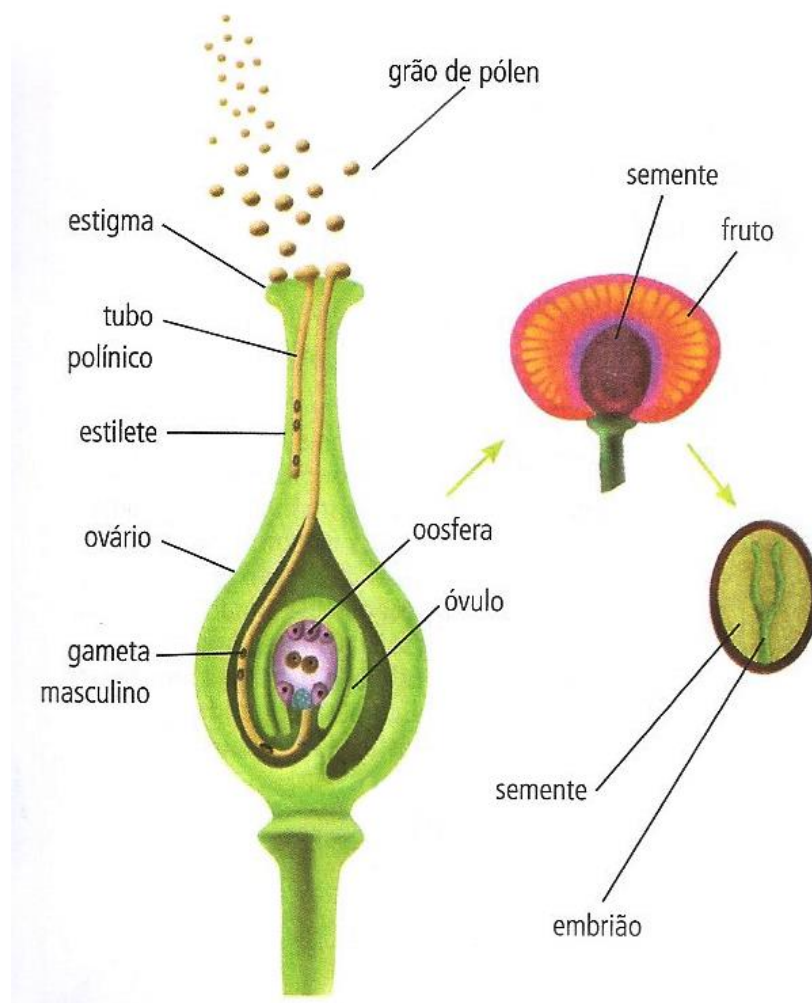


Fonte: Modificado de Passos; Sillos, 2015.

O cálice e a corola são as estruturas de proteção da flor. Eles circundam e protegem as peças reprodutoras propriamente ditas. O cálice é composto pelo conjunto de sépalas. Essa estrutura protege o botão da flor contra o ataque de animais herbívoros e parasitas, além de ajudar a manter a umidade. Em geral, as sépalas são de cor verde. A corola é composta pelas pétalas que, geralmente, são coloridas e atrativas. O néctar, um líquido viscoso e açucarado que atrai os animais polinizadores, é produzido na base da corola (PASSOS; SILLOS, 2015).

O androceu (do grego, *andros*: masculino) e o gineceu (do grego, *gyné*: feminino) são os órgãos reprodutores das flores. O androceu é constituído por um conjunto de estames, os quais são compostos por um filete que sustenta a antera (onde são produzidos os grãos de pólen). Por sua vez, o gineceu é formado por um ou vários pistilos. Cada pistilo é composto por três partes: estigma, estilete e ovário. O estigma é a região alargada que recebe os grãos de pólen (Figura 4). O estilete corresponde à parte alongada e estreita que une o estigma ao ovário. Por fim, o ovário é a parte alargada e oca na qual formam-se os óvulos. Diferentemente do que ocorre na reprodução animal, nas plantas o óvulo não é o gameta feminino, mas uma estrutura que possui os elementos formadores do gameta feminino (PASSOS; SILLOS, 2015).

Figura 4 – Esquema simplificado das partes da flor e seu processo de reprodução



Fonte: Modificado de PASSOS e SILLOS (2015)

A reprodução das flores ocorre com a polinização seguida da fecundação. A polinização consiste no transporte dos grãos de pólen da antera para o estigma. Este processo pode ser natural, ou artificial (realizado pelos seres humanos). A polinização natural é resultado da ação de agentes polinizadores. Os insetos, os morcegos e as aves, são atraídos pelas cores, pelo néctar e pelo odor característico de determinadas flores. E acabam disseminando os grãos de pólen ao visitar diferentes flores. O vento é o principal agente polinizador das flores sem néctar e pouco vistosas (pouco coloridas e pequenas). O processo de fecundação ocorre por meio da união do gameta masculino, presente no grão de pólen, com o gameta feminino, presente no óvulo, a oosfera (PASSOS; SILLOS, 2015).

2.6 FABRICAÇÃO DIGITAL

Técnicas de fabricação digital podem ser utilizadas para a obtenção de modelos tridimensionais para o ensino de crianças com deficiência visual. A seguir, são apresentados conceitos de tecnologias utilizadas no presente trabalho. Não obstante, também são apresentados estudos que abordam a aplicação dessas técnicas em benefício das pessoas com deficiência visual.

2.6.1 Digitalização 3D

A digitalização tridimensional consiste no registro digital das informações de um objeto. A digitalização 3D é usualmente desenvolvida por meio da varredura de uma determinada superfície que possibilita a obtenção das coordenadas (X, Y e Z) pertencentes à superfície do objeto (CARDOSO *et al.*, 2014; SILVA, 2010). Esta técnica vem sendo aplicada em diversas áreas como desenvolvimento de produtos, controle de qualidade e fabricação de moldes (SILVA, 2010). A digitalização 3D permite grandes avanços em pesquisa, análise e educação, servindo como ferramenta nas mais diversas áreas do conhecimento (MUNIZ *et al.*, 2018).

O projeto Tooteko é um exemplo da aplicação desta tecnologia 3D em benefício das pessoas com deficiência visual. O projeto consiste em um anel inteligente alinhado a uma peça fabricada por meio da digitalização 3D, modelagem

tridimensional e posterior impressão 3D de um bem cultural. O sistema desenvolvido permite que ao tocar a superfície tridimensional, o usuário receba informações sobre a área da peça tocada (D'AGNANO *et al.*, 2015).

2.6.2 Impressão 3D

Para Buehler *et al.* (2016), apesar da escassez de publicações sobre o papel da impressão 3D na educação especial. Essa tecnologia pode beneficiar esse campo da educação por meio do apoio ao empenho em STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática, do inglês, *Science, Technology, Engineering and Math*), em uma população historicamente excluída neste conceito, auxiliando ainda o desenvolvimento de materiais didáticos e tecnologias assistivas.

A tecnologia de fabricação aditiva é um processo no qual um modelo 3D é obtido por meio da deposição de camadas. A Fabricação por Filamento Fundido (FFF) é um processo amplamente utilizado que consiste na produção de um protótipo por deposição de camadas de um material extrudado. O material, geralmente polimérico, em forma de fio é aquecido e depositado sob a superfície da mesa por um cabeçote extrusor que se movimenta nos eixos X e Y. O deslocamento no eixo Z é desenvolvido por um sistema de elevação da mesa da impressora (VOLPATO, 2007).

Em um estudo comparativo entre as tecnologias tradicionalmente utilizadas para a produção de mapas táteis para pessoas com deficiência visual e a impressão 3D, Gual e colaboradores (2015), enfatizam que os meios de produção escolhidos dependem dos objetivos e dos requisitos do material a ser desenvolvido. Ao utilizar um mapa tátil, produzido por meio de termoformagem ou papel microencapsulado, obtêm-se mapas leves e flexíveis. Porém, para os autores, um dos principais problemas dessa técnica é o tempo envolvido no desenvolvimento. A impressão 3D possibilita a avaliação do modelo antes da produção e permite a construção de peças rígidas e duráveis. Além disso, pode produzir geometrias complexas com elevação considerável para acentuar o efeito das diferenças de altura entre os símbolos e pode aprimorar o processo de memorização dos mesmos (GUAL *et al.*, 2014).

Na literatura, são encontrados estudos que abordam a utilização de modelos fabricados por meio de impressão 3D para utilização na educação em geral (BUEHLER *et al.*, 2014; JUNK; MATT, 2015; KOSTAKIS *et al.*, 2015; SCHELLY *et al.*, 2015; VERNER; MERKSAMER, 2015; HALL *et al.*, 2017). No caso específico do

aprimoramento de ferramentas para educação de pessoas com deficiência visual, alguns estudos visam desenvolver e aprimorar recursos utilizando tecnologias de fabricação digital.

Brendler e colaboradores (2014) utilizaram a fabricação digital e sistemas CAD e CAM para elaborar recursos didáticos para adaptação dos esquemas utilizados para explicação dos cromossomos, processos de meiose e DNA. Os recursos foram desenvolvidos seguindo os preceitos do design centrado no usuário e receberam a aprovação do usuário final, comprovando que esses produtos facilitam a compreensão do conteúdo por pessoas com deficiência visual. Ainda, os autores ressaltam que o desenvolvimento desses recursos beneficia também os videntes, pois auxiliam o ensino, servindo de materiais concretos de apoio visual tridimensional.

Pohlmann e colaboradores (2016) desenvolveram modelos didáticos de sistemas nanoestruturados por meio da modelagem e da impressão tridimensional, para utilização como recurso de ensino de alunos com deficiência visual. Os modelos desenvolvidos foram avaliados por um usuário cego. Os resultados desse estudo demonstram que os modelos 3D são viáveis para o uso como recurso didático no ensino de alunos com deficiência visual.

O estudo desenvolvido por Pantazis e Priavolou (2017) analisa uma experiência desenvolvida com alunos do ensino secundário de Portugal, visando compreender de que forma a utilização de impressoras 3D de código aberto e *softwares* de projeto 3D podem servir como meio de aprendizagem e comunicação. Os estudantes projetaram e fabricaram modelos de bens do patrimônio cultural acrescentando textos em Braille. Os objetos desenvolvidos foram entregues para pessoas com deficiência visual. Os autores tinham como objetivo possibilitar a comunicação entre pessoas com e sem deficiência visual e capacitar os alunos a participarem de procedimentos educacionais abertos. Para os autores, iniciativas como essa impulsionam o envolvimento ativo dos alunos nos procedimentos educacionais e a impressão 3D, possibilitando a exploração tangível, estimula uma comunicação significativa entre pessoas com e sem deficiência visual.

Jafri e colaboradores (2017) desenvolveram um sistema baseado em *tangible user interface* (TUI)⁶, para auxiliar o ensino de percepção de forma e consciência espacial para crianças com deficiência visual. A solução apresentada utiliza um sistema baseado em visão computacional para rastrear formas geométricas impressas em 3D que podem ser manipuladas pela criança, fornecendo um *feedback* por meio de uma interface de áudio. No estudo descrito, a impressão 3D foi utilizada para gerar os elementos tangíveis. O projeto foi validado com educadores de crianças com deficiência visual. Sobre os retornos recebidos pelos educadores, os autores destacam a necessidade e a disposição dos professores em adotar tais soluções. Todos os professores que participaram do estudo afirmaram não estarem utilizando nenhuma tecnologia eletrônica para ensinar esses conceitos em suas salas de aula, afirmaram ainda não estarem cientes da existência de ferramentas para este fim. Os educadores valorizaram a disponibilização das formas em diferentes tamanhos e texturas, possibilitada pela impressão 3D.

⁶ Uma Interface de Usuário Tangível (TUI) é uma interface sobre a qual o utilizador interage com a informação digital por meio do ambiente físico. O objetivo do desenvolvimento dessas interfaces é desenvolver a colaboração, a educação e o design, concedendo à informação digital uma forma física (WIKIPEDIA, 2018).

3 METODOLOGIA

Uma metodologia projetual pode ser compreendida como um grupo de procedimentos aplicados para o desenvolvimento de um determinado produto. Este grupo abrange métodos, técnicas e ferramentas utilizadas para a realização do projeto (FREITAS, 2013). Neste capítulo, são apresentados os métodos utilizados para composição da metodologia aplicada no desenvolvimento do presente projeto.

3.1 MÉTODO DESIGN THINKING – IDEO

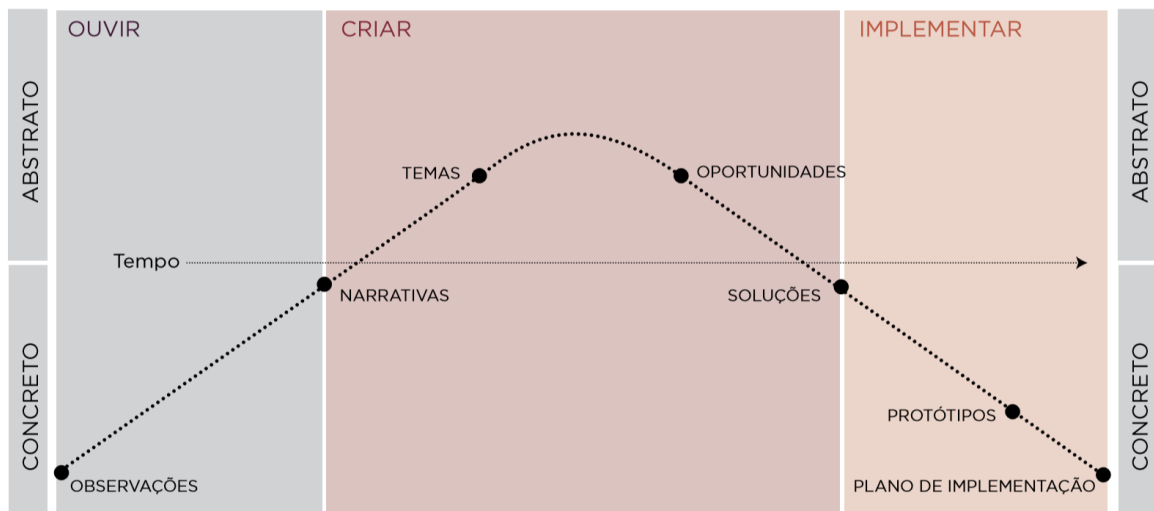
Segundo Brown (2008), o *Design Thinking* da IDEO utiliza os métodos e a sensibilidade dos designers para combinar as necessidades dos usuários com o que é tecnologicamente viável e pode se transformar em oportunidades de mercado e valor para o cliente. O processo de design por este método é cíclico, passando por três espaços: *Inspiration* (Inspiração), *Ideation* (Ideação) e *Implementation* (Implementação). O espaço Inspiração corresponde a um problema de projeto, uma oportunidade ou ambos, que inspiram a busca de soluções. A Ideação corresponde ao desenvolvimento de ideias que podem gerar soluções. A implementação compreende o conjunto de informações necessárias para aplicação no mercado.

3.2 MÉTODO HUMAN-CENTERED DESIGN IDEO

O *Human-Centered Design* (HCD), ou Design Centrado no Ser Humano, é um método que reúne ferramentas adaptáveis em diferentes contextos e situações, tendo o ser humano como centro em cada etapa do processo. Podendo ser utilizado em conjunto com outras metodologias, este método possui três bases, o que os autores chamam de lentes, que devem orientar todo o processo. Inicialmente, devem ser investigadas as necessidades, desejos e comportamentos dos usuários, observando o mundo através da lente do Desejo. Compreendido o Desejo do usuário, as soluções devem ser examinadas através das lentes da Praticabilidade e da Viabilidade (IDEO, 2015).

O HCD é dividido em três etapas: Ouvir, Criar e Implementar (). Durante o desenvolvimento, o pensamento que norteia o processo deve ser alterado do concreto ao abstrato, elencando conteúdos e oportunidades, e retornando ao concreto com os protótipos e soluções. No decorrer da etapa “Ouvir”, ocorre a coleta de histórias e a inspiração nos usuários. Nesse momento, devem ser organizadas e desenvolvidas pesquisas de campo. A etapa “Criar”, compreende a tradução das informações recebidas dos usuários em estruturas, oportunidades, soluções e protótipos. Por fim, a etapa “Implementar” corresponde ao início da implementação, por meio de um sistema de custos, receitas, estimativas de capacitação e organização da implementação (IDEO, 2015).

Figura 5 – Processo HCD.



Fonte: IDEO (2015).

3.3 METODOLOGIA APLICADA

Os métodos apresentados anteriormente foram utilizados para a composição de uma estrutura metodológica capaz de compreender as necessidades reais dos usuários, e utilizar seu conhecimento e visão do problema como uma lente para o desenvolvimento de cada etapa do trabalho. Considerando que o método HCD compreende a utilização em conjunto com outras metodologias, foram adicionadas análises da metodologia de Platchek (2003), para desenvolvimento da análise de dispositivos similares. Após o levantamento das necessidades, previsto no HCD, foram utilizadas as etapas descritas por Back e colaboradores (2008) de

transformação das necessidades em requisitos de usuário e posterior transformação desses requisitos em requisitos de projeto. Os painéis visuais foram desenvolvidos conforme proposto na metodologia de Baxter (2011).

Seguindo a construção em espaços de projeto do *Design Thinking* e as etapas do HCD, o método está dividido em três macro etapas: “Inspiração – Ouvir, compreender e se inspirar”, “Ideação – Gerar ideias, criar soluções” e “Implementação – Desenvolvimento da solução”. O método dispõe, ainda, de etapas específicas inspiradas em ferramentas do HCD. A figura 6 apresenta um esquema da metodologia aplicada.

A etapa “Inspiração – Ouvir, compreender e se inspirar” contém os procedimentos desenvolvidos para identificação do desafio de projeto e seu público-alvo. Essa etapa iniciou com a fundamentação teórica (capítulo 2) e teve seguimento com as entrevistas semiestruturadas, visita às salas de recursos multifuncionais e levantamento e análise dos recursos similares (itens 4.1, 4.2 e 4.3 respectivamente).

A etapa “Ideação – Gerar ideias, criar soluções” envolve a análise dos dados obtidos por meio das pesquisas e entrevistas, para conversão dessas informações em necessidades dos usuários e transformação em requisitos de usuário para posterior conversão desses em requisitos de projeto (item 5.2). Identificando o conceito do projeto e elaborando painéis visuais (itens 5.4 e 5.5 respectivamente). Inspiradas nos painéis e informações obtidas na etapa “Inspiração”, são desenvolvidas alternativas de solução para o projeto. Nesse momento, são realizados encontros de projeto co-projeto participativo com especialistas para avaliação das alternativas e modelos desenvolvidos e desenvolvimento de ideias mais adaptáveis ao contexto e com maior probabilidade de adoção. Esses encontros devem ser utilizados também para seleção da alternativa a ser detalhada (Capítulo 6).

Por fim, a etapa “Implementação – Desenvolvimento da solução” (capítulo 7) compreende o detalhamento da solução escolhida, a modelagem tridimensional, a simulação visual e o desenvolvimento de um modelo funcional para validação dos requisitos com os educadores.

Figura 6 - Esquema da metodologia aplicada.



Fonte: da autora.

4 INSPIRAÇÃO

A etapa de Inspiração apresenta os procedimentos para identificação do desafio do projeto e reconhecimento do público-alvo. Parte dessas informações já foram apresentadas no capítulo 2 (Fundamentação Teórica). A complementação dessas informações corresponde às entrevistas realizadas com profissionais envolvidos direta e indiretamente na educação de crianças com deficiência visual, as visitas às Salas de Recursos Multifuncionais, bem como levantamento de dispositivos e tecnologias similares.

4.1 ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS

Para que fosse possível compreender as necessidades do usuário, foram desenvolvidas entrevistas semiestruturadas com profissionais que atuam direta e indiretamente com o público para o qual este trabalho é destinado.

A entrevista semiestruturada possibilita o diálogo e o envolvimento próximo com os participantes, porém, mantém o foco em um tópico específico (IDEO, 2018). Os roteiros para a elaboração das entrevistas (APÊNDICE C) foram baseados no método proposto por Circular Design Guide (2018) e Ellen MacArthur Foundation (2016)

Inicialmente, foi feita uma apresentação sucinta sobre o projeto e foi requisitado que o entrevistado discorresse sobre seu trabalho. A seguir, as perguntas feitas tinham o objetivo de compreender o contexto de produção e utilização dos recursos, as áreas onde há maior necessidade de desenvolvimento desses materiais, como os profissionais utilizam e como percebem a utilização dos recursos pelos alunos. Ao final, o entrevistado foi questionado acerca da possibilidade de inserção de novas tecnologias no processo de ensino-aprendizado atual e se ele acreditava que a tridimensionalidade poderia beneficiar o processo de aprendizagem das crianças com deficiência visual. A transcrição dos trechos mais relevantes está disponível no APÊNDICE D.

4.1.1 Entrevista 1: Instituição de Apoio

Para compreender o papel das instituições de auxílio na educação das crianças com deficiência visual e obter informações sobre as necessidades dos usuários, foi desenvolvida uma entrevista com duas profissionais da Associação Catarinense de Integração dos Cegos (ACIC).

As profissionais entrevistadas trabalham no setor responsável pelo atendimento às crianças e adolescentes. Este setor realiza os atendimentos nas áreas de estimulação visual, estimulação multissensorial, elaboração conceitual, alfabetização em Braille, psicomotricidade, orientação e mobilidade, Soroban, informática, atividades da vida diária e psicologia infantil. As crianças atendidas são encaminhadas por solicitação das famílias, por encaminhamento da rede pública de saúde ou da escola.

Ao serem perguntadas sobre a percepção de preferência das crianças por determinados recursos, as profissionais enfatizaram a autenticidade de cada um em suas escolhas:

[...] Na verdade, a criança cega, ela é tão diversificada nas suas escolhas, quanto uma pessoa que enxerga [...] Nós temos algumas que gostam muito da tecnologia, mais do que os outros recursos. Então, vai depender da personalidade da criança. Tem umas que se identificam mais com a matemática, outras se identificam mais com as humanas, gostam de ler (Profissional 1, grifo nosso).

As entrevistadas relatam a impossibilidade de forçar uma preferência entre as crianças cegas por determinado estímulo sensorial:

[...] Não tem como a gente padronizar as crianças cegas. Alguns vão gostar mais de uma coisa que tem mais informação tátil, como o jogo de xadrez, que está todo ali. É todo físico. Outras vão gostar mais de um jogo no computador que não é tátil, é sonoro. É muito da personalidade de cada um. Não tenho como padronizar e dizer que eles aceitam mais o que é tátil, ou o que é sonoro (Profissional 1, grifo nosso).

[...] Cada indivíduo é único nas suas escolhas, nas suas habilidades, nas suas preferências. Não tem como padronizar (Profissional 1, grifo nosso).

Segundo as educadoras, todos os recursos possíveis são apresentados para as crianças e elas optam por utilizarem os que mais as agradam. Elas reforçaram ser um equívoco a suposição de algumas pessoas quanto à preferência das crianças com deficiência visual por recursos sonoros ou táteis. Afirmaram que, em algumas disciplinas, as crianças podem utilizar somente o computador para os estudos, porém, algumas vezes, esse é insuficiente. Como exemplo, pode-se citar a necessidade de interpretação de um desenho, de uma forma química ou de uma sentença matemática. O mesmo foi relatado para a utilização de *smartphones*: os aparelhos podem ser utilizados para compreender as informações em documentos e imagens impressas, mas, em determinadas situações, é necessária a compreensão do sistema Braille. Ainda, enfatizaram que o sistema Braille é insubstituível, mas que esse pode estar associado a outras tecnologias.

No que tange às áreas de estudo nas quais são realizadas mais adaptações, as entrevistadas disseram que, além da geografia, também são necessárias intervenções nas disciplinas de ciências e de química. Podemos relacionar essa afirmação com a quantidade de estudos que relatam o desenvolvimento de recursos para essa disciplina (item 0). As entrevistadas utilizaram como exemplo o ensino de citologia e embriologia e reforçaram que não são conteúdos facilmente adaptáveis.

Quanto à demanda de desenvolvimento de recursos específicos para determinados conteúdos, as entrevistadas disseram que a maioria dos conteúdos necessita de uma adaptação. Também, disseram que muitos conteúdos demandam a construção de um recurso específico e qualquer conteúdo que extrapole a explicação teórica e necessite de imagens para sua compreensão vai precisar ser adaptado para a criança com deficiência visual (por exemplo, o ensino de citologia).

[...] Se você vai trabalhar com conteúdos que saem só do texto para informações muito visuais, eles acabam precisando ser adaptados. Por exemplo, tu vais trabalhar uma célula humana lá em biologia. Como que a criança cega vai saber como é uma célula? Para a criança que enxerga já tá ali no livro didático o desenho, a figura (Profissional 1, grifo nosso).

As entrevistadas afirmaram que as adaptações das informações visuais são descritas, adaptadas com texturas, ou, ainda, são desenvolvidos recursos manualmente. E relataram que existem muitas informações no livro didático que, para os alunos com deficiência visual, não são eficazes. No âmbito dos livros infantis, já

estão disponíveis muitos materiais, como aqueles desenvolvidos pela Fundação Dorina Nowill. Porém, o maior problema, para as entrevistadas, está no material didático disponibilizado para o ensino fundamental.

4.1.2 Entrevista 2: CAP

Conforme descrito no item 2.3.3, o CAP é o responsável pelas adaptações necessárias aos materiais didáticos para as escolas públicas. Considerando o importante papel e conhecimento dos profissionais deste órgão sobre a adaptação e desenvolvimento de recursos didáticos que possibilitam a educação das crianças com deficiência visual, foi desenvolvida uma entrevista coletiva com a equipe do CAP do Rio Grande do Sul (RS).

Sobre os materiais desenvolvidos pelo CAP, os profissionais relataram que sua principal produção são os livros didático-pedagógicos em Braille. Os materiais mais específicos, requeridos conforme as necessidades de cada aluno ficam sob responsabilidade dos professores do AEE. As adaptações são desenvolvidas para o ensino fundamental, médio e técnico, não existindo uma classificação por faixa etária. Eventualmente, o CAP produz recursos específicos como a adaptação de uma tabela periódica ou livros de histórias com textura. Para o desenvolvimento dos materiais são seguidas as Normas Técnicas de Produção de Textos em Braille e das grafias Braille específicas para matemática, química e informática.

O material mais utilizado no CAP é o papel de gramatura 120, utilizado na impressão dos livros didáticos. Para o desenvolvimento dos livros com texturas, os profissionais usam materiais como EVA, tecidos, tampinhas, carpetes, correntes e outras sucatas. A utilização desses objetos ocorre devido à ausência de materiais específicos para a tradução da sensação resultante ao toque do objeto real. Para a equipe do CAP, a falta de materiais para a representação ou simulação de determinadas texturas é um fator que dificulta a produção desses livros.

Segundo os entrevistados, algumas representações simplificadas de imagens contidas em livros são possíveis pela utilização do programa Braille Pintor. O *software* permite o desenho de circunferências e traços que formam texturas, possibilitando às pessoas com deficiência visual a leitura, por exemplo, de mapas. As adaptações simplificadas dos mapas são desenvolvidas no *software* e impressas por impressora Braille. Porém, quando os livros com textura são produzidos pelos próprios

profissionais, o processo é desenvolvido de maneira totalmente manual e artesanal e, para tanto, requer o desenho, recorte, colagem e a montagem.

O tempo para adaptação de um livro didático é de 25 a 30 dias. Cada folha impressa corresponde a, aproximadamente, quatro folhas no sistema Braille. Quanto ao desenvolvimento de recursos didáticos pedagógicos específicos para compreensão de determinados conteúdos, tais como mapas de hidrografia e relevo, os entrevistados relataram que a adaptação pode se tornar inviável devido à quantidade excessiva de detalhes. O tempo para a adaptação de um mapa como esses seria, segundo os profissionais, de no mínimo 20 dias, e, ainda assim, a qualidade necessária para compreensão dos detalhes não seria alcançada. De acordo com um dos entrevistados, materiais como esses

[...] vão ter muitos detalhes que, às vezes, ficam bonitos para os olhos de quem enxerga, mas não tem sentido para quem não enxerga (Profissional 3, grifo nosso).

Ao fazer a descrição completa de um mapa pelo sistema Braille, seriam necessárias três ou quatro páginas e a leitura desse conteúdo se tornaria cansativa e enfadonha para o aluno. Para o entrevistado, tantas páginas de descrição

[...] acaba com que o aluno canse de ler. Ou ele está no meio e já nem lembra mais o que ele começou a ler (Profissional 3, grifo nosso).

Então, são desenvolvidas adaptações simplificadas, sucintas e objetivas, contendo a orientação para que o aluno solicite ajuda do professor para compreender a descrição e a imagem contida no livro. Esse mesmo processo é aplicado para as demais representações gráficas complexas.

Segundo os profissionais, a utilização da audiodescrição não é suficiente para a compreensão dos conteúdos. Para os entrevistados, além da descrição das tabelas, gráficos e mapas, é essencial que o aluno tenha uma imagem adaptada. Assim, ele mesmo pode ouvir e ler. Outro fator importante para os profissionais é o cansaço que uma audiodescrição extensa pode ocasionar ao aluno:

[...] Porque de qualquer maneira essa descrição ali é uma descrição falada. Uma vozinha robótica te falando durante uma hora, descrevendo um mapa. Eu acho que tu cansa (Profissional 4, grifo nosso).

Para contornar os problemas apresentados, os entrevistados sugerem a utilização de objetos ou brinquedos. Mesmo quando adaptadas por meio de modelos tridimensionais, as representações necessitam de um mediador, como o professor. Esse mediador pode auxiliar com as informações necessárias para que o aluno busque o seu conhecimento.

Ainda, outro importante fator a ser considerado no desenvolvimento de uma adaptação para pessoas com deficiência visual é a extensão disponível para alcance por meio da exploração tátil. Ao produzir adaptações de materiais para esse público, é essencial o cuidado com as dimensões, evitando modelos muito grandes. Deve-se considerar a extensão da mão, evitando a possível incompreensão do modelo.

Por isso, os profissionais acreditam que os modelos produzidos por fabricação digital têm grande potencial para serem utilizados nas Salas de Recursos Multifuncionais (SRMs). Pois, reproduções em escalas reduzidas ou ampliadas, possibilitam o conhecimento e compreensão de peças que não poderiam ser lidas em suas dimensões reais.

4.1.3 Entrevista 3: Educadores

Foram entrevistados três professores do AEE. Esses professores atendem às necessidades individuais dos alunos público-alvo da educação especial e desenvolvem as adaptações dos conteúdos a serem trabalhados na sala de aula comum. Os professores entrevistados, conforme descrito no item 0, são especialistas em educação especial, e um dos educadores entrevistados possui deficiência visual.

Segundo os professores entrevistados, a principal queixa dos alunos com deficiência visual é a falta de conscientização e de compreensão por parte alguns profissionais da sala de aula comum acerca das necessidades educacionais de cada aluno. Um dos professores chamou atenção para os casos em que são excluídas as partes gráficas das questões para os alunos com deficiência visual, ou quando o aluno é somente submetido a provas orais. Esses fatos podem resultar na defasagem do aluno, que chega nas séries subsequentes sem familiaridade com a leitura tátil.

Um dos professores evidenciou que para alguém que nunca enxergou, as referências são construídas pelas experiências táteis. E o desenvolvimento dessa habilidade é comprometido quando é utilizada apenas a explicação verbal. Então, na

sala de recursos, utilizando os materiais adequados, é desenvolvido o atendimento individualizado para que o aluno realmente entenda o conteúdo de forma global.

Quanto às disciplinas para as quais os alunos necessitam de recursos adicionais, os educadores relataram que as maiores dificuldades são encontradas nas disciplinas de exatas, devido aos cálculos, e de ciências, devido à quantidade de imagens que complementam o aprendizado do conteúdo. Na área de humanas, os alunos conseguem acompanhar os conteúdos, que são majoritariamente teóricos, pois escutam e compreendem a aula, e posteriormente estudam pela leitura e por áudios.

Sobre o ensino dos conteúdos em que são necessárias as adaptações, os professores disseram que utilizam como alternativa os recursos produzidos por termoformagem ou brinquedos que imitam o animal estudado. Por vezes, é necessário transportar os alunos até um local onde é possível tocar nos objetos em estudo, ou, então, desenvolvem um recurso de forma artesanalmente, conforme o exemplo relatado:

[...] eu vou tentando adaptar. Eles querem saber o que é uma célula, como é o desenho. Eles têm curiosidade. A professora falando, eles querem "ver". Então, eu tenho que montar. Às vezes não dá tempo aqui. Eu levo para fazer em casa. Se tivesse como agilizar o trabalho, seria ideal (Educador 3, grifo nosso).

Quando perguntados sobre o possível desenvolvimento de recursos tridimensionais, como os materiais produzidos por meio de impressão 3D, os educadores disseram que seria um avanço, considerando que os materiais disponíveis atualmente fornecem uma elaboração visual baseada majoritariamente na diferenciação de texturas:

[...] se ela puder tocar. Eu acho que um 3D ela ia sentir muito mais do que se ela fosse tocar um desses materiais que ela não consegue [compreender] todas as partes. Porque esse material que tem disponível [por termoformagem], eles tocam só aquilo que está em cima.

Um dos professores evidenciou a diferença de utilizar os objetos de verdade para as explicações, como a diferença entre uma bola e o desenho em alto relevo de uma bola em um livro, ou uma imagem de um carro em alto relevo e um carro de

brinquedo. As vantagens da tridimensionalidade destacam-se na educação de pessoas que nasceram cegas, pois facilitam a compreensão, possibilitando uma melhor elaboração dos conceitos. A possibilidade de utilização dos modelos tridimensionais foi considerada essencial, para que as crianças construam uma imagem, por exemplo, de frutos que não existem na sua região, ou de animais com os quais elas não podem ter contato. Ainda, de acordo com um dos entrevistados, seria de grande utilidade se

[...] o professor de sala de aula, levar esse material [...] para todos [os alunos e] não só para os alunos com deficiência visual. [Assim, seria possível,] os deixar mexerem mais, manipularem, sentirem (Educador 3, grifo nosso).

Sobre a maneira de inserção de informações adicionais em um modelo tridimensional para compreensão do conteúdo ao qual este modelo está relacionado, os professores afirmaram a questão da diversidade de preferências dos alunos, também abordada pelas profissionais da Associação Catarinense de Integração dos Cegos (ACIC). Para explicar, uma professora relatou que no caso dos alunos habituados com a leitura tátil, somente o modelo tridimensional seria suficiente para a formação da imagem visual. E esse recurso possibilitaria o acompanhamento da aula e a compreensão do conteúdo ensinado pelo professor:

[...] Porque se tu estás dando um modelo tridimensional para ele entender o que professor tá falando. Não é esse o objetivo? Preparar um material para que ele possa acompanhar uma aula, ou um tema dado por um professor? Se ele tem acesso a esse modelo tridimensional e o professor tá falando, ele vai entender (Educador 3, grifo nosso).

Também, foi abordado o equívoco da associação das pessoas com deficiência visual somente com o sistema Braille, da mesma forma que relataram as profissionais da ACIC. Considerando a utilização do material de maneira autônoma, foi sugerida a inserção de uma informação preliminar, uma legenda no modelo, como, por exemplo “Mapa do Rio Grande do Sul” e as demais informações em sistema Braille. Porém, foi ressaltado que, se a pessoa não possui uma boa capacidade de leitura do sistema Braille, ela vai preferir a explicação em áudio. Portanto, seria ideal a disponibilização das informações em todos os recursos possíveis.

4.1.4 Entrevista 4: Psicopedagoga

Para complementar as informações necessárias ao desenvolvimento desse trabalho, também foi realizada uma entrevista com uma psicopedagoga com pós-doutorado em educação. Assim como exposto pelos educadores no item 0, a psicopedagoga também considera que a inserção de modelos tridimensionais como recursos didáticos é uma iniciativa benéfica para todos os alunos, não somente os estudantes com deficiência visual. Ela acredita que a tridimensionalidade proporciona novas possibilidades na compreensão dos conteúdos, pois se trata de "outro entendimento, outra ordem. [Ou seja,] esse material [...] é precioso para qualquer pessoa" (Psicopedagoga, grifo nosso).

Quanto aos conteúdos com imagens essenciais para compreensão da explicação teórica, tal como o corte da flor que se vê na Figura 3, a psicopedagoga fez a seguinte afirmação:

[...] essa é uma questão muito importante [para quem tem deficiência visual, pois compreender as partes de algo que foi partido] não é fácil. Para [quem enxerga] é fácil: tu olhas o desenho e tu sabes que é uma faceta de um corte no meio da flor (Psicopedagoga, grifo nosso).

Sobre a inserção de informações adicionais nos modelos tridimensionais, a psicopedagoga considera importante a disponibilização da audiodescrição, devido à autonomia que essa ferramenta proporciona ao usuário. Essa ferramenta pode ser utilizada mesmo em sala de aula, com a utilização de fones de ouvido. Para ela,

a descrição [...] é importante. [...] E na aula, se ele precisar, ele vai ter que ter [...]. Se está todo mundo lendo no livro, ele também vai ter que estar no livro. E esse livro tem que ter uma descrição da imagem. Aí ele bota no ouvido e pronto [...] (Psicopedagoga, grifo nosso).

Sobre o desenvolvimento das descrições de informações adicionais sobre a peça, a psicopedagoga ressaltou a importância da síntese das informações no desenvolvimento desse tipo de material. Neste sentido, devem ser priorizados os elementos fundamentais, evitando detalhes que dificultam a leitura tátil.

4.2 VISITA ÀS SALAS DE RECURSOS MULTIFUNCIONAIS

Foram visitadas três SRMs de escolas da rede pública estadual de ensino do RS localizadas na cidade de Porto Alegre (Figura 7).

Figura 7 – Salas de Recursos Multifuncionais visitadas.



(a) Escola Estadual de Ensino Fundamental Gonçalves Dias; (b) Colégio Estadual Dom João Becker; (c) Escola Estadual de Ensino Fundamental Gonçalves Dias; (d) Colégio Estadual Protásio Alves.

Fonte: da autora.

As salas visitadas eram bem iluminadas e apresentavam um bom estado de conservação. Duas das salas de visitas dispõem de um amplo espaço para desenvolvimento das atividades, contendo mesas livres para utilização pelos alunos. Os materiais disponíveis para os alunos estavam em bom estado de conservação. Os professores dispõem de mesas para produção dos materiais, onde estão dispostos os computadores, escâneres e as impressoras Braille.

Durante as visitas, foi apresentada, aos professores de AEE responsáveis pelas salas, a lista dos materiais das SRMs, conforme os dados do MEC (BRASIL,

2012). Então, foi solicitado que eles indicassem quais estavam disponíveis na sala. Alguns dos materiais, de acordo com os responsáveis, estão obsoletos e não são mais utilizados. Os materiais que os professores dispõem nas salas visitadas e ainda estão em uso estão listados no APÊNDICE E.

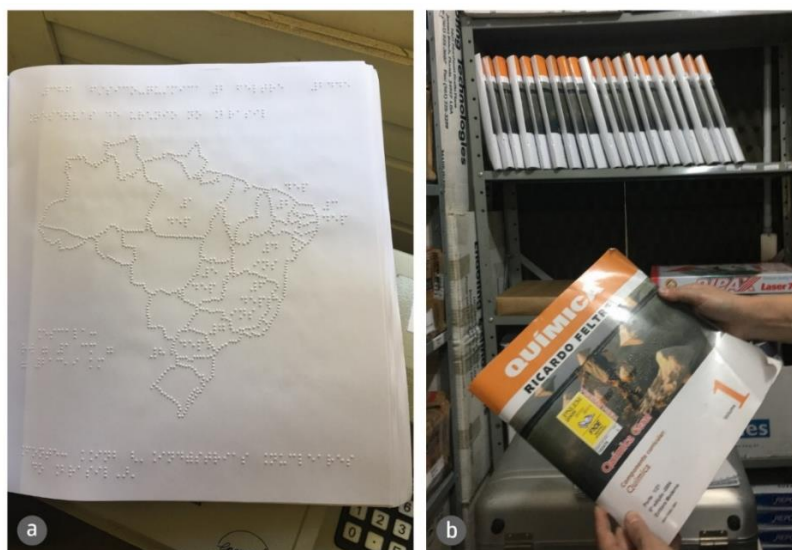
4.3 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DOS RECURSOS SIMILARES

Como citado, a metodologia deste trabalho é inspirada no HCD, que propõe a inspiração em experiências similares mesmo que desenvolvidas em outros cenários. Essa busca por inspiração em contextos diferentes do projeto justifica a presença de similares que não são aplicados diretamente na área da educação, porém, desempenham funções desejadas ao dispositivo em desenvolvimento. Assim, este capítulo apresenta o levantamento e a análise de recursos similares.

4.3.1 Livro didático adaptado no sistema Braille

Os livros didáticos são adaptados pelos Centros de Apoio Pedagógico às Pessoas com Deficiência Visual (CAPs). Porém, o Instituto Benjamin Constant (IBC) produz alguns desses materiais por meio de imprensa Braille. Os livros na (Figura 8) pertencem ao CAP RS e foram produzidos no IBC.

Figura 8 – Livros em Braille.



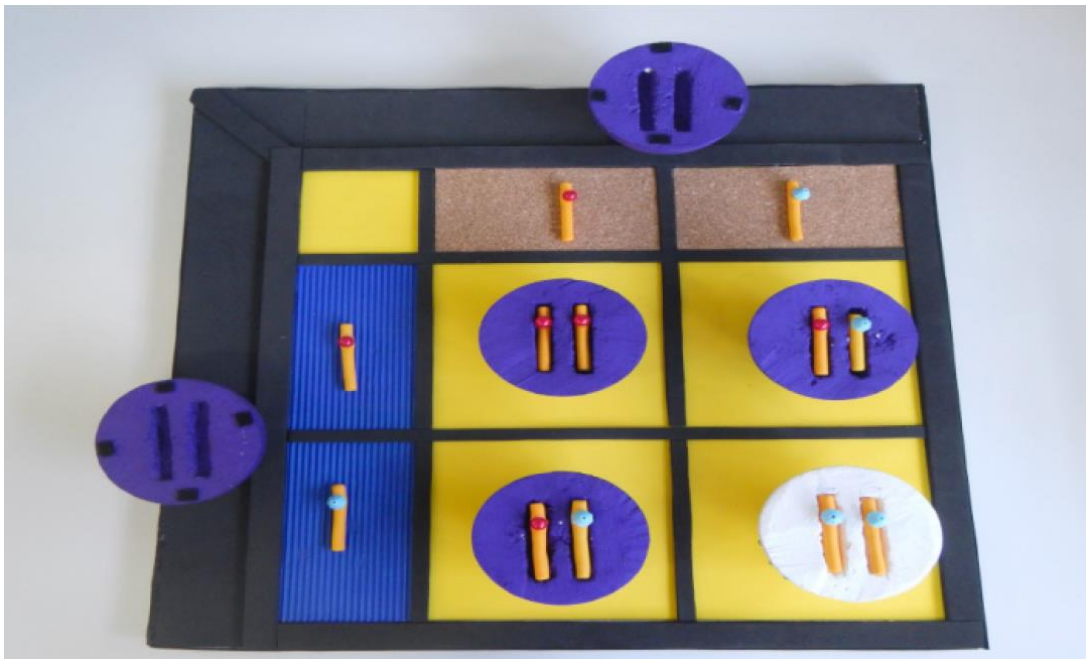
(a) livro de geografia adaptado em Braille; e (b) um dos 21 volumes que compõem a adaptação em Braille de um livro de química. Fonte: da autora

4.3.2 Recursos produzidos artesanalmente

Quando não possuem o recurso didático necessário para o ensino de determinado conteúdo, os professores acabam produzindo este material artesanalmente. Como apresentado no item 0, a produção artesanal ainda é o método amplamente utilizado para a confecção de recursos didáticos.

O estudo de Cerqueira e colaboradores (2017) é um exemplo da utilização de técnicas artesanais para construção de um recurso de auxílio ao ensino de pessoas com deficiência visual. Os autores produziram um recurso didático (Figura 9) utilizando esferas de poliestireno expandido e outros materiais não especificados, para possibilitar aos alunos com deficiência visual a compreensão da primeira lei de Mendel.

Figura 9 - Recurso didático para o ensino da primeira lei de Mendel



Fonte: Cerqueira *et al.* (2017)

4.3.3 Imagens e Mapas Táteis

Mapas táteis (Figura 10) são usualmente utilizados para o ensino de conceitos gráficos para pessoas com deficiência. Os responsáveis pelo ensino de orientação e mobilidade usam esse tipo de mapa em aulas de treinamento de

mobilidade para aprimoramento das habilidades das pessoas com deficiência visual. Dispositivos como esses possibilitam que as pessoas com deficiência visual desenvolvam seu próprio mapa cognitivo de um local, os mesmos podem ainda ser utilizados para consulta enquanto os usuários seguem um itinerário (GUAL *et al.*, 2014). Esses materiais podem ser produzidos em papel microcapsulado, um material que possui em sua superfície microcápsulas de álcool que, ao serem aquecidas, produzem texturas. Os elementos impressos nesse papel, como linhas, polígonos e textos, são aquecidos até que ocorra a explosão das microcápsulas, que se expandem produzindo os relevos (NOGUEIRA, 2009).

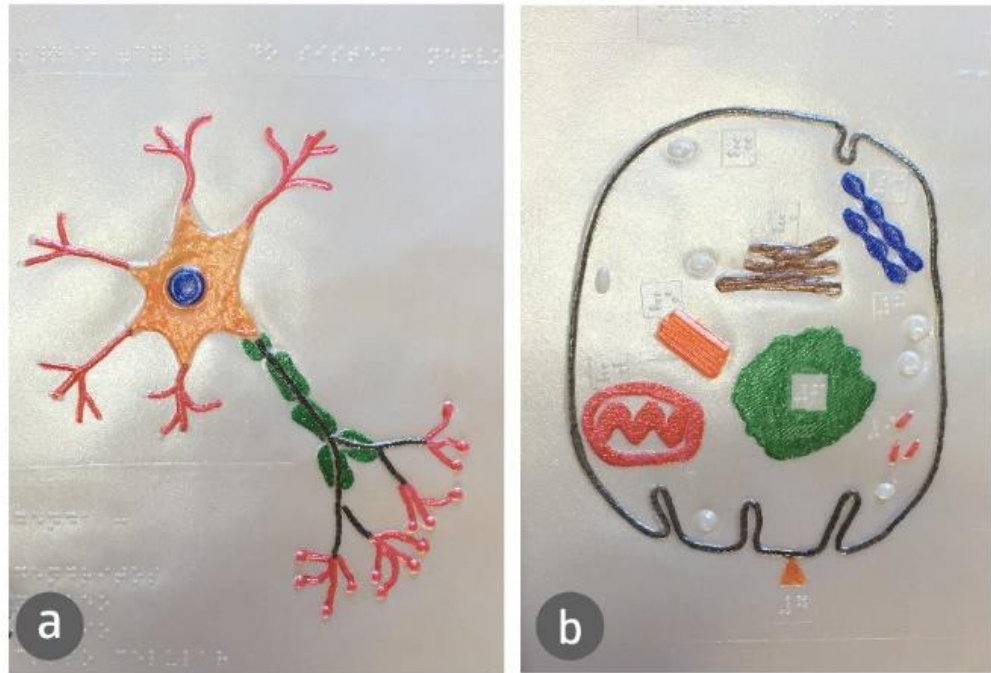
Figura 10 – Mapa tátil da América do Sul em papel microcapsulado.



Fonte: Labtate (2018).

Outro método para produção desses materiais é a termoformagem (Figura 11). Esta técnica consiste no aquecimento de uma chapa termoplástica até seu amolecimento, então, esta é sugada contra os contornos de um molde adquirindo o seu perfil, logo é resfriada e se solidifica contra o molde (ASHBY; JOHNSON, 2011).

Figura 11 - Recursos produzidos por termoformagem



(a) neurônio; e (b) organelas celulares. Fonte: da autora.

4.3.4 Soroban

De acordo com o MEC, os sistemas de ensino devem garantir a disponibilidade de recursos educativos específicos que visam diminuir a desvantagem dos alunos com deficiência visual quando submetidos a exames com cálculos matemáticos. Assim, em 2006, o ministério da educação instituiu o Soroban como um recurso educativo específico imprescindível para o desenvolvimento da capacidade matemática dos alunos com deficiência visual. O Soroban é definido como

[...] um contador mecânico adaptado para uso das pessoas com deficiência visual, cuja manipulação depende exclusivamente do raciocínio, domínio e destreza do usuário, diferindo, portanto, da calculadora eletrônica, que é um aparelho de processamento e automação do cálculo, sem a intervenção do raciocínio (BRASIL, 2006).

Sá e colaboradores (2010) descrevem o Soroban como um dispositivo semelhante a um ábaco que possui cinco contas em cada eixo. Além disso, uma borracha compressor permite a fixação das contas para simplificar a leitura tátil

(Figura 12). O Soroban mais utilizado no Brasil é o que possui 21 eixos, porém, existem outros modelos com 13, 18, 23 e 27 eixos.

Figura 12 – Soroban de 21 eixos.



Fonte: da autora.

4.3.5 Braille Bricks

Braille Bricks é uma ferramenta desenvolvida pela Lew'Lara e a Fundação Dorina Nowill. O projeto foi desenvolvido a partir de alterações nas clássicas peças de montagem da marca Lego. Foram adicionados pinos, corte e acabamento para construção dos símbolos Braille correspondentes ao alfabeto (Figura 13). Esta ferramenta lúdica permite que as crianças construam palavras ao encaixar as peças em um tabuleiro compatível com os blocos.

Figura 13 - Crianças utilizando o Braille Bricks.



Fonte: Design of the World (2018).

4.3.6 Réplicas poliméricas

Em uma das entrevistas realizadas, foi relatado que, por vezes, são utilizadas réplicas (brinquedos) de animais para as aulas do AEE. A entrevistada adquiriu as peças (Figura 14) para auxiliar as crianças no desenvolvimento da compreensão tátil necessária à realização de determinados exercícios

Figura 14 - Réplicas poliméricas de animais.

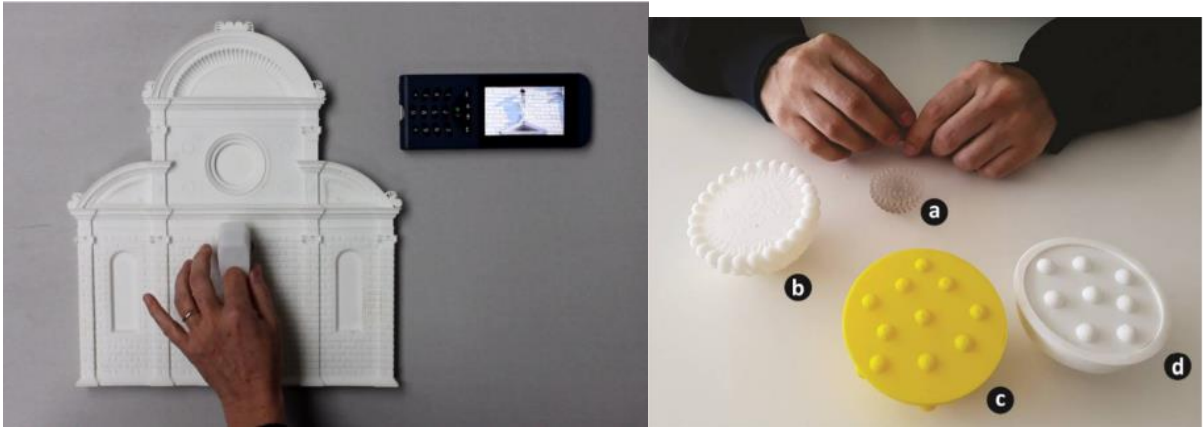


Fonte: da autora.

4.3.7 Recursos produzidos por tecnologias 3D

A fabricação digital permite a obtenção de produtos que podem ser desenvolvidos por meio da digitalização 3D ou da modelagem 3D. Como exemplo, podem ser citados os trabalhos de D'Agnano e colaboradores (2015), sobre educação patrimonial, e de Pohlmann e colaboradores (2015), sobre sistemas nanoestruturados (Figura 15).

Figura 15 - Recursos produzidos por tecnologias 3D.



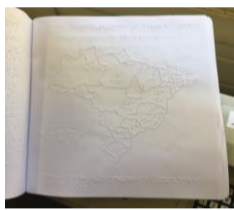
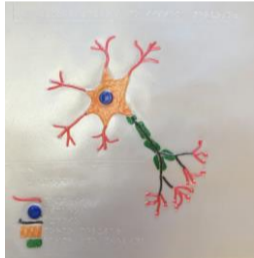
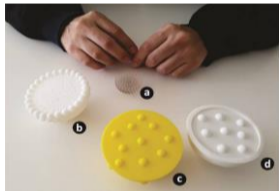





Fonte: D'agnano *et al.* (2015); Pohlmann *et al.* (2016).

4.3.8 Análise de similares

Os recursos apresentados foram selecionados para o desenvolvimento de um conjunto de análises sobre seu funcionamento, estrutura, morfologia e aspectos ergonômicos (Quadro 1). Os tipos de análises realizadas foram retirados dos critérios de análise presentes na metodologia de Platcheck (2003).

Quadro 1 – Análise de Similares

ANÁLISE DE SIMILARES				
Produto similar Nome / Imagem	Análise Funcional	Análise Estrutural	Análise Morfológica	Análise Ergonômica
Material produzido artesanalmente 	Recurso didático utilizado para o ensino inclusivo do quadro de Punnett, para identificação dos fenótipos parentais com os possíveis genótipos dos gametas e fenótipos e genótipos da prole.	Peças semi-esféricas em poliestireno expandido, peças cilíndricas em porcelana fria e com aplicação de botões. Materiais da base não especificados pelos autores, aparentemente cortiça revestida com espuma vinílica acetinada (EVA). Dimensões não informadas.	Peças semi-esféricas com furos retangulares Peças cilíndricas coloridas Base retangular em preto, amarelo e azul	As peças não aparentam conter acabamentos que possam oferecer riscos às crianças. As dimensões das peças não são informadas, para que seja possível desenvolver uma análise.
Braile Bricks 	Conjunto de peças do jogo Lego adaptadas como celas braile, para permitir o encaixe e construção de palavras sob base padrão da marca Lego	As dimensões das peças não estão disponíveis. Considerando que as peças do projeto são alterações em peças padrão 6 pinos da marca Lego, podemos estimar uma aproximação com as seguintes dimensões: Altura: 11,3 mm Comprimento: 23,4 mm Largura: 15,6 mm Medidas da base padrão da marca Lego 250 mm x 250m	Peças retangulares coloridas com pinos cilíndricos e reentrâncias que possibilitam o encaixe	Peças em tamanho adequado para manuseio fino. As peças da marca Lego estão consolidadas no mercado de brinquedos infantis, porém, para esse projeto não são informadas as alterações específicas realizadas nas peças.
Livro Adaptado em braille 	Livro adaptado no sistema braile, para leitura tátil.	Livro em papel contendo textos, mapas, gráficos e imagens simplificadas impressos em relevo.	O livro didático padrão de química impresso em tinta no formato A4, possui espessura aproximada de 16 mm. Quando adaptado para o sistema braile, cada livro corresponde a um total de 21 volumes, cada um desses volumes possui aproximadamente 25 mm de espessura.	Considerando que os livros adaptados em braille seguem as normas técnicas de utilização do desse sistema, esperasse que a impressão possuía tamanho e especificações adequadas.
Imagem Tátil produzida por Termoformagem 	Material tátil em alto relevo para compreensão do neurônio, célula do sistema nervoso.	Lâmina de material termoplástico como Poli(cloreto de vinila) (PVC), polietileno tereftalato(PET) ou polietileno (PE). A imagem contém relevos em formatos diversos que possuem aproximadamente 1mm de altura. As lâminas de material termoformado para aplicação didática são habitualmente desenvolvidas em formato A4 ou A3. Abaixo da lâmina polimérica é utilizada uma folha em papel contendo a imagem simplificada colorida. Alguns desses materiais são coloridos na própria lâmina polimérica de forma artesanal.	Linhas em relevo contendo contornos arredondados	Formas e dimensões adequadas a exploração háptica.
Material do estudo de Pohlmann et al. (análise referente aos modelos produzidos em PLA) 	Modelo tridimensional para facilitar o ensino de nanoestruturas	Peça impressas em filamento de Poli(ácido láctico) na cor branca. As peças analisadas possuem aproximadamente 80 mm de diâmetro e 40mm de altura.	Peças semi-esféricas contendo relevos semi-esféricos com legenda no sistema braile.	No estudo desenvolvido o usuário considerou satisfatórios os modelos. Porém, indicou a necessidade de uniformização da legenda em braille quanto ao espaçamento entre os sinais em braille. O modelo possui formato que não oferece riscos à leitura tátil.
Tooteko 	Possibilita a acessibilidade em bens do patrimônio cultural por meio da utilização de um anel, de um modelo impresso tridimensionalmente e da escuta da audiodescrição disponível por sensores de Comunicação por Campo de Proximidade (CCP). Ao realizar a leitura tátil do objeto, o usuário recebe informações sobre o monumento ao qual a réplica corresponde.	Um anel em polímero contendo sensores que possibilita a leitura de sensores aplicados em um modelo polimérico impresso tridimensionalmente.	Anel com compartimento retangular que pode ser utilizado em diferentes formatos de peças tridimensionais táteis.	Não estão disponíveis informações suficientemente detalhadas do projeto para elaboração de uma análise ergonômica.
Réplica de animal em brinquedo 	Réplica de um escorpião de brinquedo utilizada por umas das professoras de AEE entrevistadas para o desenvolvimento de atividades com os alunos com deficiência visual para concepção da imagem visual desse animal. O brinquedo proporciona a tridimensionalidade que permite a compreensão do formato do animal.	De material polimérico não especificado. Dimensões aproximadas: Altura: 10 mm Comprimento: 240 mm Largura: 156 mm 250 mm	Representação simplificada de um escorpião em dimensões ampliada em relação às proporções reais desse animal, contendo formas arredondadas	O brinquedo possui formas que permitem a exploração tátil sem oferecer riscos ao usuário.
Soroban 	O soroban é uma ferramenta utilizada para o ensino e desenvolvimento de cálculos matemáticos. Funciona como uma espécie de rascunho do cálculo. As esferas deslizam pelos eixos, permitindo o desenvolvimento de cálculos.	Possui estrutura externa em polietileno (PE), onde estão fixados eixos em aço contendo esferas de polipropileno (PP) alinhadas e pés em elastômero não especificado. O Soroban analisado possui 21 eixos, porém, existem sorobans de 13, 18, 23 e 27 eixos Dimensões: Altura: 10 mm Comprimento: 240 mm Largura: 156 mm Peso: Aproximadamente 250g	Formato retangular, com divisor interno no mesmo material, que acondiciona 21 eixos com cinco esferas cada.	As esferas, também chamadas de "contas", possuem dimensões adequadas ao manuseio fino seguro. O dispositivo possui cantos bem definidos, porém, não acentuados. Não oferecendo riscos ao usuário.

Fonte: da autora

5 IDEIAÇÃO

A etapa Ideação apresenta as análises dos dados obtidos na Inspiração, para conversão dessas informações na definição dos usuários desse projeto, identificação das necessidades desse público e transformação dessas necessidades em requisitos que o projeto desenvolvido deve ter. Nessa etapa, também é apresentado o conceito inicial do projeto.

5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS USUÁRIOS

As análises desenvolvidas na etapa de Inspiração e a revisão das informações abordadas na fundamentação teórica possibilitaram a identificação de um perfil dos usuários do produto a ser desenvolvido.

No caso específico das pessoas com deficiência visual, ainda que a educação especial deva ser ofertada durante toda a vida (BRASIL, 1996), pretende-se que o recurso didático desenvolvido neste trabalho seja passível de ser utilizado, também, por alunos videntes. Sendo assim, como o tema escolhido (a flor e a reprodução das angiospermas) é abordado durante o oitavo ano do ensino fundamental foi estabelecido, como público-alvo, crianças com idade entre 11 e 15 anos.

Considerando que educadores são responsáveis pelo desenvolvimento da explicação dos conteúdos para os alunos e dessa forma utilizam os meios disponíveis para promover a compreensão dos temas ensinados, também são considerados usuários desse projeto.

5.2 NECESSIDADES DOS USUÁRIOS

Para elencar as necessidades dos usuários foram utilizados os dados e as análises obtidos na etapa Inspiração e as informações obtidas por meio da fundamentação. As informações referentes aos alunos com deficiência visual e seus professores foram dispostas em cenários, que possibilitaram a compreensão e definição das necessidades dos usuários (Quadro 2).

Quadro 2 – Identificação das necessidades dos usuários.

Análise do cenário	Necessidades identificadas
<p>Segundo os educadores entrevistados, há dificuldade de conscientização de alguns professores quanto às necessidades educacionais dos alunos da educação especial.</p> <p>Para os entrevistados, a inserção de modelos tridimensionais no desenvolvimento da explicação, proporciona novas possibilidades na explicação e compreensão dos conteúdos e poderia beneficiar e motivar todos os alunos, não somente os alunos com deficiência visual.</p>	<p>Promover a inclusão do aluno com deficiência visual</p> <p>Explicar o conteúdo para todos os alunos</p> <p>Despertar o interesse dos alunos pelo tema ensinado</p> <p>Transportar o material com facilidade</p>
<p>Quando estudam os conteúdos contidos no livro didático, que possuem explicação que extrapola a parte textual e necessita de imagens para sua compreensão, os alunos com deficiência visual necessitam de material adaptado.</p> <p>Atualmente, as crianças com deficiência visual recebem as informações correspondentes às imagens do livro didático de maneira simplificada. As imagens são representadas por meio de linhas e preenchimentos com texturas e alto relevo. Alguns materiais são disponibilizados por meio da transcrição ou da audiodescrição, que acabam sendo extensas, podendo ocasionar cansaço nos alunos e prejudicar a resolução dos exercícios. Os educadores sugerem que as informações sejam disponibilizadas em todos os formatos inclusivos possíveis</p>	<p>Compreender a informação visual que complementa a explicação teórica contida no livro didático</p> <p>Compreender a explicação oral em sala de aula</p> <p>Conseguir distinguir as diferentes partes que compõem a imagem</p> <p>Manipular recursos adequados e seguros para compreender o conteúdo ensinado</p> <p>Conter tridimensionalidade para proporcionar a exploração e a leitura tátil</p>
<p>Considerando as características de baixa visão e a capacidade de muitas pessoas cegas de perceber cores e a luminosidade, não deve ser descartada a presença de cores e imagens impressas nos elementos do recurso desenvolvido. Segundo SÁ <i>et al.</i>, (2007), o recurso deve ser atraente para a visão.</p>	<p>Utilizar recursos que considerem a capacidade de percepção de cores e luminosidade e estimulem a utilização da visão residual</p>
<p>As proporções devem ser analisadas, devendo se considerar que desenhos ou objetos em relevo pequenos demais não ressaltam minúcias de suas partes componentes. Ao mesmo tempo que o tamanho exagerado pode dificultar a apresentação da totalidade, dificultando a percepção global.</p>	<p>Conseguir realizar a leitura tátil nas proporções adequadas para compreensão correta da informação que está sendo transmitida.</p>

(Cont.)

Quadro 2 – Identificação das necessidades dos usuários.

(Conclusão)

<p>O recurso deve permitir que a criança utilize o material para estudo individual, dispondo de meios para reforçar os conteúdos ensinados, sem a presença do professor.</p> <p>As informações que vão compor o material devem ser desenvolvidas de maneira que o aluno possa escolher receber uma descrição do objeto e informações gerais ou uma explicação mais extensa. Considerando que existem dois cenários de utilização. Em sala de aula, ou em estudo individual.</p>	<p>Proporcionar a utilização de maneira autônoma para estudo individual.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------

Fonte: da autora.

5.2.2 Requisitos de Projeto

Após o levantamento das necessidades do usuário, essas foram convertidas em requisitos do usuário que possibilitaram a definição dos requisitos de projeto (Quadro 3).

Quadro 3 – Necessidades e requisitos.

(Cont.)

	Necessidades dos usuários	Requisitos dos usuários	Requisitos de projeto
Usuário Professor	Promover a inclusão do aluno com deficiência visual	Possibilitar a utilização por todos os alunos	Multissensorial
	Explicar o conteúdo para todos os alunos Despertar o interesse dos alunos pelo tema ensinado	Material que auxilie a explicação do conteúdo para todos os alunos	Dimensões adequadas para explicação para a turma
	Transportar o material com facilidade	Possibilitar o transporte de forma prática	Estruturas de fácil transporte

(Conclusão)

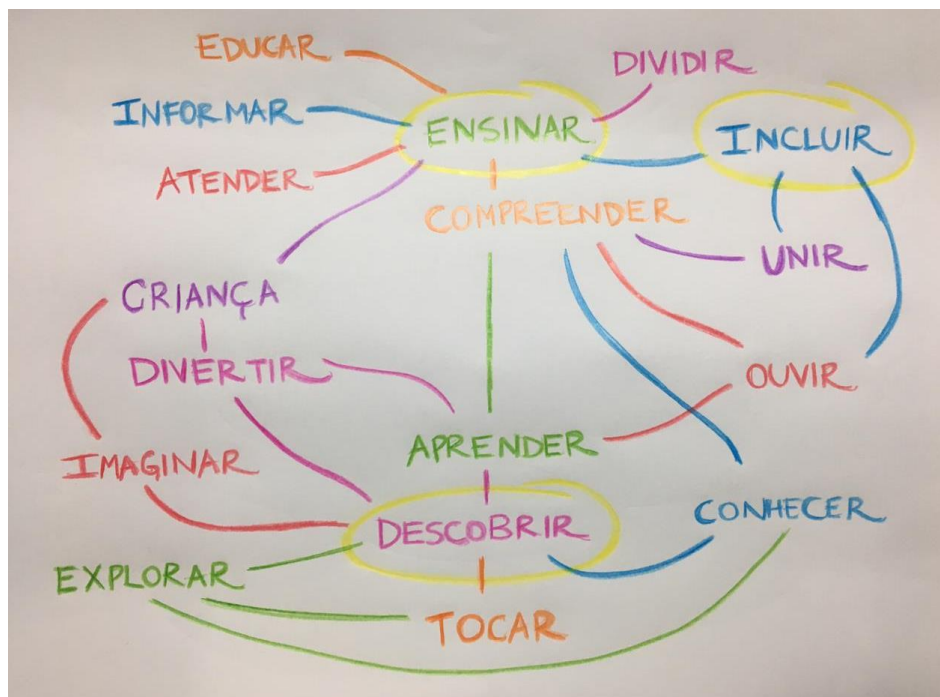
Usuário Aluno	Compreender a informação visual que complementa a explicação teórica contida no livro didático	Possibilitar a compreensão da informação visual complementar às explicações necessárias para o aprendizado do conteúdo.	Modelo tridimensional dos elementos contidos na imagem
	Compreender a explicação oral em sala de aula.		Conter as informações sobre o conteúdo e as peças descritas em Braille
	Proporcionar a utilização de maneira autônoma para estudo individual.		Audiodescrição exploratória das peças
	Conter tridimensionalidade para proporcionar a exploração e a leitura tátil		Audiodescrição do conteúdo referente às peças
	Conseguir distinguir as diferentes partes que compõem a imagem	Possuir contraste entre as partes.	Elementos coloridos com cores contrastantes alinhadas ao significado tátil
	Utilizar recursos que considerem a capacidade de percepção de cores e luminosidade e estimulem a utilização da visão residual.	Ser atraente para a visão.	Dimensões adequadas para a compreensão do significado das peças
		Promover a estimulação visual.	
	Conseguir realizar a exploração nas proporções adequadas para compreensão correta da informação que está sendo transmitida.	Possuir relevos em dimensões que permitam a compreensão da informação	Elementos e acabamento superficial seguros.
	Manipular recursos adequados e seguros para compreender o conteúdo ensinado	Não ocasionar rejeição à exploração tátil	Material resistente ao manuseio e exploração tátil
		Não oferecer perigo no manuseio	
Ser resistente a exploração tátil e ao manuseio constante.		De manuseio simplificado	
Possuir utilização prática			

Fonte: da autora.

5.3 CONCEITO DO PROJETO

O conceito corresponde ao raciocínio criativo que sustenta um projeto. É a ideia orientadora da ação de projetar (VAN BOEIJEN, 2014). Para definir o conceito do produto a ser desenvolvido foi produzido um mapa mental (Figura 15), utilizando três palavras iniciais: criança, ensinar e aprender. No mapa desenvolvido, foram selecionados três verbos: ensinar, descobrir e incluir.

Figura 16 - Mapa mental para o desenvolvimento do conceito.



Fonte: da autora.

O conceito do projeto corresponde ao conjunto dessas três palavras e da seguinte frase de Paulo Freire (1996):

[...] ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção.

Então, foi desenvolvido um painel visual (Figura 16) contendo imagens que transmitem o significado da frase e dos três verbos escolhidos visando à expressão visual do conceito.

Figura 17 – Painel visual do conceito do projeto.



“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção.” Paulo Freire, 1996

Fonte: da autora.

5.4 ELABORAÇÃO DE PAINÉIS VISUAIS

A definição do conceito do projeto e do público-alvo possibilitou o desenvolvimento de painéis para inspiração visual. O desenvolvimento de painéis visuais para auxiliar o desenvolvimento de um projeto é proposto por Baxter (2011).

Segundo Baxter (2011) por meio do painel de estilo de vida objetiva-se transmitir os valores pessoais e sociais do público-alvo de um produto. Além de apresentar também outros produtos utilizados por esses usuários.

O painel (Figura 18) desenvolvido para os usuários alunos apresenta cenas e objetos que buscam demonstrar situações diárias das vidas dos estudantes, sua socialização e utensílios presentes em seu dia-a-dia. Duas imagens presentes nesse painel são fotografias que a autora capturou nas visitas realizadas às SRMs na etapa Inspiração (capítulo 4.2).

Figura 18 – Painel de estilo de vida (aluno).



Fonte: da autora.

O painel elaborado para os usuários professores (Figura 19) é composto por cenas que representam as atividades que compreendem sua atuação e objetos utilizados no desenvolvimento do seu trabalho.

Figura 19 - Painel estilo de vida (professor).



Fonte: da autora.

Foi também desenvolvido o Painel de Expressão do Produto (Figura 20) proposto por Baxter (2011). Esse painel é elaborado por meio do desenvolvimento do painel de estilo de vida e comunica o estilo do projeto.

Figura 20 – Painel de expressão do produto.



Fonte: da autora.

5.5 ABORDAGEM MULTISSENSORIAL

Visando atender aos requisitos de projeto e oferecer aos alunos formatos e estímulos que ampliassem as possibilidades de compreensão do conteúdo optou-se por uma abordagem multissensorial para o desenvolvimento das possíveis soluções para esse projeto. Então, foram pensadas estratégias que pudessem ser agregadas ao projeto para garantir o viés multissensorial.

5.6.1 Microcápsulas

Visando ampliar as condições de aprendizagem por meio da utilização de mais um sentido, o olfato, foram desenvolvidas microcápsulas contendo óleo essencial de flor para serem adicionadas ao recobrimento do recurso didático (Figura 21).

Figura 21 – Produção e inserção de microcápsulas.



Fonte: da autora.

Inicialmente, foram desenvolvidas as microcápsulas (Figura 21a) para inserção na tinta (Figura 21b). A fórmula utilizada para desenvolvimento das

microcápsulas foi composta por 214 ml de água, 12 ml de formoldeído, 5g de Melamina, 8ml de óleo essencial e 2g de Tween 80.

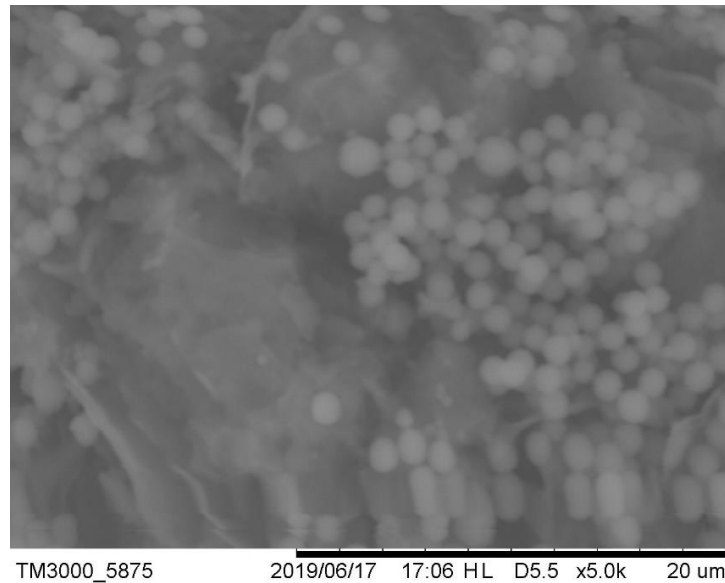
Para testar a aplicação da tinta contendo as microcápsulas foram modeladas e fabricadas doze amostras em impressão 3D por FFF. As peças produzidas foram impressas em Poli Ácido Lático (PLA) em camadas com dimensões distintas (0,05mm, 0,125 mm, 0,250mm e 0,04mm). Para cada altura de camada selecionada, foram produzidas 3 amostras. As amostras foram impressas no equipamento 3D Cloner DH da Oficina de Modelos e Protótipos da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Uma das faces de cada amostra foi pintada com uma solução de 30 ml de água e 50 ml de tinta acrílica PVA. Outra face dos cubos foi recoberta com uma solução de 30 ml de água e 50 ml de tinta acrílica, na qual foi adicionada uma porção de 0,6 g das microcápsulas desenvolvidas (Figura 21 c).

As microcápsulas e amostras produzidas foram analisadas em um microscópio eletrônico de varredura (MEV) do LDSM. Foram desenvolvidas análises das amostras impressas em PLA sem o recobrimento, da estrutura após a pintura somente com tinta e das peças recobertas da solução de tinta contendo as microcápsulas.

Por meio das análises é possível visualizar as microcápsulas desenvolvidas e a localização dessas inseridas nas amostras. A Figura 22 exhibe uma das amostras com espessura de camada de 0,125 mm recoberta pela solução de tinta com microcápsulas. Não é possível afirmar que as microcápsulas visíveis na imagem contêm óleo essencial em seu interior, porém, ao friccionar a superfície das amostras recobertas pela tinta contendo as microcápsulas é perceptível o odor correspondente ao óleo essencial.

Figura 22 - Imagem de uma amostra recoberta com a tinta contendo as microcápsulas obtida por meio de MEV



Fonte: da autora

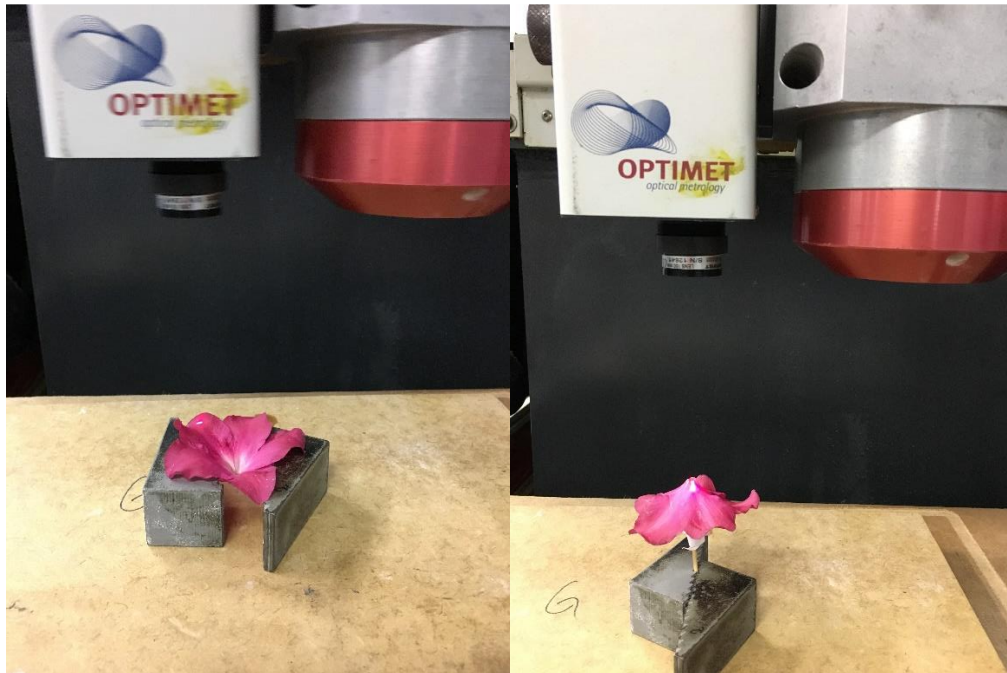
A produção das microcápsulas e posteriores análises desenvolvidas foram realizadas no Laboratório de Design e Seleção de Materiais da UFRGS (LDSM).

5.6.2 Digitalização da flor

Visando desenvolver uma reprodução tridimensional fidedigna da flor para o desenvolvimento do recurso didático pedagógico foram desenvolvidos dois processos de digitalização 3D. As digitalizações foram desenvolvidas utilizando a espécie Azaleia. A escolha dessa espécie ocorreu sob orientação de uma especialista em anatomia vegetal.

Inicialmente, foi realizada a digitalização de uma flor no equipamento Digimill 3D do LDSM. O processo foi desenvolvido com uma lente de 150 mm e a resolução de 0,1mm. Por meio desse procedimento foi possível obter uma nuvem de pontos da corola da flor, porém, a digitalização fica comprometida devido ao ruído ocasionado por características da superfície das sépalas da planta. Então, foi desenvolvida a digitalização somente da Corola (23).

Figura 23 - Digitalização da Corola de uma Azaleia no equipamento Digimill 3D



Fonte: da autora

Outro procedimento aplicado foi a digitalização com um escâner de luz estruturada Artec EVA (Figura 24). O equipamento possui precisão de 0,1 mm e resolução de 0,5 mm.

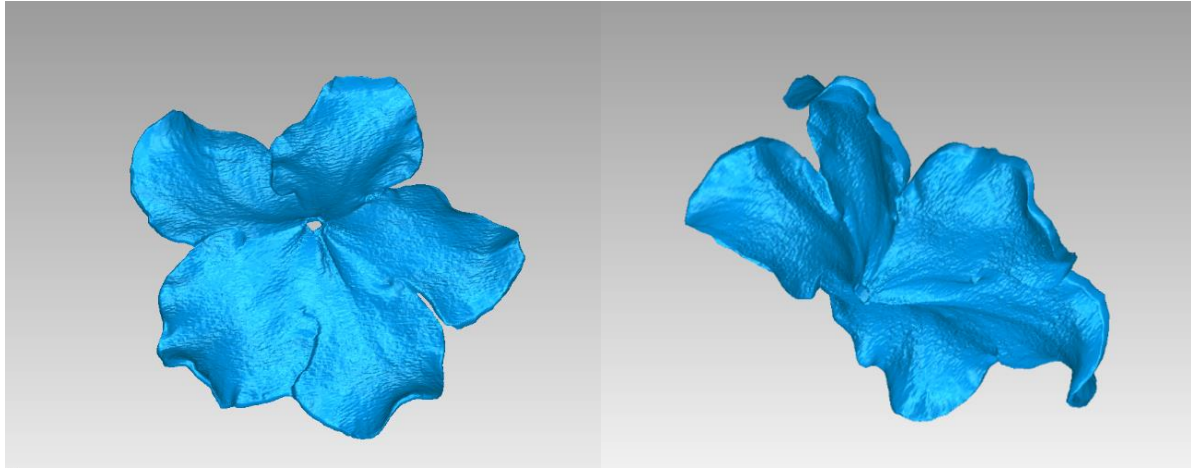
Figura 24 - Digitalização de uma Azaleia com escâner Artec EVA.



Fonte: Laboratório de Design e Seleção de Materiais.

Após as digitalizações as nuvens de pontos obtidas foram alinhadas e tratadas e transformadas em malhas no software Geomagic Studio (Figura 25).

Figura 25 - Malha virtual obtida após digitalização 3D da flor e tratamento no software Geomagic Studio®.



Fonte: da autora.

Determinadas estruturas da flor possuem características que inviabilizam ou prejudicam o processo de digitalização pelos recursos disponíveis. Além de apresentarem um nível de detalhamento que poderia sobrecarregar o aluno de informações táteis durante a exploração e dificultar o aprendizado do conteúdo. Sendo assim, estes processos de digitalização foram utilizados para melhor compreensão da estrutura da planta, porém, para construção dos modelos optou-se pelo desenvolvimento por meio da modelagem tridimensional.

5.6.3 Macrofotografias da flor

Considerando a complexidade da estrutura das flores que inviabilizaram o desenvolvimento de um modelo satisfatório por meio da digitalização utilizando os recursos disponíveis, foram realizadas macrofotografias (Figura 26a) para auxiliar na reprodução desses segmentos da flor por meio da modelagem 3D das estruturas.

Figura 26 - Macrofotografias da flor



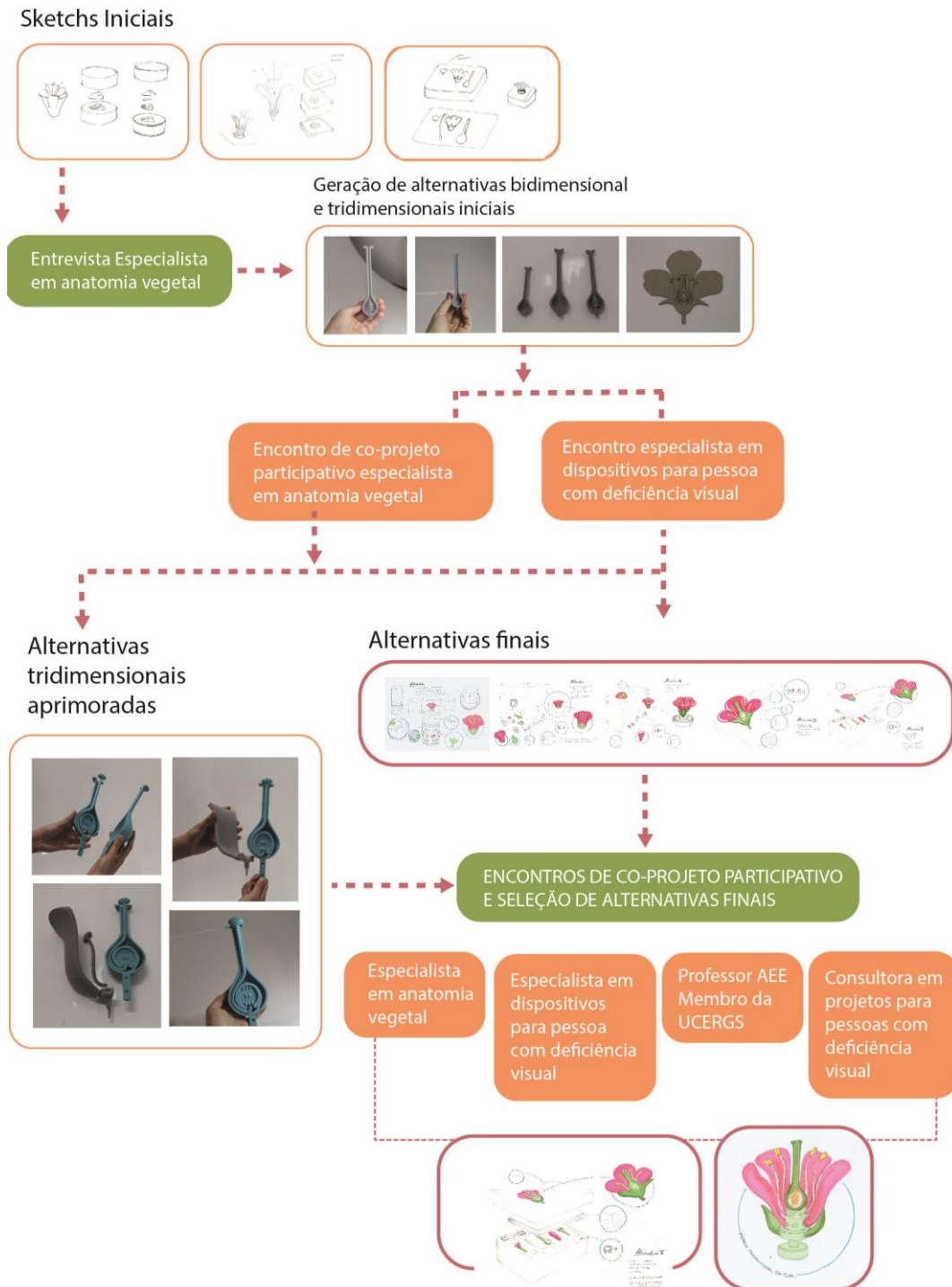
Fonte: da autora

As fotografias, como a exibida na figura 26b, foram produzidas com o equipamento Canon 5D Mark II e uma lente macro Canon MP-E 65mm. As fotos foram produzidas no LDSM. Assim como as digitalizações desenvolvidas as fotos auxiliaram a geração de alternativas de solução para o projeto.

6 GERAÇÃO E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS

Este capítulo apresenta os procedimentos desenvolvidos nas etapas de geração e seleção de alternativas. Para facilitar a compreensão do percurso de projeto durante essas etapas foi desenvolvido um esquema visual (Figura 27).

Figura 27 - Esquema visual das etapas de Geração e Seleção de Alternativas.



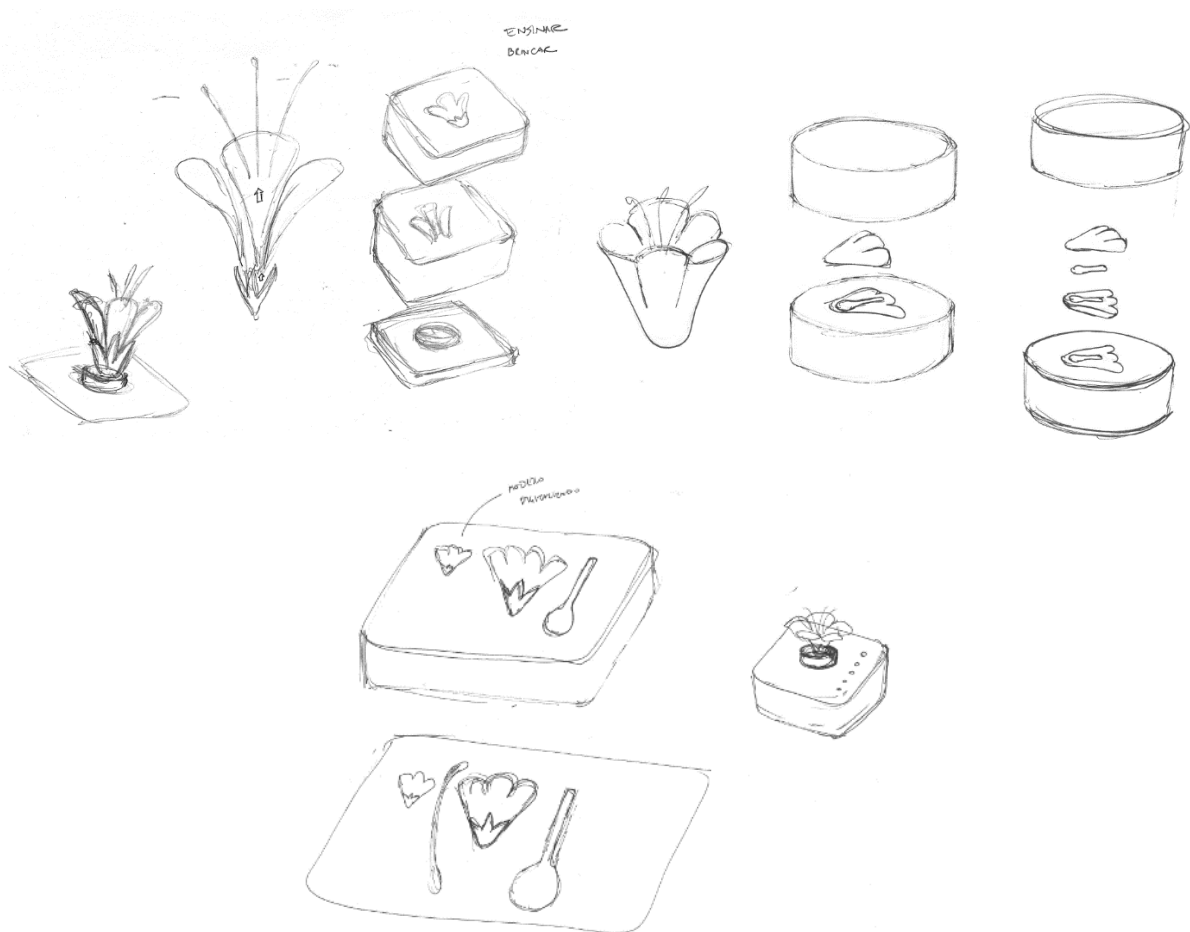
Fonte: da autora.

6.1 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

6.1.1 Geração de alternativas iniciais

Visando atender aos requisitos de projeto e inspiradas no conceito e nos painéis desenvolvidos, foram elaboradas alternativas iniciais de solução para o projeto (Figura 28).

Figura 28 - Geração de alternativas iniciais.



Fonte: da autora.

Considerando a complexidade em adaptar as informações que deveriam ser transmitidas aos alunos com deficiência visual. Após a geração dos sketches iniciais, buscou-se o assessoramento de uma professora dos cursos de Ciências Biológicas

da UFRGS, especialista em anatomia vegetal, para apoio durante o desenvolvimento do projeto.

Considerando que essa especialista é docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, esse assessoramento contribuiu tanto para o desenvolvimento das representações corretas das estruturas que compõem a flor, quanto para o desenvolvimento de uma alternativa que atendesse também às necessidades dos professores de Ciências.

A especialista evidenciou a necessidade de desenvolvimento de abstrações durante a construção do modelo e afirmou que para a produção das explicações necessárias para a compreensão dos conteúdos são desenvolvidas abstrações. Essas abstrações são evidentes quando comparamos, conforme supracitado no capítulo 2.5.1, as abordagens de estudos desenvolvidos sobre a flor como os de Silva (2017) e de Theissen e Saedler (2001) ao livro didático desenvolvido por Passos e Sillos (2015).

6.1.2 Aprimoramento das alternativas

Baseadas nas adaptações sugeridas pela especialista e nas gerações de alternativas iniciais foram desenvolvidos *sketchs* (Figura 29), um modelo bidimensional (Figura 30) e modelos tridimensionais (Figura 31) de propostas de soluções iniciais para apresentação aos especialistas nos encontros de co-projeto participativo. A geração de alternativas nesses formatos foi realizada considerando que alguns dos especialistas que participariam dos encontros são pessoas com deficiência visual.

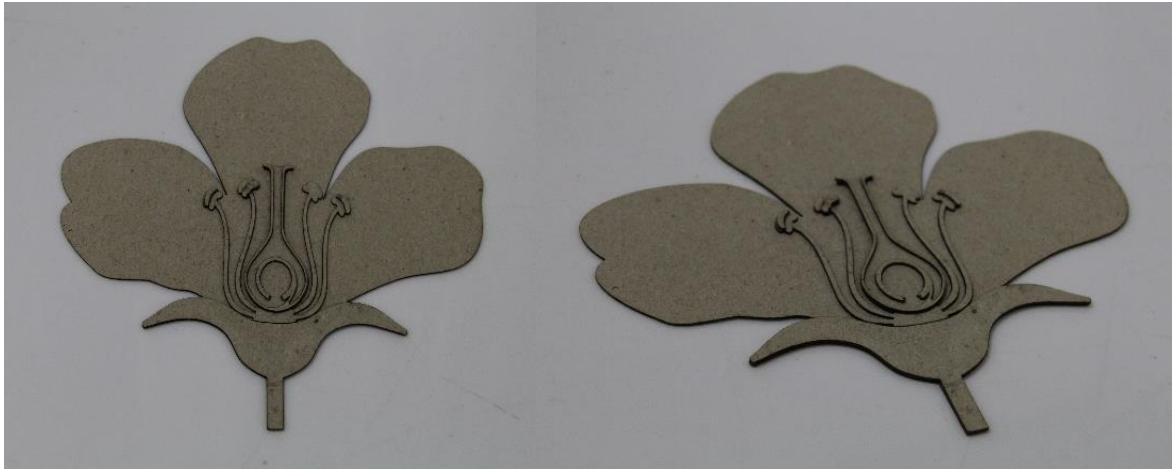
Figura 29 - Geração de alternativas



Fonte: da autora

Foram desenvolvidos um modelo bidimensional representando as partes da flor (Figura 25) e modelos tridimensionais de um pistilo com o ovário vazio e de um pistilo contendo o ovário da flor com seis óvulos. O modelo bidimensional foi projetado no software AutoCAD e cortado a laser em papel e as alternativas tridimensionais foram modelados em um software de modelagem 3D e impressas em impressão 3D por FFF na impressora 3D Cloner DH da Oficina de Modelos e Protótipos da Faculdade de Arquitetura da UFRGS.

Figura 30 - Geração de alternativa em modelo bidimensional da flor



Fonte: da autora.

O modelo bidimensional (Figura 30) e os modelos tridimensionais (Figura 31) produzidos foram apresentados para dois especialistas nos encontros de co-projeto participativos iniciais.

Figura 31 - Geração de alternativas em modelos tridimensionais iniciais



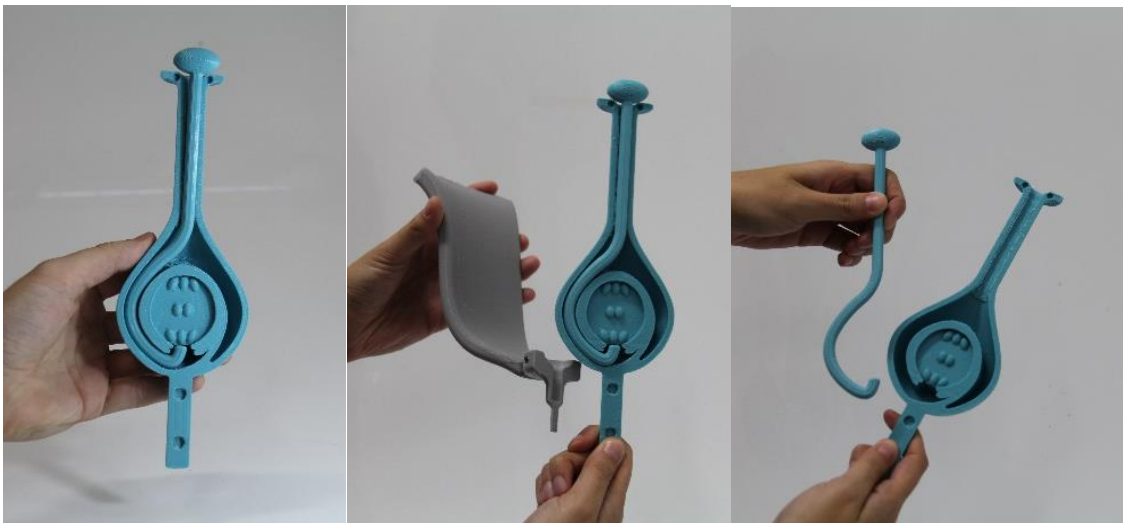
Fonte: da autora.

6.1.3 Encontros de Co-projeto participativo

Visando desenvolver soluções em maior conformidade com o contexto e ampliar as possibilidades de adesão da solução final, foram realizados encontros com profissionais especialistas nas áreas correspondentes ao projeto.

Inicialmente foram desenvolvidos dois encontros com a especialista em anatomia vegetal e o especialista no desenvolvimento de produtos para pessoas com deficiência visual e audiodescrição. Nesses encontros foram apresentadas as gerações de alternativas (Figuras 29, 30 e 31) e os modelos resultantes dos aprimoramentos desenvolvidos nas peças produzidas inicialmente (Figura 32). Este encontro possibilitou a verificação e a adequação das representações visuais adaptadas nos modelos tridimensionais, do dimensionamento das peças, bem como a avaliação do acabamento das peças produzidas pelo método de impressão 3D por FFF.

Figura 32 - Geração de alternativas em modelos tridimensionais aprimoradas.



Fonte: da autora.

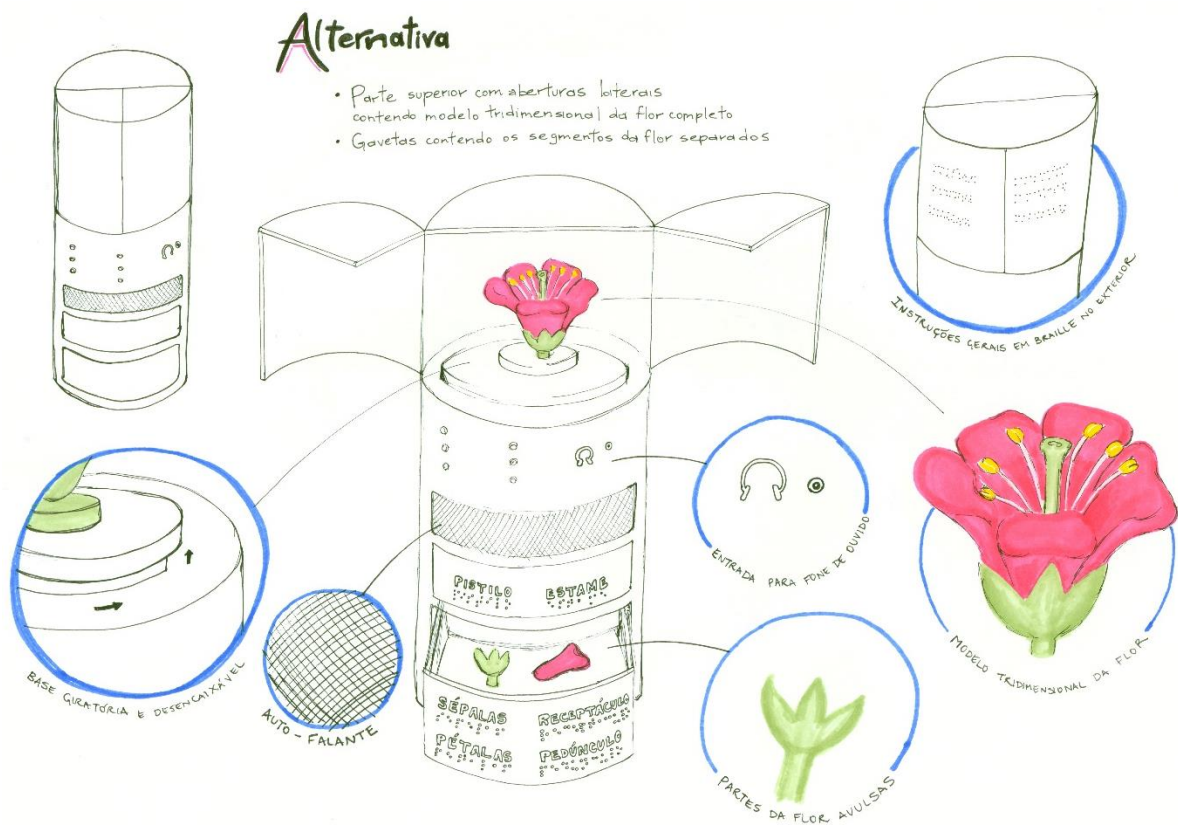
Os profissionais avaliaram as gerações de alternativas desenvolvidas e considerando as suas avaliações foram propostas alternativas finais de solução para o projeto.

6.1.4 Alternativas Finais

Os encontros de co-projeto participativo permitiram a geração de cinco alternativas finais para o projeto. Essas alternativas são apresentadas e descritas a seguir.

Alternativa I (Figura 33) – Esta alternativa consiste em um cilindro com compartimentos em formato de gaveta contendo um modelo tridimensional fixo e completo da flor que está posicionado na parte superior em uma base giratória. Esse compartimento em especial possui aberturas laterais. Entre o modelo giratório e as gavetas estão os botões para audiodescrição das peças e a entrada para fone de ouvido. As gavetas possuem a identificação das peças e a adaptação dessa identificação para o Braille.

Figura 33 - Alternativa Final I.

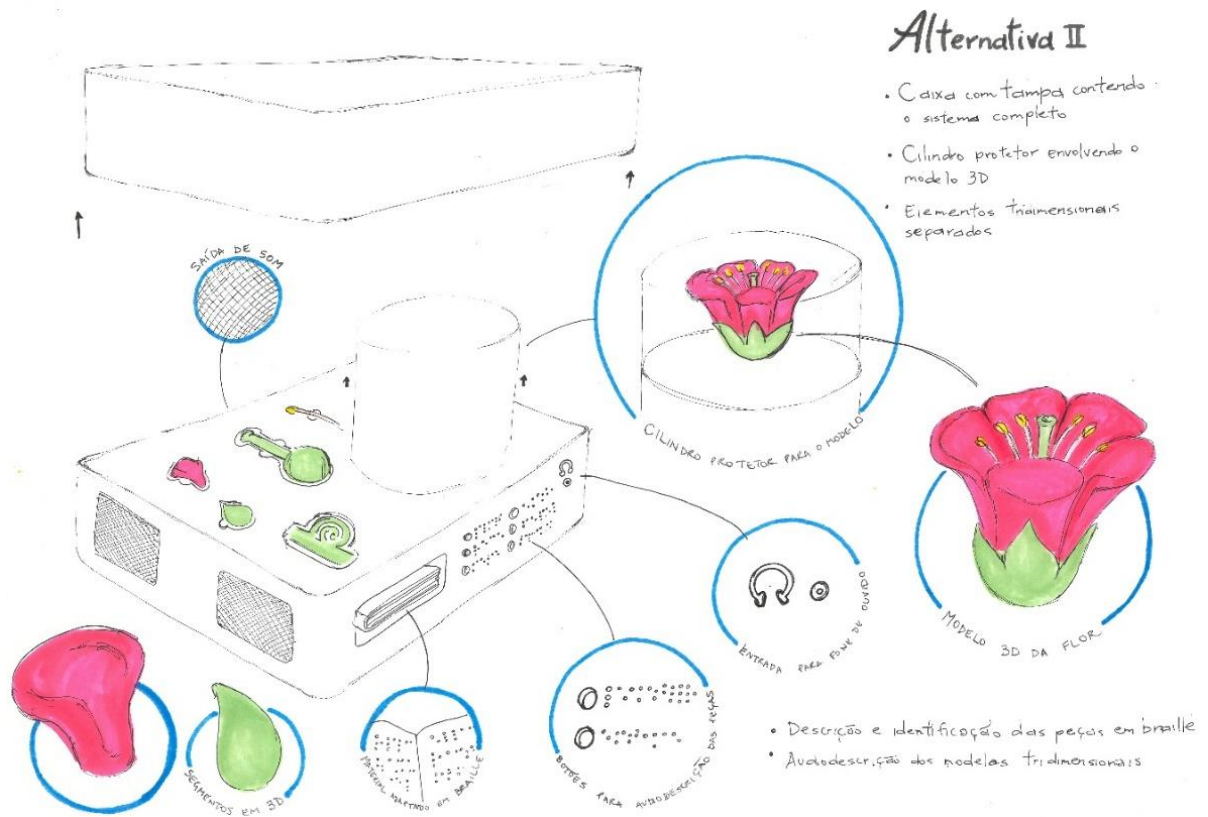


Fonte: da autora.

Alternativa II (Figura 34) – A alternativa 2 contém uma caixa com tampa com espaços para cada peça específica adaptados em reentrâncias no formato de cada

modelo. Na face frontal há um espaço específico para que o aluno guarde a adaptação do conteúdo para o Braille e para a fonte ampliada e estão também localizados os botões para audiodescrição. Há um cilindro contendo o modelo tridimensional de uma flor completa que pode ser retirado da caixa para exploração tátil do modelo.

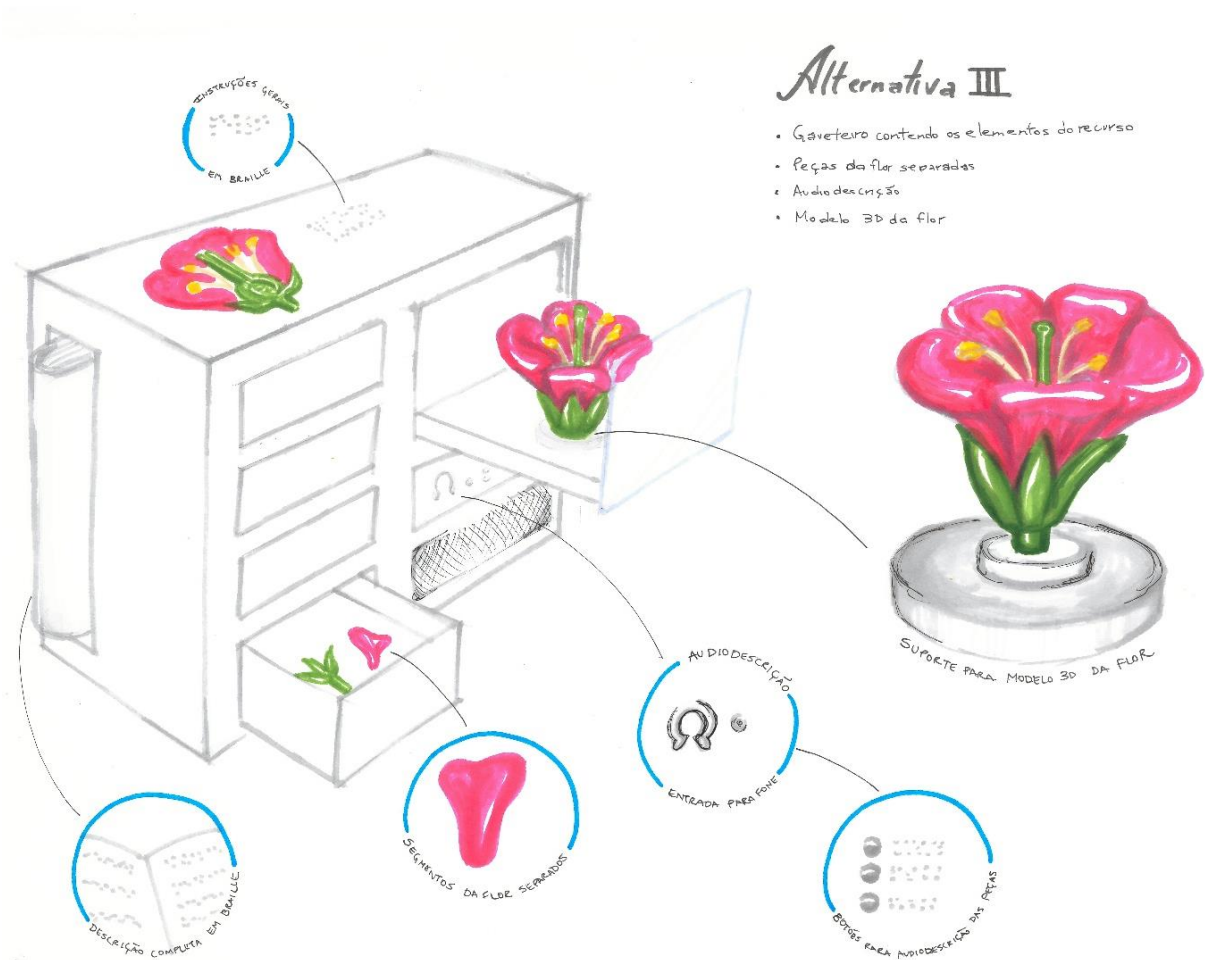
Figura 34 - Alternativa II.



Fonte: da autora.

Alternativa III (Figura 35) – Esta alternativa de solução proposta consiste em uma estrutura com gavetas em sua face frontal. As gavetas contêm modelos tridimensionais de cada parte da flor e uma das gavetas possui dimensões mais ampla que as demais, contendo um modelo tridimensional da flor com todas as partes apresentadas na caixa, porém, fixas em sua localização. Acima da estrutura há um modelo bidimensional representando a estrutura da flor.

Figura 35 - Alternativa III.



Fonte: da autora.

Alternativa IV (Figura 36) - A alternativa quatro consiste em uma caixa no formato do modelo de um corte transversal da estrutura da flor. A caixa contém uma gaveta onde estariam dispostas as adaptações em Braille e fonte ampliada. O modelo dispõe ainda de alto-falantes, botões e entrada para fone de ouvido para possibilitar o acesso à audiodescrição. O topo da caixa consiste em uma representação da flor em relevo.

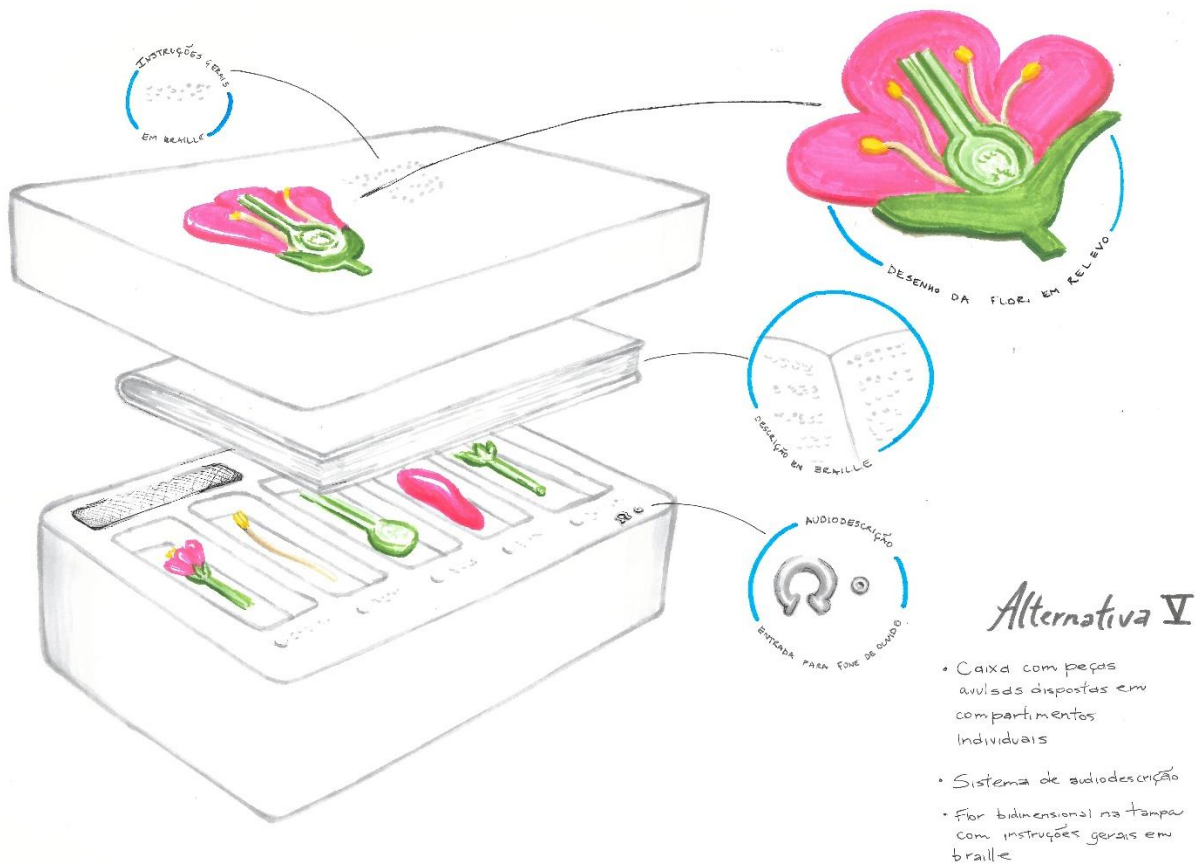
Figura 36 - Alternativa IV



Fonte: da autora.

Alternativa V (Figura 37) – Esta proposta de solução é composta por uma caixa com tampa. Na tampa há a inserção de um modelo bidimensional da flor e instruções gerais sobre o produto em Braille. Dentro da caixa estão disponíveis as adaptações do conteúdo para o Braille e a fonte ampliada e peças representando cada parte da flor dispostas em compartimentos retangulares. Abaixo de cada peça estão dispostos a legenda em Braille e um botão para a audiodescrição da peça.

Figura 37 - Alternativa V.



Fonte: da autora

6.2 SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS

As gerações de alternativas foram então apresentadas para os especialistas durante encontros de co-projeto participativos voltados para a seleção e fundamentação da alternativa final a ser detalhada.

6.3 ENCONTROS DE CO-PROJETO PARTICIPATIVO E SELEÇÃO

Os encontros para seleção da alternativa final foram realizados com a professora especialista em anatomia vegetal, o especialista no desenvolvimento de produtos para pessoas com deficiência visual e audiodescrição, um professor de AEE e membro da União de Cegos do Rio Grande do Sul (UCERGS) e uma consultora para o desenvolvimento de produtos para pessoas com deficiência visual.

Considerando que entre os especialistas dois possuem deficiência visual, foram apresentadas as gerações de alternativas bidimensional (Figura 30), as gerações de alternativas tridimensionais (Figuras 31 e 32) e as alternativas finais para seleção e fundamentação da alternativa final.

Os especialistas escolheram como melhor solução para o projeto a alternativa V. Para os especialistas essa proposta de solução atende melhor as necessidades dos usuários que as demais alternativas desenvolvidas. Os especialistas consideraram que esta proposta de solução possuía a melhor configuração de forma a permitir a utilização mais simplificada. Para os especialistas a disposição das peças em um mesmo plano, estando acessíveis ao usuário somente com a retirada da tampa da caixa seria mais eficiente que as alternativas que continham compartimentos em formato de gavetas (I, III e IV). Porém, foi indicada a adequação da alternativa final. Para os especialistas era essencial que os usuários tivessem a opção de compreender não somente cada parte da flor, mas também sua localização na estrutura completa.

Logo, foi sugerido pelos profissionais a adição à alternativa V do modelo tridimensional completo e fixo presente nas alternativas I, II e III e de um modelo que permitisse o encaixe e retirada das partes da flor, conforme proposto nas gerações de alternativas da figura 29 e nas gerações com modelos tridimensionais (Figura 32). Quanto ao modelo com peças separáveis, sua presença no produto final foi ainda fundamentada pelas possibilidades que fornece ao professor na condução das explicações em sala de aula. Sobre o desenvolvimento desse modelo, foi sugerido pelos especialistas a presença de um só suporte que permitisse o encaixe de todas as peças. Os encontros possibilitaram ainda a fundamentação das dimensões para os modelos finais. Os profissionais analisaram o dimensionamento das alternativas tridimensionais iniciais (Figura 31) e das alternativas tridimensionais aprimoradas (Figura 32) e sugeriram a construção do modelo tridimensional desmontável nas dimensões das peças propostas nas alternativas aprimoradas (Figura 32).

7 IMPLEMENTAÇÃO

Nesse capítulo são apresentados o detalhamento da solução escolhida, as modelagens tridimensionais para a sua produção e a simulação visual (renderização), bem como, o processo de produção das peças dos modelos por meio da impressão 3D por FFF.

7.1 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO

A solução final detalhada consiste em um kit que possui uma caixa contendo um conjunto de peças das partes da flor e um modelo tridimensional completo da flor, contendo as mesmas partes, porém, unidas e em sua respectiva posição e um modelo 3D da flor desmontável.

A elaboração e o detalhamento dos modelos tridimensionais finais foram fundamentados nas informações contidas no referencial teórico desse trabalho e nas avaliações e indicações realizadas pelos especialistas durante os encontros de co-projeto participativo. O produto desenvolvido, da mesma forma como ocorre com os materiais de auxílio ao ensino disponíveis atualmente, não pretende substituir a presença do professor. Mesmo contendo características que permitem a exploração de maneira autônoma, o material utilizado pressupõe a mediação.

O kit permite o auxílio ao processo de ensino-aprendizagem da flor e da reprodução das angiospermas, proporcionando ao professor duas ferramentas que auxiliam a explicação e oferecem novas possibilidades no desenvolvimento de aulas inclusivas. Ao aluno, o produto fornece diferentes possibilidades de exploração de um material para compreensão e estudo do conteúdo ensinado. A seguir estão descritos e detalhados os materiais que compõem o kit separados por “Conjunto de Peças Individuais e “Modelo 3D Desmontável”.

O material foi desenvolvido de modo que possa ser disponibilizado em repositórios on-line e reproduzido por técnicas de fabricação digital. As peças que compõem o modelo 3D desmontável e as partes da flor disponíveis no conjunto de peças podem ser impressas pelos diferentes processos disponíveis de impressão 3D. Para a construção dos protótipos desse trabalho elas foram impressas em impressão 3D por FFF.

Para auxiliar a compreensão das peças, os modelos possuem audiodescrição exploratória complementada pela descrição da função da peça audiodescrita e de como o aluno pode utilizar as possíveis peças em conjunto para compreender o conteúdo. O produto dispõe ainda de adaptação do conteúdo em fonte ampliada desenvolvida pelo Núcleo de Inclusão e Acessibilidade da UFRGS – Incluir

7.1.1 Conjunto de Peças Individuais

O Conjunto de Peças Individuais é um material auxílio para o estudo e amparo das necessidades e particularidades de cada aluno durante o acompanhamento da aula e pode ser emprestado ao aluno para estudo individual. O material contém 8 modelos impressos em 3D representando as partes da flor: cálice, sépala, pétala, estame, grão de pólen com o tubo polínico, pistilo, fruto e semente, semente e embrião. Além da caixa que acomoda os modelos e o sistema de audiodescrição. Essa parte do conjunto pode ser produzida também pela fabricação digital, utilizando o corte a laser. Os desenhos técnicos das peças que compõem esse conjunto podem ser consultados no APÊNDICE F.

Além de dispor de um modelo que representa a flor completa. As peças estão organizadas em uma caixa com tampa que possui um sistema de audiodescrição. A Figura 38 apresenta uma simulação virtual do conjunto completo.

Figura 38 - Simulação virtual do Conjunto de Peças Individuais completo

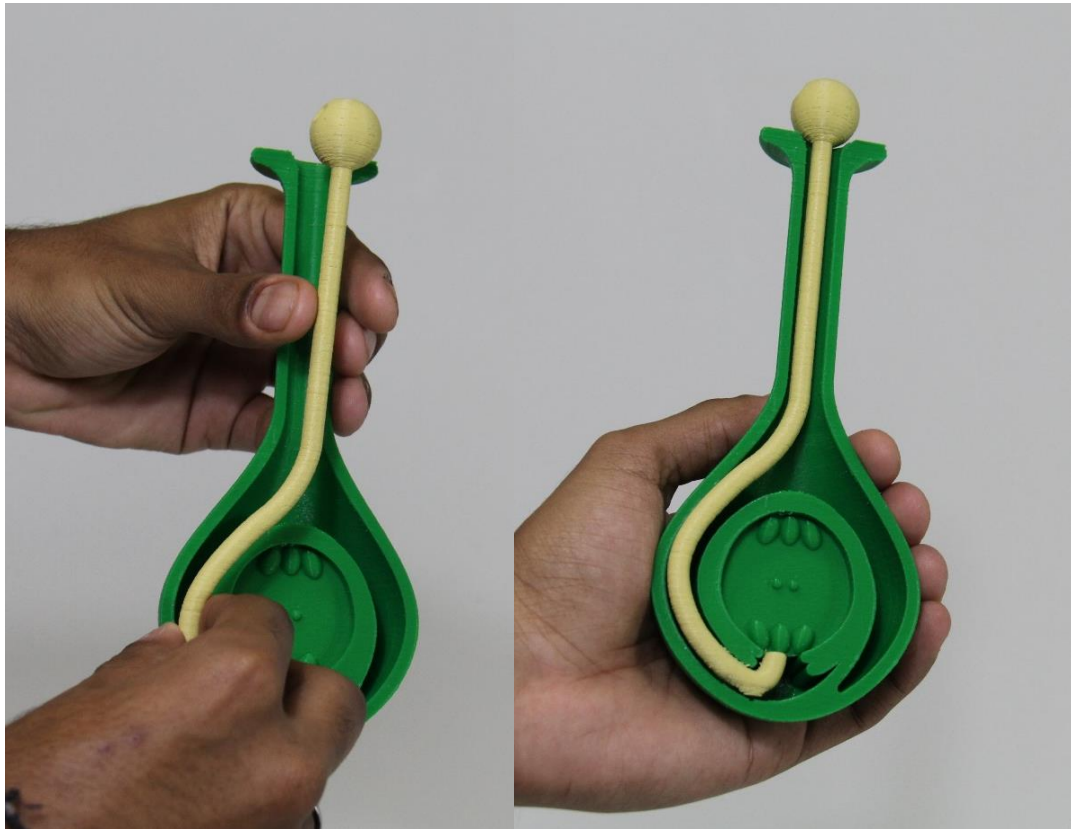


Fonte: da autora

Esta parte do produto permite que o próprio aluno explore cada parte da flor separadamente tendo a sua disposição ainda um modelo completo para conseguir compreender a localização das partes na estrutura da flor. O aluno pode optar por desenvolver a exploração iniciando pela compreensão de cada peça para depois explorar o modelo que representa a flor completa, ou iniciar a exploração por este modelo.

O conjunto dispõe de um modelo tridimensional do grão de pólen com o tubo polínico em dimensões que permitem seu encaixe no pistilo (Figura 39), para que o aluno compreenda como o gameta masculino encontra o gameta feminino, auxiliando assim a compreensão do processo de reprodução.

Figura 39 - Peças que representam o pistilo e o grão de pólen com o tubo polínico sendo encaixadas

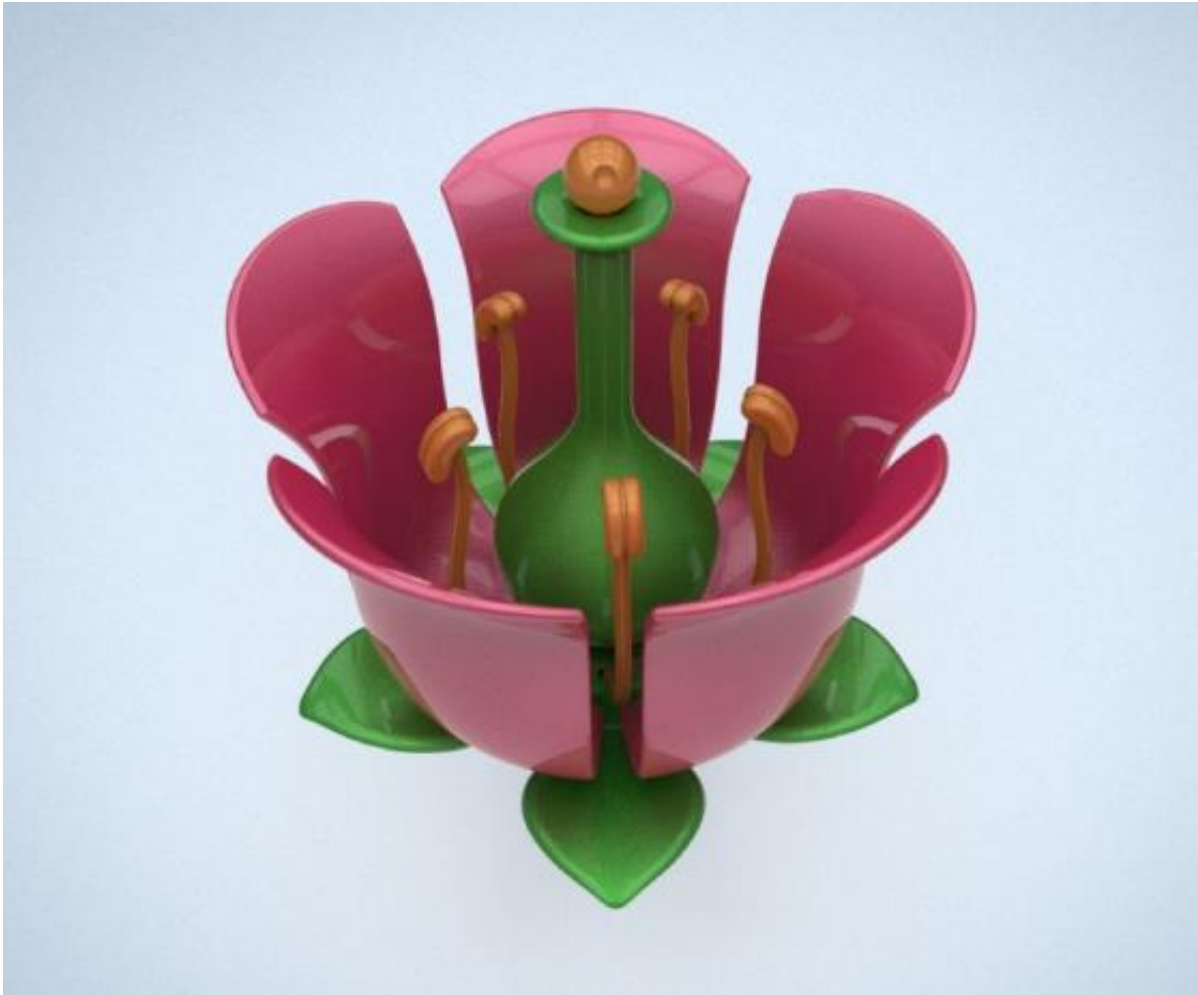


Fonte: da autora

7.1.2 Modelo 3D da Flor Desmontável

O modelo 3D da flor desmontável consiste em uma representação tridimensional da flor em dimensões que possibilitam que o professor manipule o modelo e realize a explicação do conteúdo para toda a turma. Este material também pode ser utilizado individualmente pelos alunos, sob mediação do professor. A Figura 40 exibe uma simulação virtual deste conjunto do produto.

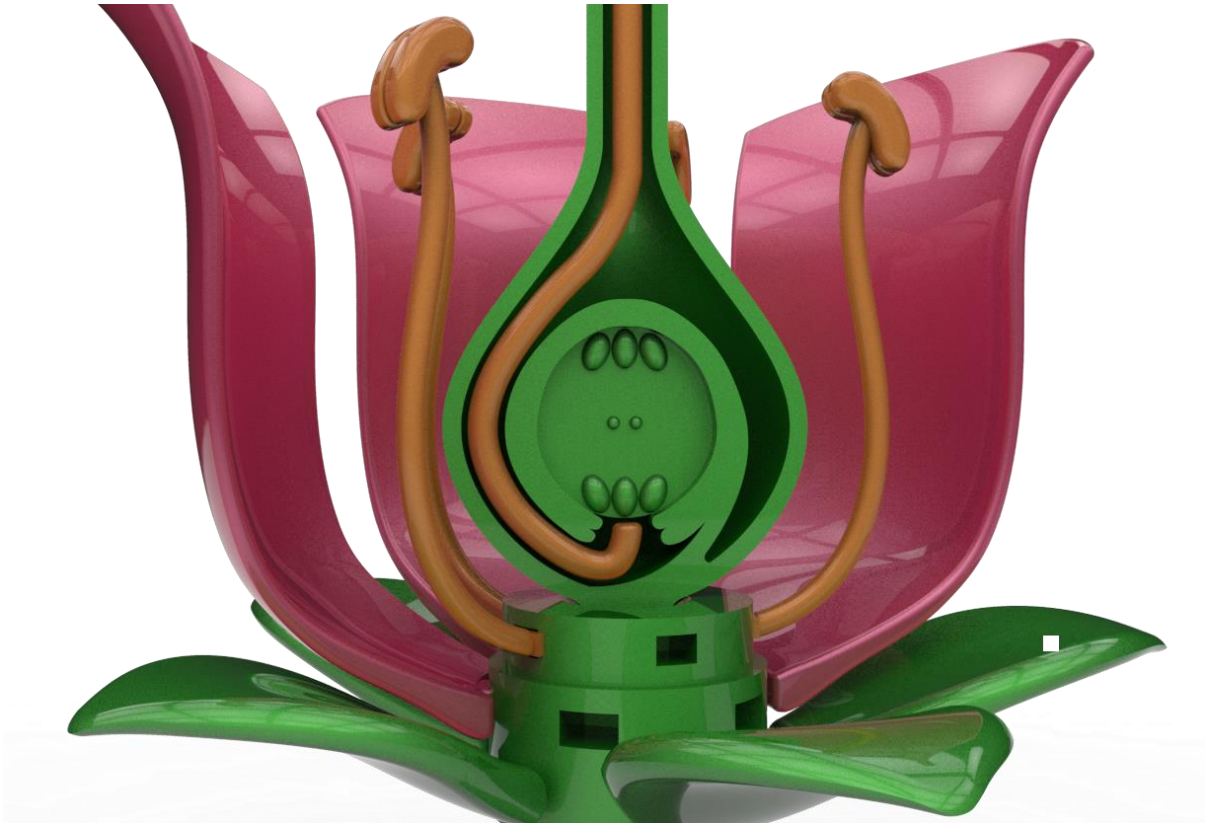
Figura 40 - Simulação virtual do Modelo 3D da Flor Desmontável



Fonte: da autora.

O material consiste em um modelo 3D de representação da flor, composto por peças desencaixáveis para facilitar a explicação pelo professor e proporcionar mais uma ferramenta para melhor compreensão do tema pelo aluno. O modelo contém sete peças: suporte, sépala, pétala, estame, grão de pólen com tubo polínico e as duas peças que formam o pistilo; a peças que formam o pistilo: pistilo negativo e positivo. A Figura 41 exibe a simulação visual de um detalhe no Modelo 3D da Flor Desmontável onde está visível a representação do óvulo. As simulações visuais desenvolvidas para o kit estão disponíveis no APÊNDICE G

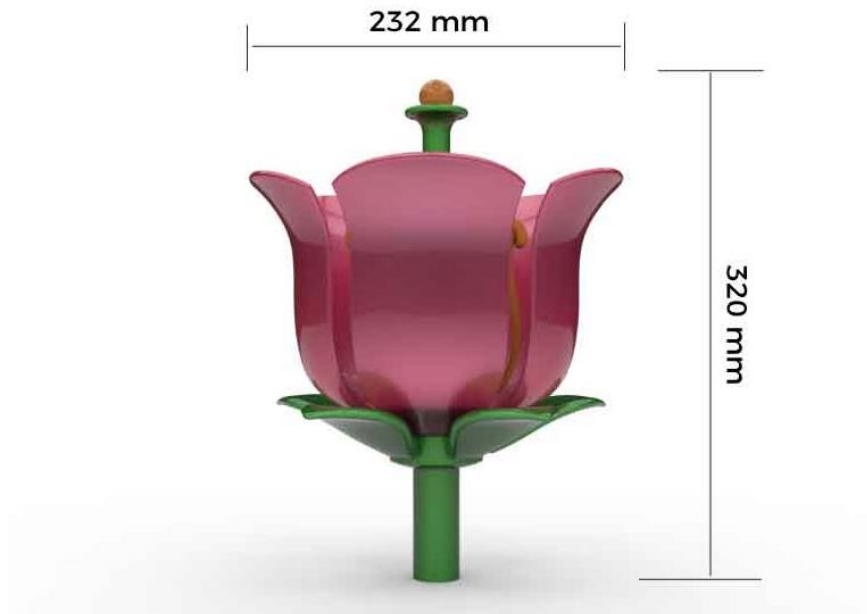
Figura 41 - Simulação visual de detalhe no modelo da 3D da flor desmontável



Fonte: da autora

Três das peças desse conjunto (sépala, pétala e estame) são replicadas para formar o modelo completo. A Figura 42 exibe as dimensões gerais do modelo. As dimensões detalhadas dessa e das peças que compõem este conjunto do produto estão disponíveis no APÊNDICE H.

Figura 42 - Simulação Visual com as medidas gerais do modelo 3D desmontável



Fonte: da autora

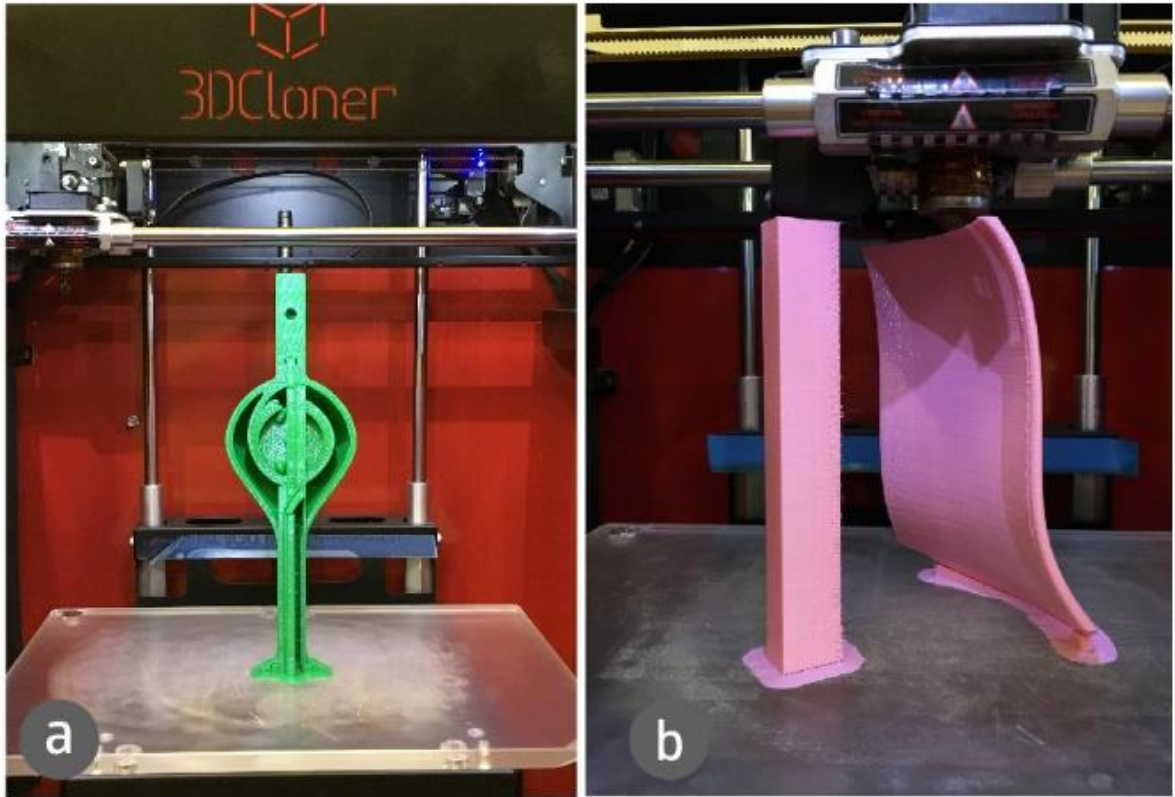
7.1.3 Sistema de audiodescrição

O sistema de audiodescrição do projeto foi desenvolvido utilizando uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre. O sistema é composto por 13 botões presentes na caixa do Conjunto de Peças Individuais, um circuito impresso, um módulo DFPlayer, doze resistores, um cartão de memória e uma bateria. As faixas de audiodescrição disponibilizam aos usuários orientações para utilização do sistema, descrição de cada peça do Conjunto de Peças Individuais, além de descrição e orientação para utilização do Modelo 3D da Flor Desmontável e o conteúdo em áudio.

7.1.4 Fabricação dos modelos

Os modelos tridimensionais do produto desenvolvido foram fabricados para que fosse possível verificar a funcionalidade e o acabamento das peças modeladas, o dimensionamento dos encaixes e a avaliação do projeto. As peças foram impressas na impressora 3D Cloner DH da Oficina de Modelos e Protótipos da Faculdade de Arquitetura da UFRGS. A Figura 43 exibe a impressão das peças Pistilo Negativo (43a) e Pétala (43b), que compõe o modelo desmontável da flor.

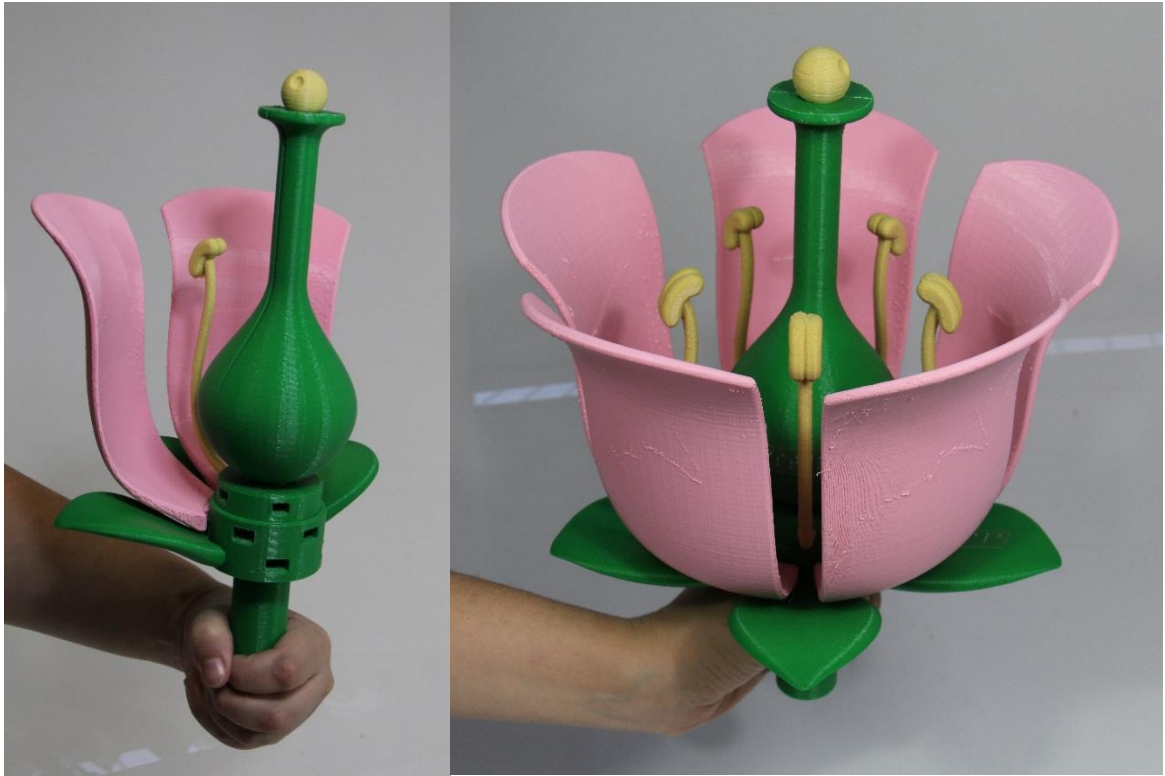
Figura 43 - Impressão 3D das peças Pistilo Negativo (a) e Pétala (b)



Fonte: da autora.

As cores dos filamentos para impressão foram escolhidas com assessoramento da professora especialista em anatomia vegetal para estarem alinhadas ao significado tátil das peças. A Figura 44 exhibe o modelo 3D da flor desmontável fabricado. As imagens das impressões das demais peças estão disponíveis no APÊNDICE I

Figura 44 - Modelo 3D da flor desmontável impresso.



Fonte: da autora.

Foi desenvolvido ainda um *mock-up* (Figura 45) do Conjunto de Peças Individuais.

Figura 45 - Mock-up inicial do Conjunto de Peças Individuais contendo as peças impressas em 3D fabricado por corte a laser



Fonte: da autora.

Após o desenvolvimento do *mock-up* foi produzido um protótipo semi-funcional do Conjunto de Peças Individuais (Figura 46).

Figura 46 – Protótipo semi funcional do Conjunto de Peças Individuais



Fonte: da autora

7.2 VALIDAÇÃO DOS MODELOS

O material desenvolvido foi avaliado por duas profissionais do CAP RS. Para essa avaliação foram utilizadas as peças que compõem o modelo 3D desmontável e o *mock-up* da caixa contendo as partes separadas da flor e o modelo unido.

Uma das profissionais que participaram da avaliação (Figura 47) possui deficiência visual e atua na revisão das adaptações desenvolvidas para os alunos com deficiência visual das escolas da rede pública do estado do Rio Grande do Sul.

Figura 47 - Validação dos modelos desenvolvidos



Fonte: da autora

Para as profissionais, mesmo que as camadas do processo de impressão 3D por FFF sejam perceptíveis, essa característica fornece um estímulo diferenciado à exploração. Logo, o acabamento superficial das peças foi considerado muito bom.

Segundo as duas profissionais que realizaram a avaliação com os modelos, a solução desenvolvida no projeto atende às necessidades dos usuários, fornecendo um material inovador para a compreensão da flor e suas estruturas, bem como, do processo de reprodução das angiospermas eliminando barreiras no acesso ao conhecimento.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O direito das pessoas com deficiência à educação inclusiva em todos os níveis de ensino é assegurado por lei. Porém, mesmo que as pessoas com deficiência visual tenham acesso à educação, o processo de aprendizagem desses alunos requer a utilização de recursos adaptados às suas necessidades.

Os recursos didáticos disponíveis para os alunos com deficiência visual, majoritariamente, fornecem a adaptação do conteúdo por meio do sistema Braille e da audiodescrição. Porém, em determinadas disciplinas, existem conteúdos cuja explicação é complementada por imagens, como no caso do ensino da flor e da reprodução das angiospermas. Para compreensão dessas imagens complementares ao conteúdo textual, os alunos com deficiência visual recebem uma descrição simplificada em sistema Braille, o conteúdo audiodescrito ou esquemas simplificados em alto relevo. Considerando as limitações da representação de um objeto somente por seus contornos ou descrição, torna-se essencial a utilização de um recurso que explore a tridimensionalidade e, ao mesmo tempo, permita o desenvolvimento das habilidades táteis.

O produto desenvolvido nesse trabalho consiste em um kit multissensorial para auxílio ao ensino-aprendizagem da reprodução das angiospermas produzível por meio de fabricação digital, atendendo ao objetivo geral do projeto. O produto elaborado possibilita a exploração tátil das partes que compõem a flor de maneira separada, a flor completa, ou seja, com todas as suas partes unidas e um modelo que permite que o aluno desencaixe as partes. Este modelo desmontável foi desenvolvido em dimensões que possibilitam a exploração tátil pelos alunos e a utilização pelo professor em dimensões adequadas para explicação em sala de aula para todos os alunos. O produto dispõe ainda de um sistema para audiodescrição exploratória das peças. O kit contém a adaptação do conteúdo em Braille e fonte ampliada desenvolvidas pela equipe do Incluir – UFRGS. Com a produção dos modelos tridimensionais que compõe o produto por meio da impressão 3D por FFF e posterior validação desses modelos com profissionais que atuam no desenvolvimento e revisão de recursos didáticos pedagógicos para alunos com deficiência visual, conclui-se que o recurso produzido é passível de fabricação por técnicas de fabricação digital, podendo ser disponibilizado em repositórios *on-line* e fabricado em laboratórios de fabricação digital.

REFERÊNCIAS

- ADAM, Dominique Leite; MACEDO, Claudia Mara Scudelari de. A imagem como veículo de acesso à informação em objetos de aprendizagem para deficientes visuais. **InfoDesign-Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 10, n. 2, p. 176-192, 2013. Disponível em: <https://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/197>. Acesso em: 26 ago. 2018.
- APH Tactile Graphic Image Library. Disponível em: <https://imagelibrary.aph.org/aphb/> Acesso em: 14 ago. 2019.
- ASHBY, Michael F.; JOHNSON, Kara. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**.
- ÁVILA, Marcos; ALVES, Milton Ruiz; DOMINGUES, Mauro. **As condições de saúde ocular no Brasil**. São Paulo: Conselho Brasileiro de Oftalmologia, 2015.
- BACK, Nelson *et al.* **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri: Malone, p. 435-482, 2008.
- BATISTA, Cecilia Guarnieri *et al.* Formação de conceitos em crianças cegas: questões teóricas e implicações educacionais. **Psicologia: teoria e pesquisa**, abr. 2005, v. 21, n. 1, p. 007-015, 2005.
- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos**. 3ª Edição. São Paulo: Blücher, 2011.
- BRASIL. Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. **Diário Oficial da União**, 2009.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno. Resolução nº 2, de 22 de dezembro de 2017. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, 2017a.
- BRASIL. Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004. **Diário Oficial da União**, 2004.
- BRASIL. IBGE. **Pesquisa nacional de saúde, 2013: ciclos de vida: Brasil e grandes regiões**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94522.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2018.
- BRASIL. INEP. Ministério da Educação. **Censo Escolar 2017**, Notas Estatísticas, Brasília – DF, 2018. 2018a
- BRASIL. Lei nº 10.690, de 16 de junho de 2003, **Diário Oficial da União**, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação, **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2018. 2018b.

BRASIL. Ministério da Educação, **Documento orientador programa de implantação de salas de recursos multifuncionais**. 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11037-doc-orientador-multifuncionais-pdf&category_slug=junho-2012-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 26 ago. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – Inep. Diretoria de Estatísticas Educacionais (DEED). Coordenação Geral do Censo Escolar da Educação Básica (CGCEB). Caderno de Instruções – Censo Escolar 2017. 2017b

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão Diretoria de Políticas de Educação Especial. A CONSOLIDAÇÃO DA INCLUSÃO ESCOLAR NO BRASIL 2003 a 2016. Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12391:pnld>. Acesso em: 26 ago. 2018. 2018c.

BRASIL. Ministério da Educação. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**, 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16690-politica-nacional-de-educacao-especial-na-perspectiva-da-educacao-inclusiva-05122014&Itemid=30192. Acesso em: 26 ago. 2018. 2007a

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria Ministerial Nº 1.010, de maio de 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Grafia Braille para a Língua Portuguesa**. Secretaria de Educação Especial. Brasília: SEESP, 2006. 2006b

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria Nº 3.128, de 24 de dezembro de 2008. Define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual. **Diário Oficial da União**, Brasília. Disponível: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html Acesso em: 01 de set. de 2018.

BRASIL. Portaria normativa nº13, de 24 de abril de 2007. Dispõe sobre a criação do programa de implantação de salas de recursos multifuncionais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2007 Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11037-doc-orientador-multifuncionais-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 24 set. 2018.2007b

BRENDLER, Clariana Fischer *et al.* Recursos Didáticos Táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais. **Educação gráfica**. Vol. 18, n. 3, p. 141-157, 2014.

BROWN, Tim. Design Thinking. Harvard Business Review, Cambridge, Eua, p. 8492, jun. 2008. Disponível em: <https://www.ideo.com/post/design-thinking-in-harvardbusiness-review>. Acesso em: 24 set. 2018.

BUEHLER, Erin *et al.* Investigating the implications of 3D printing in special education. **ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)**. v. 8, n. 3, p. 11, 2016.

CARDOSO, Eduardo *et al.* Tecnologias tridimensionais para acessibilidade em Museus. In: **Proceedings** of the XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-based Design, Blucher, São Paulo. 2014. p. 444-448.

CERQUEIRA, Jonir Bechara; FERREIRA, Elisa de Melo Borba. Recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**, v. 5, p. 24-29, 1996.

D'AGNANO, F.; BALLETTI, Catherina., Guerra, F., & VERNIER, P. Tooteko: A case study of augmented reality for an accessible cultural heritage. Digitization, 3D printing and sensors for an audio-tactile experience. **The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. 40, n. 5, p. 207, 2015.

BRAILLE Bricks. **Design of the World**. Disponível em: <https://www.designoftheworld.com/braille-bricks/>. Acesso em: 30 ago. 2018.

FREITAS, Ranielder Fábio de; COUTINHO, Solange Galvão; WAECHTER, Hans da Nóbrega. Análise de Metodologias em Design: a informação tratada por diferentes olhares. **Estudos em Design**, v. 21, n. 1, 2013.

DRAGO, Rogério; MANGA, Vanessa Pita Barreira Burgos. Deficiência visual e formação de professores: para uma revisão conceitual. **Crítica Educativa**, v. 3, n. 3, p. 292-310, 2017.

DOMINGUES, Celma dos Anjos. *et al.* **A educação especial na perspectiva da inclusão escolar**: Os Alunos com Deficiência Visual: Baixa Visão e Cegueira. Brasília, 2010. 60 p. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=7105-fasciculo-3-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 24 set. 2018.

FOUNDATION, Ellen Macarthur. *The circular Design Guide*. 2016. Disponível em: <https://www.circulardesignguide.com>. Acesso em: 21 nov. 2018.

FOUNDATION, Ellen Macarthur. User-centred research. Inglaterra: Ellen Macarthur Foundation, 2016. 4 p. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/design/User_Centred_Research%20Guide_FINAL.pdf?fbclid=IwAR04LcssfKicrJVP-0YGHjdNKWjbxaiHog7KDnp-LDkqm9DH9ocl4FOokhs. Acesso em: 21 nov. 2018.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente*. São Paulo: Paz e Terra, p. 25, 1996.

FUNDAÇÃO DORINA NOWILL. **O que é deficiência?** Disponível em: <https://www.fundacaodorina.org.br/a-fundacao/deficiencia-visual/o-que-e-deficiencia/>. Acesso em: 31 ago. 2018.

GIL, Marta (org.). *Deficiência visual - Cadernos da TV Escola*. 80 p. MEC. Secretaria de Educação a Distância, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/deficienciavisual.pdf> Acesso em: 30 ago. 2018.

GOMES, Hilda Teixeira; SAMPAIO, Vilma Gomes. Recursos e tecnologias para o ensino do aluno com deficiência visual. I Anais do 1º Seminário Internacional de Inclusão Escolar: práticas diálogo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, p. 1-6, 2014.

GUAL, Jaume; PUYUELO, Marina; LLOVERAS, Joaquim. The effect of volumetric (3D) tactile symbols within inclusive tactile maps. **Applied ergonomics**, v. 48, p. 1-10, 2015

GUAL, Jaume; PUYUELO, Marina; LLOVERAS, Joaquim. Three-dimensional tactile symbols produced by 3D Printing: Improving the process of memorizing a tactile map key. **British Journal of Visual Impairment**, v. 32, n. 3, p. 263-278, 2014.

HALL, Susan *et al.* A pilot study assessing the value of 3D printed molecular modelling tools for pharmacy student education. **Currents in Pharmacy Teaching and Learning**, v. 9, n. 4, p. 723-728, 2017

IDEO. **Human-Centered Design: Kit de Ferramentas**. 2. ed. IDEO, 2009. 105 p. Disponível em: <<https://www.ideo.com/post/design-kit>>. Acesso em: 25 set. 2018

IDEO. **The Field Guide to Human-Centered**. IDEO, 2015. 192 p. Disponível em: <http://www.designkit.org/resources/1>, 2015. 192 p. Acesso em: 25 set. 2018

JAFRI, Rabia; ALJUHANI, Asmaa Mohammed; ALI, Syed Abid. A tangible user interface-based application utilizing 3D-printed manipulatives for teaching tactual shape perception and spatial awareness sub-concepts to visually impaired children. **International Journal of Child-Computer Interaction**, v. 11, p. 3-11, 2017

JUNK, Stefan; MATT, Rebecca. New approach to introduction of 3D digital technologies in design education. **Procedia CIRP**, v. 36, p. 35-40, 2015

KOSTAKIS, Vasilis; NIAROS, Vasilis; GIOTITSAS, Christos. *Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece*. **Telematics and informatics**, v. 32, n. 1, p. 118-128, 2015.

LABTATE. Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar. 2010. Disponível em: <http://www.labtate.ufsc.br>. Acesso em: 21 nov. 2018.

MUNIZ, Guilherme Resende; DA SILVA, Fabio Pinto; JÚNIOR, Wilson Kindlein. Design, tecnologia e patrimônio: digitalização tridimensional como ferramenta de preservação de elementos de prédios históricos. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 13, n. 2, p. 53-66, 2018.

NOGUEIRA, Ruth Emilia. Mapas táteis padronizados e acessíveis na web. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, v. 15, p. 16-27, 2009.

NUERNBERG, Adriano Henrique. Ilustrações táteis bidimensionais em livros infantis: considerações acerca de sua construção no contexto da educação de crianças com deficiência visual. **Revista Educação Especial**, v. 23, n. 36, p. 131-144, abr. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/1438>. Acesso: 30 ago. 2018

ÖZKIL, Ali Gürçan. *Collective design in 3D printing: A large scale empirical study of designs, designers and evolution*. **Design Studies**, v. 51, p. 66-89, 2017

PANTAZIS, Alekos; PRAVOLOU, Christina. *3D printing as a means of learning and communication: The 3Ducation project revisited*. **Telematics and Informatics**, v. 34, n. 8, p. 1465-1476, 2017.

PASSOS, E.(org.); SILLOS, A (org.). *Tempo de Ciências*. São Paulo. Editora Brasil, 2015.

PLATCHECK, Elizabeth Regina. *Metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis*. 2003

POHLMANN, Mariana *et al*. *Fabricação digital para auxiliar no ensino-aprendizado de alunos com deficiência visual: estudo de caso dos sistemas nanoestruturados*. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 9, p. 2389-2396, 2016.

PONTES, Ana Claudia Nunes; FERNANDES, Edicléa Mascarenhas. O uso de recursos didáticos adaptados na escolarização e inclusão de educandos cegos e de baixa visão. **Colóquio Luso-Brasileiro de Educação-COLBEDUCA**, v. 3, 2018.

SÁ, Elizabet Dias De; SILVA, Myriam Beatriz Campolina; SIMÃO, Valdirene Stiegler. **Atendimento educacional especializado do aluno com deficiência visual**. 1 ed. São Paulo: Moderna, 2010.

SÁ, Elizabet Dias de; CAMPOS, Izilda; SILVA, Myriam Beatriz Campolina. **Formação Continuada a Distância de Professores para o Atendimento Educacional Especializado**. MEC, SEED, SEESP Curitiba: Editora Cromos, 2007

SCHELLY, Chelsea *et al*. *Open-source 3-D printing technologies for education: Bringing additive manufacturing to the classroom*. **Journal of Visual Languages & Computing**, v. 28, p. 226-237, 2015.

SILVA, Fabio Pinto da *et al.* A Digitalização Tridimensional Móvel e sua aplicação no Design de Produto. **Design & tecnologia**. Porto Alegre, RS. Vol. 1, n. 1, p. 60-65, 2010.

SILVA, Regiana Sousa (org.); SALES, Fábio Henrique Silva (org.). **Um olhar inclusivo sobre o ensino das ciências e da matemática**. 1 ed. Curitiba: Editora Appris Ltda, 2017.

SILVA, Rubim Almeida. Flor. **Revista de Ciência Elementar**, v. 5, n. 3, 2017. 2017b

SILVA, Tatiane Santos; LANDIM, Myrna Friederichs; SOUZA, Verônica dos Reis Mariano. A utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de ciências de alunos com deficiência visual. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC)**, v. 13, n.1, p. 32-47, 2014. Disponível em: <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/8638>. Acesso em: 31 ago. 2018.

SOLER, Miquel-Albert. **Didáctica multissensorial de las ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión**. 2. Ed. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S. A., 1999.

SOUZA, Salete Eduardo de. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: "Infância e Práticas Educativas". **Arq Mudi**. 2007;11(Supl.2):110-4. Maringá, 2007

THEISSEN, Günter; SAEDLER, Heinz. *Plant biology: floral quartets*. **Nature**, v. 409, n. 6819, p. 469, 2001.

VAN BOEIJEN, Annemiek *et al.* **Delft design guide: Design strategies and methods**, 2014.

VERNER, Igor; MERKSAMER, Amir. *Digital design and 3D printing in technology teacher education*. Procedia CIRP, v. 36, p. 182-186, 2015.

VIGINHESKI, Lúcia Virginia Mamcasz; SHIMAZAKI, Elisa Midori; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; PACHECO, Edilson Roberto; Formação de conceitos em Geometria e Álgebra por estudante com deficiência visual. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 4, p. 867-879, 2017.

WIKIPEDIA, Interface Utilisateur Tangible. Disponível em: https://fr.wikipedia.org/wiki/Interface_utilisateur_tangible>. Acesso em: 18 nov. 2018.

WHO. **Blindness and vision impairment**. Disponível em: www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment Acesso em 15 de maio de 2019.

WHO. International Classification of Diseases. **Vision impairment including blindness**. Disponível em: <www.icd.who.int/browse11/l-m/en#/http%3a%2f%2fid.who.int%2fcd%2fentity%2f1103667651>. Acesso em: 31 ago. 2018. 2018b.

APÊNDICE A

Legislação Brasileira Referente às Pessoas com Deficiência Visual

Normas Constitucionais	
Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.	Conjunto de normas que regem o Estado brasileiro.
Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009.	Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007.
Leis	
Lei nº 13.409, de 28 de dezembro de 2016.	Altera a Lei no 12.711, de 29 de agosto de 2012, para dispor sobre a reserva de vagas para pessoas com deficiência nos cursos técnico de nível médio e superior das instituições federais de ensino.
Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.	Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).
Lei nº 13.135, de 17 de junho de 2015.	Altera as Leis no 8.213, de 24 de julho de 1991, no 10.876, de 2 de junho de 2004, no 8.112, de 11 de dezembro de 1990, e no 10.666, de 8 de maio de 2003, e dá outras providências. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social.
Lei nº 12.955, de 5 de fevereiro de 2014.	Acrescenta § 9º ao art. 47 da Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990 (Estatuto da Criança e do Adolescente), para estabelecer prioridade de tramitação aos processos de adoção em que o adotando for criança ou adolescente com deficiência ou com doença crônica.
Lei nº 12.933, de 26 de dezembro de 2013.	Dispõe sobre o benefício do pagamento de meia-entrada para estudantes, idosos, pessoas com deficiência e jovens de 15 a 29 anos comprovadamente carentes em espetáculos artístico-culturais e esportivos, e revoga a Medida Provisória no 2.208, de 17 de agosto de 2001.
Lei Complementar nº 142, de 8 de maio de 2013.	Regulamenta o § 1º do art. 201 da Constituição Federal, no tocante à aposentadoria da pessoa com deficiência segurada do Regime Geral de Previdência Social - RGPS.
Lei nº 11.692, de 10 de junho de 2008.	Dispõe sobre o Programa Nacional de Inclusão de Jovens - Projovem, instituído pela Lei Nº 11.129, de 30 de junho de 2005; altera a Lei Nº 10.836, de 9 de janeiro de 2004; revoga dispositivos das Leis Nºs 9.608, de 18 de fevereiro de 1998, 10.748, de 22 de outubro de 2003, 10.940, de 27 de agosto de 2004, 11.129, de 30 de junho de 2005, e 11.180, de 23 de setembro de 2005; e dá outras providências.
Lei nº 11.126, de 27 de junho de 2005.	Dispõe sobre o direito do portador de deficiência visual de ingressar e permanecer em ambientes de uso coletivo acompanhado de cão-guia.
Lei nº 10.845, de 5 de março de 2004.	Institui o Programa de Complementação ao Atendimento Educacional Especializado às Pessoas Portadoras de Deficiência, e dá outras providências.
Lei nº 10.753, de 30 de outubro de 2003.	Institui a Política Nacional do Livro.
Lei nº 8.899, de 29 de junho de 1994.	Concede passe livre às pessoas portadoras de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual.

(Cont.)

Leis	
Lei nº 12.715, de 17 de setembro de 2012.	Altera a alíquota das contribuições previdenciárias sobre a folha de salários devidas pelas empresas que especifica; institui o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores, o Regime Especial de Tributação do Programa Nacional de Banda Larga para Implantação de Redes de Telecomunicações, o Regime Especial de Incentivo a Computadores para Uso Educacional, o Programa Nacional de Apoio à Atenção Oncológica e o Programa Nacional de Apoio à Atenção da Saúde da Pessoa com Deficiência; restabelece o Programa Um Computador por Aluno; altera o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores, instituído pela Lei no 11.484, de 31 de maio de 2007; altera as Leis nos 9.250, de 26 de dezembro de 1995, 11.033, de 21 de dezembro de 2004, 9.430, de 27 de dezembro de 1996, 10.865, de 30 de abril de 2004, 11.774, de 17 de setembro de 2008, 12.546, de 14 de dezembro de 2011, 11.484, de 31 de maio de 2007, 10.637, de 30 de dezembro de 2002, 11.196, de 21 de novembro de 2005, 10.406, de 10 de janeiro de 2002, 9.532, de 10 de dezembro de 1997, 12.431, de 24 de junho de 2011, 12.414, de 9 de junho de 2011, 8.666, de 21 de junho de 1993, 10.925, de 23 de julho de 2004, os Decretos-Leis nos 1.455, de 7 de abril de 1976, 1.593, de 21 de dezembro de 1977, e a Medida Provisória no 2.199-14, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.
Lei nº 12.649, de 17 de maio de 2012.	Reduz a zero as alíquotas da Contribuição para o PIS/Pasep, da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins), da Contribuição para o PIS/Pasep - Importação e da Cofins - Importação incidentes sobre a importação e a receita de venda no mercado interno dos produtos que menciona; altera as Leis nºs 10.865, de 30 de abril de 2004, 10.522, de 19 de julho de 2002, 8.989, de 24 de fevereiro de 1995, 5.991, de 17 de dezembro de 1973, 10.451, de 10 de maio de 2002, e 11.051, de 29 de dezembro de 2004; e revoga dispositivos das Leis nºs 10.637, de 30 de dezembro de 2002, e 10.833, de 29 de dezembro de 2003.
Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000.	Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.
Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989.	Dispõe sobre o apoio às pessoas portadoras de deficiência, sua integração social, sobre a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência - CORDE, institui a tutela jurisdicional de interesses coletivos ou difusos dessas pessoas, disciplina a atuação do Ministério Público, define crimes, e dá outras providências.
Lei nº 4.169, de 4 de dezembro de 1962.	Oficializa as convenções Braille para uso na escrita e leitura dos cegos e o Código de Contrações e Abreviaturas Braille.
Decretos	
Decreto nº 8.954, de 10 de janeiro de 2017.	Institui o Comitê do Cadastro Nacional de Inclusão da Pessoa com Deficiência e da Avaliação Unificada da Deficiência e dá outras providências.

(Cont.)

Decretos	
Decreto nº 7.988, de 17 de abril de 2013.	Regulamenta os arts. 1º a 13 da Lei nº 12.715, de 17 de setembro de 2012, que dispõem sobre o Programa Nacional de Apoio à Atenção Oncológica - PRONON e o Programa Nacional de Apoio à Atenção da Saúde da Pessoa com Deficiência - PRONAS/PCD.
Decreto nº 8.953, de 10 de janeiro de 2013.	Altera o Decreto nº 7.963, de 15 de março de 2013, que institui o Plano Nacional de Consumo e Cidadania e cria a Câmara Nacional das Relações de Consumo.
Decreto nº 8.145, de 3 de dezembro de 2013.	Altera o Regulamento da Previdência Social - RPS, aprovado pelo Decreto nº 3.048, de 6 de maio de 1999, para dispor sobre a aposentadoria por tempo de contribuição e por idade da pessoa com deficiência.
Decreto nº 7.750, de 8 de junho de 2012.	Regulamenta o Programa Um Computador por Aluno - PROUCA e o Regime Especial de Incentivo a Computadores para Uso Educacional - REICOMP.
Decreto nº 7.724, de 16 de maio de 2012.	Regulamenta a Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011, que dispõe sobre o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do caput do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição.
Decreto nº 7.617, de 17 de novembro de 2011.	Altera o Regulamento do Benefício de Prestação Continuada, aprovado pelo Decreto nº 6.214, de 26 de setembro de 2007.
Decreto nº 7.613, de 17 de novembro de 2011.	Altera o Decreto nº 5.992, de 19 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a concessão de diárias no âmbito da administração federal direta, autárquica e fundacional.
Decreto nº 7.612, de 17 de novembro de 2011.	Institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver sem Limite.
Decreto nº 7.512, de 30 de junho de 2011.	Aprova o Plano Geral de Metas para a Universalização do Serviço Telefônico Fixo Comutado Prestado no Regime Público - PGMU, e dá outras providências.
Decreto nº 7.037, de 21 de dezembro de 2009.	Aprova o Programa Nacional de Direitos Humanos - PNDH-3 e dá outras providências.
Decreto Legislativo Nº 186, de 2008.	Aprova o texto da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e de seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova Iorque, em 30 de março de 2007.
Decreto nº 6.214, de 26 de setembro de 2007.	Regulamenta o benefício de prestação continuada da assistência social devido à pessoa com deficiência.
Decreto nº 5.904, de 21 de setembro de 2006.	Regulamenta a Lei nº 11.126, de 27 de junho de 2005, que dispõe sobre o direito da pessoa com deficiência visual de ingressar e permanecer em ambientes de uso coletivo acompanhada de cão-guia e dá outras providências.
Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004.	Regulamenta as Leis nº 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.
Decreto nº 3.956, de 8 de outubro de 2001.	Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência.

(Cont.)

Decretos	
Decreto nº 3.691, de 19 de dezembro de 2000.	Regulamenta a Lei nº 8.899, de 29 de junho de 1994, que dispõe sobre o transporte de pessoas portadoras de deficiência no sistema de transporte coletivo interestadual.
Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999.	Regulamenta a Lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências.
Instrução Normativa RFB Nº 1769, de 18 de dezembro de 2017.	Disciplina a aplicação da isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e do Imposto sobre Operações de Crédito, Câmbio e Seguro, ou relativas a Títulos e Valores Mobiliários (IOF), na aquisição de veículos por pessoas com deficiência física, visual, mental severa ou profunda, ou autistas, e dá outras providências.
Normas Técnicas	
ABNT NBR 15599:2008	Acessibilidade - Comunicação na prestação de serviços.
ABNT NBR 9050:2004	Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.
ABNT NBR 16537:2016	Acessibilidade — Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação.
Normas Técnicas para a Produção de Textos em Braille – 2006.	Definem as diferentes etapas da produção de um texto em braille; apresentam informações básicas e necessárias ao processo de racionalização dos trabalhos de transcrição.
Portarias	
Portaria nº 3.128, de 24 de dezembro de 2008.	Define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual.
Portaria Normativa nº 13, de 24 de abril de 2007.	Dispõe sobre a criação do "Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais".
Recomendação	
Recomendação nº 27 de 16 de dezembro de 2009.	Recomenda aos Tribunais relacionados nos incisos II a VII do art. 92 da Constituição Federal de 1988 que adotem medidas para a remoção de barreiras físicas, arquitetônicas, de comunicação e atitudinais de modo a promover o amplo e irrestrito acesso de pessoas com deficiência às suas dependências, aos serviços que prestam e às respectivas carreiras, para a conscientização de servidores e jurisdicionados sobre a importância da acessibilidade enquanto garantia ao pleno exercício de direitos, bem como para que institua comissões de acessibilidade visando ao planejamento, elaboração e acompanhamento de projetos e metas direcionados à promoção da acessibilidade às pessoas com deficiência.
Resolução	
Resolução CNE/CEB nº 2, de 11 de setembro de 2001.	Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica.
Notas Técnicas	
Nota Técnica – SEESP/GAB/nº 11/2010, 7 de maio de 2010.	Orientações para a institucionalização da Oferta do Atendimento Educacional Especializado – AEE em Salas de Recursos Multifuncionais, implantadas nas escolas regulares.

APÊNDICE B – Trabalhos Catalogados

Termos inserido para pesquisa no buscador Google Acadêmico: “Recurso didático” and “deficiência visual” - Resultado aproximado: 961 trabalhos						
Trabalhos catalogados - Estudos que envolvem a produção de um recurso didático para educação, preferencialmente para educação inclusiva de alunos com deficiência visual						
Ano	Nº	Nome	Autores	Link	Tema Conceitual	Técnica para o desenvolvimento
2015	1	Astronomia para deficientes visuais: Inovando em materiais didáticos acessíveis	DE ARAÚJO SOARES, Karla Diamantina; CASTRO, Helena Carla; DELOU, Cristina Maria Carvalho	https://goo.gl/LG2K49	Física - Astronomia	Artesanal
2003	2	O ESTUDO DA GEOMETRIA	BARBOSA, Paula Marcia.	https://goo.gl/GZM9KH	Matemática - Geometria	Artesanal
2005	3	MAPA TÁTIL: PASSAPORTE PARA A INCLUSÃO	Luciana Cristina de Almeida	https://goo.gl/5uW5KN	Geografia	Artesanal
2011	4	A CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS MORFOLÓGICAS - UMA PROPOSTA INCLUSIVA E INTERATIVA	SOUZA, PF de e FARIA, JCNM.	https://goo.gl/hLchKh	Ciências da Natureza- Embriologia	Artesanal
2012	5	Material Didático para Ensino de Biologia: Possibilidades de Inclusão	VAZ, José Murilo Calixto et al.	https://goo.gl/1CjdCA	Ciências da Natureza- Citologia	Artesanal
2010	6	Cartografia através de modelos táteis: uma contribuição ao ensino de deficientes visuais	DE OLIVEIRA, Cleomar Graef; DOS SANTOS JÚNIOR, Donarte Nunes; LAHM, Regis Alexandre.	https://goo.gl/LM9Q39	Geografia	Artesanal
2014	7	Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais	BRENDLER, Clariana Fischer et al.	https://goo.gl/Tg5CFy	Ciências da Natureza - DNA, Meiose Mitose	Fabricação Digital
2009	8	A confecção de um plano cartesiano de metal para ensinar função a um deficiente visual	ULIANA, Márcia Rosa	http://www.semat.unir.br/materiais/anais_semana_de_exatas_2009.pdf#page=121	Matemática	Artesanal

2011	9	Construção de Tabela Periódica e Modelo Físico do Átomo Para Pessoas com Deficiência Visual	QUADROS, Luiza et al.	http://www.nutes.ufri.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1482-3.pdf	Química - Tabela Periódica	Artesanal
2011	10	APLICAÇÃO DE MODELOS DIDÁTICOS PARA ABORDAGEM DA CÉLULA ANIMAL E VEGETAL, UM ESTUDO DE CASO	DE BASTOS, Keine Maria; DE MENEZES FARIA, Joana Cristina Neves	http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/multidisciplinar/aplicacao%20de%20modelos.pdf	Ciências da Natureza- Citologia	Artesanal
2011	11	A CONSTRUÇÃO DE GRÁFICOS TÁTEIS PARA ALUNOS DEFICIENTES VISUAIS	ZUCHERATO, Bruno; FREITAS	https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143250/ISSN1679-4605-2011-07-01-24-41.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Gráficos táteis	Artesanal
2013	12	MATERIAIS ALTERNATIVOS PARA ALUNOS CEGOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	RIBAS, Cláudio Pereira et al.	http://santoangelo.uri.br/erebiosul2013/anais/wp-content/uploads/2013/07/poster/13383_127_Tatiane_Cristina_Possel_Greter.pdf	Ciências	Artesanal
2008	14	USO DA MAQUETE NO ENSINO DE GEOGRAFIA	DE OLIVEIRA, Bárbara Renata; MALANSKI, Lawrence Mayer.	https://revistas.ufpr.br/extensao/article/view/24783/16618	Geografia	Artesanal
2014	15	CARTOGRAFIA TÁTIL: ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO COMO APOIO AO ENSINO/APRENDIZAGEM DE GEOGRAFIA	DA SILVA, Patrícia Assis et al.	https://www.unifal-mg.edu.br/simgeo/system/files/anexos/Patr%C3%ADcia%20Assis%20da%20Silva.pdf	Geografia	Maquete artesanal com recurso sonoro Arduino
2005	16	DESENVOLVIMENTO DE MAQUETE SONORA, PARA A TRANSMISSÃO DE CONCEITOS GEOGRÁFICOS E CARTOGRÁFICOS PARA ALUNOS DEFICIENTES VISUAIS	VENTORINI, Silvia Elena et al.	http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/isabel/cartografia_tatil/anexo0261.pdf	Geografia - Lago	Maquete tátil Recurso sonoro
2011	17	CARTOGRAFIA TÁTIL PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: A EXPERIÊNCIA DO GLOBO ADAPTADO	JORDÃO, Barbara Gomes Flaire.	https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/155031/000689213.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Geografia - Globo adaptado	Artesanal

2010	18	EXPERIMENTOS EDUCACIONAIS CONCRETOS E VIRTUAIS PARA O ENSINO DE VOLUMES E POLIEDROS EQUIVALENTES	KALEF, Ana Maria MR; VOLTO, Bárbara G.; ROSA, Fernanda MC.	http://www.lematec.net.br/CDS/ENEM10/artigos/RE/T12_RE430.pdf	Matemática - Geometria	Artesanal
2012	19	Como trabalhar gráficos com aluno deficiente visual – Relato de experiência	DA SILVA FONTES, Adriana; CARDOSO, Flávia Aparecida Reitz; RAMOS, Felipe Veiga	http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/71/57	Matemática - Gráficos	Artesanal
2010	20	Origami modular, geometria espacial e deficiência visual	PONTES, Aline da Silva.	http://bd.centro.iff.edu.br/bitstream/123456789/514/3/Documentamento.pdf	Matemática	Artesanal
2012	21	Ensino de geometria para alunos com deficiência visual: análise de uma proposta de ensino envolvendo o uso de materiais manipulativos e a expressão oral e escrita	PEREIRA, Maíra Kelly da Silva.	http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2979	Matemática - Geometria	Artesanal
2007	22	O MAPA TÁTIL NO ENSINO DE GEOGRAFIA: ALGUMAS REFLEXÕES	SALVADOR, Diego Salomão C. de O.	http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Geografia/cartografia/mapa_tatil_ensino.pdf	Geografia - Mapa Tátil	Artesanal
2009	23	Mapas Táteis Padronizados e Acessíveis na Web	NOGUEIRA, Ruth Emilia.	http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Geografia/cartografia/mapas_tateis_web.pdf	Geografia - Mapa Tátil	Papel microcapsulado
2013	24	MOLÉCULA DE DNA ADAPTADA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: ELABORAÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE RECURSO DIDÁTICO	PAULINO, AL de S.; TOYODA, CRISTINA YOSHIE		Química - DNA	
2006	25	A tabela periódica: um recurso para a inclusão de alunos deficientes visuais nas aulas de química	BRITO, Lorena Gadelha de Freitas	http://www.repositorio.ufrn.br:8080/ispui/bitstream/123456789/16021/1/LorenaGFB.pdf	Química Tabela Periódica	Artesanal

2011	26	Fundamentos epistemológicos da inclusão social e educacional dos deficientes visuais: estudo de funções a partir de um tabuleiro perfurado.	BANDEIRA, Salete Maria Chalub et al.	http://www.nutes.ufri.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1011-1.pdf	Matemática - Funções	Artesanal
2011	27	O Ensino de Modelos Atômicos a deficientes visuais	RAZUCK, R. C. S. R.; GUIMARÃES, Loraine Borges; ROTTA, Jeane Cristina.	http://www.nutes.ufri.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0048-1.pdf	Química - Modelos Atômicos	Artesanal
2018	28	ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATRIZES E HIDROCARBONETOS PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL: UMA PROPOSTA DE RECURSO DIDÁTICO	DE MOURA MALHEIROS, Fernanda; DE MELLO, Magna Tatiane Machado Pomina; RODRIGUES, Graciela Fagundes..	https://publicacoeseventos.uuiui.edu.br/index.php/feiramatematica/article/view/9100/7862	Química - Matrizes e Hidrocarbonetos	Artesanal
2013.	29	Inclusão no Ensino de Química: desenvolvimento e diagnóstico de um recurso didático inclusivo para o estudo das transformações gasosas	DE FREITAS FILHO, João R.; DOS SANTOS, Vanúbia Pontes. Inclusão no Ensino de Química: desenvolvimento e diagnóstico de um recurso didático inclusivo para o estudo das transformações gasosas.	https://rigs.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7535/5735	Química - Transformações Gasosas	Artesanal
2016	30	AS PAISAGENS TÁTEIS ENQUANTO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE GEOGRAFIA.	RIBEIRO, Marta Foepfel et al.	http://www.latic.uerj.br/revista/ojs/index.php/aproximando/article/view/114/115	Geografia	Artesanal
2013	31	Uso da taxidermia como recurso no ensino de ciências para alunos com deficiência visual	ARANTES, Letícia Gobbi; DIAS, Raphael Igor da Silva Corrêa	http://repositorio.uniceub.br/handle/235/6520	Ciências	Taxidermia
2016	32	FABRICAÇÃO DIGITAL PARA AUXILIAR NO ENSINO-APRENDIZADO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: ESTUDO DE CASO DOS SISTEMAS NANOESTRUTURADOS	POHLMANN, Mariana et al.	http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/fabricao-digital-para-auxiliar-no-ensino-aprendizado-de-alunos-com-deficiencia-visual-estudo-de-caso-dos-sistemas-nanoestruturados-24440	Química	Fabricação Digital Impressão 3D

2018	33	O uso de materiais adaptados para o ensino da matemática para estudantes com deficiência visual.	NEVES, Carla Nascimento; MAIA, Regina Maria da Costa Smith.	http://200.19.105.203/index.php/boem/article/view/11862/8960	Matemática	Artesanal
2016	34	Material didático para inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas práticas sobre o processo de cicatrização	OLIVEIRA, Flávia Márcia et al.	http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/1216/480	Ciências	Artesanal
	35	ENSINO DE QUÍMICA PARA ALUNOS COM CEGUEIRA E BAIXA VISÃO: UMA PROPOSTA DE RECURSO DIDÁTICO ADAPTADO PARA O CONTEÚDO DE ÁCIDO-BASE	OLIVEIRA, Rafael Monteiro et al.	https://editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD4_SA1_0_ID5933_24082017123403.pdf	Química	Artesanal
2014	36	DOIS RECURSOS DIDÁTICOS PARA A INTRODUÇÃO AO ENSINO DE SISTEMAS NUMÉRICOS PARA O ALUNO COM DEFICIÊNCIA VISUAL	KALEFF, Ana Maria MR; DE OLIVEIRA, Matheus Freitas; DA SILVA CORDEIRO, Ana Eliza.	https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35428965/RE_AnaKaleff_AnaMath.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1541643907&Signature=GAeKO5RLmU5euTeBAaG0j8hSq44%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DDOIS_RECursos_DIDATICOS_PARA_A_INTRODUCA.pdf	Matemática	Artesanal
	37	PRODUÇÃO DE MAQUETES TÁTEIS COMO RECURSO DIDÁTICO E METODOLÓGICO NA GEOGRAFIA	ARAÚJO ¹ , Alessandra Santos; DA SILVA, Josué Pereira.	https://editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD1_SA1_0_ID7582_16102017201813.pdf	Geografia	Artesanal
2015	38	TABULEIRO DAS EXPRESSÕES: UM AUXILIADOR NO ENSINO DA MATEMÁTICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUA	DE ANDRADE TOSTES, Talita	http://tede.unigranrio.edu.br/bitstream/tede/270/5/Talita%20de%20Andrade%20Tostes.pdf	Matemática	Artesanal

2017	39	EXPERIMENTOS ADAPTADOS PARA ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA VISUAL	HALLAIS, Sofia Castro et al	http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/4509/2535	Ciências	Artesanal
2016	40	Estudo sobre a percepção acerca de aspectos geomorfológicos da paisagem pelo indivíduo com deficiência visual.	OLIVEIRA, Talitha Tomazetti Ribeiro de et al	https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/11961/DISPPGGEOGRAFIA_2017_OLIVEIRA_TALITHA.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Geografia	Artesanal
2017	41	RECURSOS DIDÁTICOS COMO COMPLEMENTO AO ENSINO DE BIOLOGIA PARA PROFESSORES COM DEFICIÊNCIA VISUAL: um estudo de caso	FLORES, Andrezza Santos; ESCOLANO, Angela Coletto Morales; DORNFELD, Carolina Buso.	http://www.periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdespesquisa/article/view/5778	Ciências da Natureza Fotossíntese Célula Vegetal Célula Animal	Artesanal
2010	42	ATIVIDADE INTEGRADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO: UMA EXPERIÊNCIA COM O ENSINO DE PLANO CARTESIANO PARA ALUNOS COM CEGUEIRA TOTAL SIMULADA	Costa et al, Ailton	https://www.researchgate.net/profile/Ailton_Costa/publication/51986631_ATIVIDADE_INTEGRADA_DE_ENSINO_PESQUISA_E_EXTENSAO_UMA_EXPERIENCIA_COM_O_ENSINO_DE_PLANO_CARTESIANO_PARA_ALUNOS_COM_CEGUEIRA_TOTAL_SIMULADA/links/5b2a532caca27209f3761315/ATIVIDADE-INTEGRADA-DE-ENSINO-PESQUISA-E-EXTENSAO-UMA-EXPERIENCIA-COM-O-ENSINO-DE-PLANO-CARTESIANO-PARA-ALUNOS-COM-CEGUEIRA-TOTAL-SIMULADA.pdf	Matemática	Artesanal
2014	43	ESTRELARIUM: PERMITINDO O ACESSO DE DEFICIENTES VISUAIS À ASTRONOMIA	SIQUEIRA, Jéssica	http://bdm.unb.br/bitstream/10483/8128/1/2014_JessicaCarolineDiasSiqueira.pdf	Física - Astronomia	Artesanal
2013	44	ENSINO DE GEOGRAFIA E A INCLUSÃO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL	DE SENA, Carla CRG. e Waldirene, CARMO	http://www.memorialdainclusao.sp.gov.br/ebook/Textos/Waldirene_Ribeiro_do_Carmo.pdf	Geografia	Termoformagem

2012	45	A Utilização de Materiais Didáticos no Ensino de Atomística para Deficientes Visuais: o Modelo de Thomson e a Ampola de Crookes	FALCÃO, Nathália Kellyne Silva Marinho; DE RESENDE FILHO, João Batista Moura.	https://rigs.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7839/5564	Química	Artesanal
2017	46	Citologia em sala de aula: um modelo celular pensado para todos.	DE SOUZA, Edilaine Morais; MESSEDER, Jorge Cardoso	http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0082-1.pdf	Ciências da Natureza	Artesanal
2014	47	O ensino de Geografia para alunos com deficiência visual: novas metodologias para abordar o conceito de paisagem.	ARRUDA, LMS.	http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16198/1/EnsinogeografiaAlunos.pdf	Geografia	Artesanal
2013	48	Materiais alternativos no ensino de química para alunos com e sem deficiência visual	PAES, Rosana da Gama.	http://bd.centro.iff.edu.br/bitstream/123456789/961/3/Documento.pdf	Química	Artesanal e termoformagem
	49	O USO DE RECURSOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL	DA SILVA RUFINO, José Antônio e MARTINS, Geovana do Socorro Vasconcelos.	http://www.editorarealize.com.br/revistas/cintedi/trabalhos/TRABALHO_EV110_MD1_SA6_ID574_02062018135857.pdf	Química	Artesanal
	50	CONSTRUÇÃO DE UM MODELO TÁTIL COMO FERRAMENTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM DAS LEIS DE MENDEL	NETO, Monique Freitas; AGUM, Fernanda Serafim; NETO, Michelle Maria Freitas	http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV073_MD4_SA10_ID4195_10092017195714.pdf	Ciências da Natureza Genética	Artesanal
2017	51	ADAPTAÇÕES TÁTEIS DE MODELOS ATÔMICOS PARA UM ENSINO DE QUÍMICA ACESSÍVEL A CEGOS	FREITAS-REIS, Ivoni et	https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/14_adaptacoes_tateis_de_modelos_atomicos.pdf	Química	Artesanal

2013	52	O Modelo Molecular Adaptado e o desenvolvimento da noção da Tridimensionalidade.	SCALCO, Karina Caixeta et al.	https://riqs.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/view/7880/5597	Química	Artesanal
	53	MUDANÇAS DE ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA: FUSÃO, VAPORIZAÇÃO, CONDENSAÇÃO, SOLIDIFICAÇÃO E SUBLIMAÇÃO, PARA DEFICIENTES VISUAIS	VIEIRA, Maysa Ramos; DE SOUSA, Lígio Josias Gomes; SILVA, Jacqueline Veríssimo Ferreira.	http://editorarealize.com.br/revistas/cintedi/trabalhos/Modalidade_1datahora_03_11_2014_00_21_40_idinscrito_3839_27431d1e21b26b67c008132a424415c3.pdf	Ciências	Artesanal
2013	54	Bingo Químico em Braille.	DRESCHER, Carine Fernanda; OLIVEIRA, Julieta Saldanha; DA SILVA FERNANDES, Liana.	https://portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7553/5795	Química	Artesanal
2017	55	O ENSINO DA PRIMEIRA LEI DE MENDEL: UMA PROPOSTA MULTISSENSORIAL PARA INCLUSÃO DE ESTUDANTES COM BAIXA VISÃO	SANTOS DE CERQUEIRA, Bruno Rafael et al.	https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/82_-_O_ensino_da_Primeira_Lei_de_Mendel.pdf	Ciências da Natureza Genética	Artesanal
2014	56	Modelos anatômicos com recurso didático em aulas práticas de ciências e biologia	FIGUEIRÓ, João Paulo de Souza; ROTHE, Sirlei Rosemeri.	https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/38101/TCC%20Joao%20Paulo%20S%20Figueiro%20e%20Sirlei%20R%20Rothe.pdf?sequence=1	Ciências da Natureza	Moldagem em Gesso e Resina
2018	57	Elaboração de Mapas Táteis como Recurso Inclusivo para Aulas de Geografia	CASTANHO, Roberto Barboza; DE CARVALHO, Victor Matheus da Cruz; SANTOS, Gabriel Fernandes	http://saber.unioeste.br/index.php/pgeografica/article/view/20766/13350	Geografia	Artesanal
2018	58	O ENSINO DE QUÍMICA EM UMA PERSPECTIVA INCLUSIVA: PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO CURRICULAR PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO DOS MODELOS ATÔMICOS	COSTA, Josinaldo Maranhão da.	https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/4468/1/JMC10072018.pdf	Química	Artesanal
2015	59	MAPAS TÁTEIS COMO RECURSOS DIDÁTICOS-SUPORTE PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS AOS ALUNOS COM DEFICIÊNCIA	HEINZEN, Valdete Aparecida et al. alunos com deficiência visual.	http://ri.ufmt.br/handle/1/272	Ciências	Artesanal

		VISUAL	2015			
2016.	60	MATERIAL MANIPULÁVEL DE GEOMETRIA PARA ESTUDANTES CEGOS: REFLEXÕES DE PROFESSORES BRAILISTAS	DA SILVA, Mayra Darly; DE CARVALHO, Liliâne Maria Teixeira Lima; DOS SANTOS PESSOA, Cristiane Azevêdo.	https://www.researchgate.net/profile/Liliane_Carvalho/publication/311925014_MATERIAL_MANIPULAVEL_DE_GEOMETRIA_PARA_ESTUDANTES_CEGOS_REFLEXOES_DE_PROFESSORES_BRILISTAS_GEOMETRY_MANIPULABLE_MATERIAL_FOR_BLIND_STUDENTS_REFLECTIONS_OF_BRAILLE_TEACHERS_OF_STATE_NETWORK_OF_PERNAMBOLINKS/5863146b08ae329d6201bfd7/MATERIAL-MANIPULAVEL-DE-GEOMETRIA-PARA-ESTUDANTES-CEGOS-REFLEXOES-DE-PROFESSORES-BRAILISTAS-GEOMETRY-MANIPULABLE-MATERIAL-FOR-BLIND-STUDENTS-REFLECTIONS-OF-BRAILLE-TEACHERS-OF-STATE-NETWORK-OF-PERNAMB.pdf	Matemática Geometria	Artesanal
2018	61	Placa de Resolução de Equações do Primeiro Grau: um material didático para o ensino de cegos	MOLLOSSI, Lui Fellippe da Silva Bellincantta; DE AGUIAR, Rogério; MORETTI, Mércles Thadeu	http://revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/11861/8601	Matemática	Artesanal
2005	62	ENSINO DE QUÍMICA: PROPOSIÇÃO E TESTAGEM DE MATERIAIS PARA CEGOS	LOURENÇO, Ilza Mara Barros; MARZORATI, Liliana.	http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p143.pdf	Química	Artesanal

	63	DESCOBRINDO OS TECIDOS VEGETAIS MICROSCOPIA-MACROSCÓPICA: UMA ABORDAGEM SENSORIAL DE BOTANICA PARA DEFICIENTES VISUAIS	COSTA, CAMILA EVANGELISTA DOS SANTOS.	http://www.decb.uerj.br/arquivos/monografias/Monografia%20da%20Camila%20Evangelista%20Dos%20Santos%20Costa-%20BiologiaUERJ.pdf	Ciências da Natureza - Botânica	Artesanal
2013	64	Desenvolvimento de kit didático para reprodução tátil de imagens visuais de livros de física do ensino médio.	TORRES, Josiane Pereira et al.	https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3121/4960.pdf?sequence=1	Física	Artesanal
2012	65	Ensino de química para alunos cegos: desafios no ensino médio.	ARAGÃO, Amanda Silva et al	https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/3111/4705.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Química Modelos atômicos	
2012	66	Artefatos Tátil-visuais e Procedimentos Metodológicos de Ensino de Física para Alunos com e sem Deficiência Visual: Abordando os Fenômenos Presentes na Fibra Óptica e em Espelhos Esféricos	CAMARGO, EP de et al.	http://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/402	Física	Artesanal
2011	67	MATERIAIS E REFERENCIAL TEÓRICO PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA PARA ALUNOS COM E SEM DEFICIÊNCIA VISUAL	PUPO, Paulo Durval et al.	https://www2.fc.unesp.br/encine/documentos/atividadesexperimentais/2011/2011-1-materiais-e-referencial-teorico-para-o-ensino-de-fisica-moderna-para-alunos-com-e-sem-deficiencia-visual.php	Física	Artesanal
2017	68	A TABELA PERIÓDICA COMO TECNOLOGIA ASSISTIVA NA EDUCAÇÃO EM QUÍMICA PARA DISCENTES CEGOS E COM BAIXA VISÃO	SILVA, Rodrigo Pedroso da et al	http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/2795/5/CT_PPFCE_T_M_Silva%20Rodrigo%20Pedroso%20da_2017.pdf	Química Tabela Periódica	Fabricação Digital Corte a laser
2009	69	Cartografia tátil escolar: experiências com a construção de materiais didáticos e com a formação continuada de professores	CARMO, Waldirene Ribeiro do.	http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-08032010-124510/pt-br.php	Geografia	Artesanal Termoformagem

2016	70	OBJETO DE APRENDIZAGEM HIPERLIGADO COM MATERIAIS MANIPULÁVEIS PARA O ENSINO DE GEOMETRIA ESPACIAL PARA ALUNOS COM BAIXA VISÃO NA EDUCAÇÃO BÁSICA	Mendes Júnior, Josino Lucindo	https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5999	Matemática Geometria	Artesanal
2016	71	UM ESTUDO PARA ELABORAÇÃO DE ATLAS MUNICIPAL NA PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA INCLUSIVA: O ATLAS ADAPTADO DO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS	RÉGIS, Tamara de Castro et al.	https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/168016	Geografia	Artesanal
2016	72	ALTERNATIVAS PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE ALUNOS COM BAIXA VISÃO: O ENSINO DE CINEMÁTICA ESCALAR	MACHADO, Jaqueline Dos Santos Gomes.	http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNIP_347319446cca48366de756aa36b7d56d	Física	Artesanal
2014	73	Gráficos táteis para ensinar Geografia.	ANDRADE, Leia de et al.	https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/128850/328485.pdf?sequence=1&isAllowed=y	Geografia	Artesanal
2016	74	Processo de design para um objeto de aprendizagem tangível	SILVA, Isomar Lima da	https://bdtd.ufam.edu.br/bitstream/tede/5455/5/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-Isomar%20L.%20Silva.pdf	Matemática Trangram	Artesanal Sistema
2017	75	O ENSINO DE VERMINOSES PARA ALUNOS CEGOS DO ENSINO FUNDAMENTAL COM A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS TRIDIMENSIONAIS	MATOZINHOS, Camila Ribeiro de.	http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/9530	Ciências da Natureza	Artesanal
2017	76	Ensino de história para cegos: investigando práticas com uso da iconografia	LEÃO, Gabriel Bertozzi de Oliveira et al.	http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05072017-153235/pt-br.php	História	Artesanal

APÊNDICE C
Roteiros das Entrevistas Semiestruturadas
ROTEIRO PARA INSTITUIÇÃO DE AUXÍLIO

Apresentação da autora

Nome, curso, explicação sobre o tema do trabalho e objetivos.

Apresentação do entrevistado

Solicitação de uma breve apresentação das profissionais.

1. Quais são os tipos de atendimentos desenvolvidos pela instituição?
2. Qual é a faixa etária atendida?
3. Os encaminhamentos são realizados pela rede pública de saúde, escola, família, ou outros?
4. Como é realizado cada tipo de atendimento?
5. São utilizados dispositivos de auxílio durante os atendimentos? Quais?
6. Algum dos dispositivos utilizados apresenta maior aceitação perante os usuários?
7. O(A) senhor(a) saberia/poderia dizer o motivo (ou em que situações) ocorre essa aceitação/preferência?
8. É possível verificar a compreensão de um conceito com maior facilidade conforme o aluno utiliza um dispositivo que explora mais o tato ou a audição?
9. Quais disciplinas mais demandam auxílio de dispositivos complementares específicos para compreensão dos conteúdos?
10. Como educador, entre os dispositivos disponíveis atualmente; Quais você acredita que cumprem com maior eficiência a sua função?
11. Existem conteúdos específicos que tem recorrente demanda de auxílio, porém, não são contemplados pelos dispositivos disponíveis atualmente?
12. A instituição elabora materiais de auxílio para as escolas utilizarem nas salas de recursos multifuncionais?
13. Quais são os materiais disponibilizados? E quais os critérios para desenvolvimento ou escolha dos itens?

ROTEIRO PARA ENTREVISTA CENTRO DE APOIO PEDAGÓGICO (CAP)

Apresentação da autora

Nome, curso, explicação sobre o tema do trabalho e objetivos.

Apresentação do entrevistado

Solicitação de uma breve apresentação das profissionais.

1. Como as demandas para material de auxílio chegam até o CAP?
2. Qual é o público atendido?
3. Qual a faixa etária?
4. Quais tipos de materiais o CAP desenvolve?
5. O CAP segue alguma norma para desenvolvimento dos produtos?
6. Quais são os materiais utilizados para confecção?
7. São utilizados equipamentos na produção? Quais?
8. Qual o tempo médio para confecção de cada produto?
9. Existe uma divisão para padronização dos materiais desenvolvidos? (Por série, conteúdo, ou faixa etária das crianças que serão atendidas)
10. Existem disciplinas do currículo escolar para as quais ocorre maior demanda de desenvolvimento de materiais de auxílio? Quais?
11. Existem conteúdos específicos que tem recorrente demanda de auxílio, porém, não são contemplados pelos materiais desenvolvidos atualmente?
12. Como é verificada a eficiência do material desenvolvido? Existe algum tipo de retorno dos usuários (alunos, educadores)?

ROTEIRO PARA ENTREVISTA DOS EDUCADORES

Apresentação da autora

Nome, curso, explicação sobre o tema do trabalho e objetivos.

Apresentação do entrevistado

Solicitação de uma breve apresentação das profissionais.

1. Quais são as principais dificuldades dos alunos com deficiência visual na sala de aula comum?
2. O atendimento no AEE ocorre por demanda do próprio aluno, encaminhamento do professor da sala comum ou encaminhamento da supervisão?
3. Como é realizado cada tipo de atendimento na sala de recurso?
4. (O aluno informa previamente o conteúdo para o qual necessita de atendimento)
5. Quais disciplinas mais demandam auxílio de recursos complementares específicos para compreensão dos conteúdos?
6. Existem conteúdos específicos que tem recorrente demanda de auxílio, porém, não são contemplados pelos recursos disponíveis atualmente?
7. Existe algum conteúdo para o qual você sugeriria o desenvolvimento de um recurso didático?
8. Na sua opinião. Qual seria a melhor maneira de desenvolver a adaptação dos conteúdos?
(Explicação em Braille, termoformagem, explicação em áudio, maquete tátil ou modelo tridimensional)
9. Quais dos recursos que compõem as listas de materiais que devem estar disponíveis aos alunos a sua sala de recurso possui? (Completar na tabela de itens)
10. Entre esses recursos, quais você mais utiliza nas suas aulas?
11. Algum dos recursos utilizados apresenta maior aceitação perante os usuários?
12. Como educador, entre os recursos disponíveis atualmente; Quais você acredita que cumprem com maior eficiência a sua função?
13. Você considera útil o desenvolvimento de um recurso tridimensional para auxiliar o ensino dos conteúdos onde são utilizadas imagens para complemento da explicação?
14. Caso fosse desenvolvida uma maquete tátil ou um modelo tridimensional, você julga necessária a inserção de explicação adicional em Braille, áudio ou outra forma? Qual?

ROTEIRO PARA ENTREVISTA DOS ESPECIALISTAS

Apresentação da autora

Nome, curso, explicação sobre o tema do trabalho e objetivos.

Apresentação do entrevistado

Solicitação de uma breve apresentação das profissionais.

1. Para você qual é a importância do desenvolvimento de recursos didáticos adaptados para as crianças com deficiência visual?
2. Quais você pensa que são os maiores desafios no desenvolvimento desses recursos?
3. Você acredita que a inserção de tecnologias tridimensionais pode auxiliar e aprimorar o desenvolvimento de recursos didáticos?
4. Caso fosse desenvolvido um modelo tridimensional, você julga necessária a inserção de explicação adicional em Braille, áudio ou outra forma? Qual?

APÊNDICE D

TRANSCRIÇÕES TRECHOS PRINCIPAIS DAS ENTREVISTAS

Associação Catarinense de Integração dos Cegos - ACIC

Entrevistadas:

1) Professora

2) Coordenadora do setor responsável pelo atendimento às crianças e adolescentes

1. Quais são os tipos de atendimentos desenvolvidos pela instituição?

Na parte infantil: estimulação visual, estimulação multissensorial, elaboração conceitual e letramento no braille, a psicomotricidade, orientação mobilidade, sorobã, informática, atividades da vida diária e psicologia infantil.

2. Qual é a faixa etária atendida?

Infantil: 0 a 14 anos

CRPC - Centro de Reabilitação Profissionalização e Convivência - Acima de 14 anos.

3. Os encaminhamentos são realizados pela rede pública de saúde, escola, família, ou outros?

Ambos

4. Como é realizado cada tipo de atendimento?

Estimulação Multissensorial e Visual: A Visual vai trabalhar a criança com baixa visão. Vai trabalhar o uso desse resíduo visual. E a multissensorial pode atender também crianças cegas e vai trabalhar todos os outros sentidos remanescentes que ela tem.

Elaboração Conceitual e Letramento: Crianças maiores de 6 a 14 anos, só com cegueira. Vai trabalhar os conceitos que a criança que enxerga aprende pelo ato da imitação. Ela vê, copia e aprende, muitas coisas são naturais, mas para a criança cega tem que ser verbalizada, mostrada. Porque ela não tem acesso. Então, esses conceitos vão desde conceitos básicos até iniciação do braille. A alfabetização em si, que vai acontecer junto com o ensino regular.

A psicomotricidade [...]

Atividades da Vida Diária [...]

Orientação e Mobilidade [...]

Soroban, que é um aparelho de cálculo que a criança inicia antes contatos com os conceitos numéricos de números e quantidade, conceitos de grandeza, de seriação, classificação. Depois já começa com a questão dos números, das unidades, dezenas, centenas, ordem posicional, ordem relativa, valor absoluto. Todos os conteúdos do ensino regular da construção de números e da ideia de matemática. Depois começa

fazer as operações, tendo formado todos esses conceitos. O que juntar, o que é tirar, o que é dividir. Ela vai começar a utilizar as técnicas para fazer as operações, porque o sorobã nada mais é do que um rascunho de quem enxerga a técnica, que monta a conta no caderno para executar, a criança com deficiência visual monta ali naquele aparelho como se fosse um abaco. E ela vai executar as operações ali. Ele não é uma máquina de calcular. A criança que vai ter que raciocinar e fazer as operações.

6. Algum dos dispositivos utilizados apresenta maior aceitação perante os usuários?

Na verdade, a criança cega, ela é tão diversificada nas suas escolhas, quanto uma pessoa que enxerga. Nós temos crianças cegas que aceitam mais uma coisa, outras crianças cegas que aceitam mais outras, porque não é a cegueira que vai botar todas em um padrão. Nós temos algumas que gostam muito da tecnologia, mais do que os outros recursos. Então, vai depender da personalidade da criança. Tem umas que se identificam mais com a matemática, outras se identificam mais com as humanas, gostam de ler. Uns gostam de xadrez, outros já gostam de jogar jogos eletrônicos, jogos no computador. Então, antes de eles serem cegos, eles são indivíduos e como todos os indivíduos, cada um tem uma habilidade maior em uma área.

7. O(A) senhor(a) saberia/poderia dizer o motivo (ou em que situações) ocorre essa aceitação/preferência?

É como eu te falei. Não tem como a gente padronizar as crianças cegas. Alguns vão gostar mais de uma coisa que tem mais informação tátil, como o jogo de xadrez, que está todo ali. É todo físico. Outras vão gostar mais de um jogo no computador que não é tátil, é sonoro. É muito da personalidade de cada um. Não tenho como padronizar e dizer que eles aceitam mais o que é tátil, ou o que é sonoro, ou que eles aceitam mais isso ou aquilo. Cada indivíduo é único nas suas escolhas, nas suas habilidades, nas suas preferências. Não tem como padronizar.

A gente apresenta todos os recursos, ele vai daqui a pouco optar por aquele que mais o agrada. Principalmente na questão do entretenimento, da brincadeira, porque alguns gostam de ler bastante o braille, outros já gostam de ler no celular, outros já passaram pela leitura braille e agora já gostam de ler mais no celular, porque é mais rápido. Então, em relação às escolhas é muito de cada um e da etapa onde cada um se encontra.

8. É possível verificar a compreensão de um conceito com maior facilidade conforme o aluno utiliza um dispositivo que explora mais o tato ou a audição?

Às vezes é um erro as pessoas pensarem que a criança cega gosta muito de coisas que tem som, ou que tenha tato, ou que tem que ser só com tátil, mas na verdade são sentidos que ela vai passar para explorar. Vai ter que explorar todos. Na própria elaboração conceitual e estimulação visual vão ser estimulados todos os sentidos, mas a criança cega não fica só nisso. Ela abstrai isso tudo também. Tem um momento que ela vai abstrair isso tudo e vai ter o conceito dela formado, sem precisar estar a referência tátil, em algum momento estar a referência auditiva. Ela consegue ampliar esse horizonte dela para além disso.

9. Quais disciplinas mais demandam auxílio de dispositivos complementares específicos para compreensão dos conteúdos?

Tem muitas disciplinas. Não só a geografia, a ciência, a química. Um exemplo assim, vamos trabalhar as células, a questão gestacional que aparece as fases do feto. Nada disso é tranquilo de ser adaptado para a pessoa cega. Nem sempre têm acesso a isso

adaptado né. Muitas vezes ou vai ser descrito ou vai ser tentando fazer uma adaptação com texturas, com material mesmo feito manualmente.

E se a gente for pensar tem muitas coisas que fica essa lacuna em relação a informação, quando é muito visual nos livros. Pra criança que enxerga é muito tranquilo apresentar um livro didático todo colorido, todo cheio dessas informações visuais. E a criança cega muito pouco adaptada em relação à isso.

Mas o problema maior pega lá no ensino fundamental. Onde já não é mais uma figura ilustrativa, é uma figura que complementa o conteúdo.

10. Como educador, entre os dispositivos disponíveis atualmente; Quais você acredita que cumprem com maior eficiência a sua função?

É como eu mesmo falo. Não tem um que cumpre sozinho, não tem um que substitua o outro. Eles são uma junção de tudo. Como pra criança que enxerga também. Ela não deixa de escrever em tinta, porque o computador chegou. Ela não deixa de usar o caderno, porque tem o tablet. As coisas vão agregando né, elas não vão substituindo umas às outras.

11. Existem conteúdos específicos que tem recorrente demanda de auxílio, porém, não são contemplados pelos dispositivos disponíveis atualmente?

A maioria dele, muitos deles precisa construir. Se você vai trabalhar com conteúdos que saem só do texto para informações muito visuais. Eles acabam precisando ser adaptados. Por exemplo, tu vais trabalhar uma célula humana, lá em biologia. Como que a criança cega vai saber como que é uma célula. Para a criança que enxerga já tá ali no livro didático o desenho, a figura. Então, tudo que sai um pouco da parte textual. Ou é feito através de descrição. Nos livros didáticos geralmente o transcritor descreve aquele desenho, ou é tentado fazer, pensando na melhor das hipóteses, se o professor for dedicado ou se tiver um CAP que faça, ou se tiver um familiar que consiga fazer. É feito uma adaptação. Então, qualquer conteúdo que saia muito da parte teórica e vá para a parte prática, para a parte que para a criança que enxerga no livro está muito presente, para a criança cega demanda de uma adaptação sim.

12. A instituição elabora materiais de auxílio para as escolas utilizarem nas salas de recursos multifuncionais?

Não. Quem faz é o CAP.

Professor da Sala de Recurso (1)

Conversa inicial

E aí os materiais. Hoje a gente tem uma dificuldade grande, que o braille ele está sendo cada vez menos usado pelos alunos. E muitos deles chegam com essa defasagem. A adaptação é excluir, substituir a parte gráfica por questões objetivas, descritivas. Então, o aluno chega num ensino médio sem uma familiaridade com a leitura tátil. Aí eu chego e apresento um gráfico em alto relevo, por exemplo, o gráfico de uma função e ele não teve esse aprendizado de leitura gráfica. A mesma coisa com os mapas. Se eu peço um mapa em alto relevo e entrego pra uma pessoa que não tenha familiaridade com a leitura de gráficos. Ela vai ter o gráfico na sua frente, mas não vai conseguir entender, porque ela vai ver muitos riscos mas não vai conseguir interpretar esse mapa. Então, a gente precisaria que isso fosse trabalhado desde o ensino fundamental, os mapas, gráficos mais simples e etc. Para que quando chegasse no ensino médio, quando eu fosse trabalhar função com esse aluno, outras questões, a própria geometria analítica ou mesmo a geometria plana, espacial. O aluno teria mais facilidade de entender, principalmente aquele aluno que nasceu cego [...].

Alguém que nunca enxergou vai fazer as suas referências por meio das suas experiências táteis. Se ele não teve uma experiência tátil de pegar um triângulo na mão, um quadrado, um retângulo, ou mesmo sólidos geométricos, um prisma, um tetraedro e etc. Vai ficar muito difícil para explicar somente através da comunicação verbal [...].

Então, o que a gente procura fazer lá na sala de recursos, ter esses materiais. Tanto a parte gráfica em alto relevo, quanto os materiais da geometria plana, geometria espacial, materiais que possibilitem que o aluno realmente entenda [...].

Ele poder ter essa experiência tátil e conseguir realmente entender o conteúdo. Então, isso é um pouco do que a gente faz. Ali ele vai ter um atendimento individual, diferente do professor em sala de aula que vai estar com toda turma e às vezes tem uma dificuldade maior. Cada professor, a gente sabe, tem as suas características, como qualquer profissão. Mas ali na sala de recursos a gente tem a possibilidade de pegar a mão do aluno, mostrar o que é um eixo x, o que é um eixo y, mostrar uma reta, uma linha curva [...].

Eu vejo as impressoras 3D como um grande avanço, porque aí tu podes trabalhar desde a estimulação precoce. Crianças que são estimuladas de 0 a 6 anos, para elas poderem ter esse contato que elas não tem. O contato com o mundo através da visão. Porque se elas moram em uma família que não prioriza, que a criança fica praticamente só no sofá ouvindo televisão e rádio. E quando a família sai ninguém mostra, ninguém pega a mão da criança: “Isso aqui são árvores, isso aqui é a grama, isso aqui é um banco. Isso que vocês estão ouvindo é o som dos passarinhos. Para apresentar o mundo para essa criança, porque a criança que enxerga ela vai seguir o que os adultos fazem [...].

Uma criança que nasceu em Porto Alegre, por exemplo, que não tem muito contato. Mesmo aquelas crianças que não tem deficiência. Tu fala de um cavalo, até elas veem na TV, mas para uma criança cega como tu explica o que é um cavalo? O que é uma galinha. Sem ela

tocar. Uma criança que nasceu cega. Ela não vai ter como imaginar. Então, a impressão 3D ela vem muito para ajudar isso. Porque ali tu tem condições de imprimir “qualquer coisa”, um carro. Mostrar em um tamanho menor, mas guardando as proporções [...]

Porque hoje a tecnologia tem nos ajudado e muito. Os aplicativos de transporte compartilhado são um exemplo de sistemas inclusivos [...]

Quando tu fala em deficiência visual, tu tens que lembrar não só do cegos. Que em torno de 5% não enxerga nada, uma parte muito pequena. Boa parte mesmo dos cegos que legalmente é considerada cega a pessoa que enxerga até 5% no melhor olho. Essas pessoas, elas têm percepção de cor. E o baixa visão mais ainda. Pessoas com baixa visão se beneficiam muito com as diferenças de cores [...]

Na área de exatas, pelo uso excessivo do quadro, sem materiais, sem recursos que possibilitariam um entendimento melhor. Então, na área das humanas eu acho que é mais tranquilo. O professor manda texto, o aluno em capacidade de ler, seja no computador no celular. Mas na área das exatas é que reside o grande problema [...].

Química, Física, Matemática, Biologia é onde residem os maiores problemas [...]

Tem muito no papel, em alto relevo. Mas se tu conseguisse colocar isso em material impresso 3D. Acho que ficaria bem melhor. E aí tem vários né. A própria matemática né. Tem muita coisa que demandaria que tu não tem como só explicar verbalmente, tu tem que tocar no material, tem que sentir [...]

Eu acho que as maquetes dão uma ideia melhor. Pela tridimensionalidade né. Porque o material em alto relevo, para quem nunca enxergou tu conseguir fazer a relação. Tu conseguir visualizar aqui em perspectiva, na mão né. Como é que tu vais explicar uma bola só em alto relevo? Desenhado no papel. É diferente de tu pegar uma bola na mão né?! E assim são outras coisas. Um carro. Tu desenhar um carro em alto relevo é uma coisa. Agora, tu pegar um carrinho na mão, também é diferente. Então, as maquetes, elas têm maior facilidade de entendimento [...]

Vai depender da pessoa. Porque o Braille, como eu te falei. As pessoas tem muita dificuldade no braille [...]

As pessoas associam muito as pessoas cegas ao braille [...]

Hoje a gente tem que trabalhar muito com a questão da tecnologia. Hoje todo mundo praticamente tem um smartphone. Então, se tu conseguir ter um aplicativo. É muito mais fácil. Então, não é todo mundo. Tem muitas pessoas cegas que não leem braille. Então, não quer dizer porque é cego que lê Braille. Então assim, depende muito da pessoa. Eu acho que uma pessoa que tem uma boa leitura em braille, tem que ter uma apresentação, uma informação preliminar: “Mapa do Rio Grande do Sul”. E aí a pessoa vai começar a olhar os detalhes e ter mais informações em braille. Se é uma pessoa que não tem uma boa leitura do Braille, ela vai preferir em áudio. Sempre o ideal é que tu tivesse todos os recursos, mas isso nem sempre é possível [...]

O áudio vai ser um complementar. Se ele resolver estudar isso fora dali e não tiver o professor. Ele já teve as informações do professor, mas ele vai poder reforçar tendo o áudio explicando.

Aí fora da presença do professor, tu vai estudar, tu vai ler.
Ele vai poder fazer isso através do material e do áudio.

Em todo o início de ano a gente vê todas as novas matrículas, vê quem tem deficiência visual e a gente já procura os alunos, para se colocar à disposição, para eles saberem que tem a sala. O caso do aluno cego, vai demandar a produção de material. O aluno com baixa visão vai depender no nível de visão que ele tem, às vezes só um xerox ampliado já resolve. Outras vezes, tu vai depender de produzir material específico para ele.

A sala de recursos é um apoio. Ela não pode substituir como já houve em tempos passados, como já ocorreu. O professor tem que mandar o material. O aluno vai assistir a aula e ver o que ele consegue captar da explicação do professor. E depois, no turno inverso, a gente trabalha para reforçar essa parte. Claro que ele teria que ter um conhecimento prévio da leitura tátil, da leitura de gráficos, porque às vezes o que que tem que acontecer. Quando o aluno vai aprender função logarítmica, o próprio logaritmo, antes da parte gráfica eu tenho que fazer toda uma parte de pré-requisitos né.

Acho fundamental. Como tu vai explicar isso sem ter um material ali na mão para mostrar para a pessoa. Algumas coisas tu pode trazer ao vivo. Frutas, por exemplo, tu pega uma maçã para colocar na mão da criança, uma laranja, uma banana... Agora, tem frutas que são mais difíceis né, são de outras regiões. Como eu vou trazer uma jaca para mostrar para um aluno. A mesma coisa os animais né? Como é uma galinha, uma vaca, um cachorro. Normalmente, eles tem contato com gato e cachorro né, mais diretamente assim né.

Eu acho importantíssimo. Porque uma das grandes frustrações das pessoas cegas. E isso não é só aqui. É em qualquer lugar do mundo. É quando tu vai em um museu e tu não consegue tocar nas coisas. Tem obras que tu não pode tocar, pela questão de não poder estragar o material. Mas aí tu vais fazer o que no museu, se tu não consegue tocar. Então, tudo que tivesse um objeto 3D e tu pudesse tocar, para nós é o ideal né.

Professor da Sala de Recurso (2)

Apresentação

Conversa inicial

Porque assim, eu faço um desenho para eles. Depois que eu faço todo em relevo, eu olho pro lado e vou passar as mãos para ver se tem sentido. Se eu vou conseguir identificar, para que elas possam identificar aquilo. Mas antes delas identificarem. Se tu não monta uma imagem visual para eles. Eles não conseguem.

(Explicando que é necessário primeiro montar o conceito do objeto com os alunos, para que eles possam reproduzi-los os identificá-los em um desenho em relevo)

Quem já enxergou é mais fácil, mas quem nunca enxergou é mais difícil fazer esse tipo de trabalho.

Então, um recurso que eu tenho também aqui ó. Tu tá vendo aquele escorpião lá? (sobre uma representação de um escorpião feito por meio da colagens de papéis em texturas diversas e tons de amarelo escuro e marrom).

Aquilo eu fiz para uma menina que não está mais aqui.

A professora de ciências disse que cada aluno teria que apresentar um trabalho e era sobre um animal e ela escolheu exatamente um escorpião.

Então, que que eu fiz.

Isso aqui tudo que tu tá vendo ó. Para que que serve isso?

(Mostrando uma parte do armário contendo diversos animais em material polimérico.)

Para ela formar a imagem visual!

Então para ela formar a imagem visual, eu usei isso aqui.

Depois que ela trabalhou bastante o físico, que ela passou a mão nesse material concreto que ela identificou. Aí ela conseguiu identificar naquele lá (apontando o escorpião representado em papel).

Ela apresentou o trabalho no quadro e foi um sucesso! Mostrando as partes dele mostrando o que era o escorpião.

Esse aqui é o meu 3D!

(mostrando o brinquedo de polímero, uma imitação simplificada de um escorpião em uma escala ampliada)

Quando eu posso eu levo eles no pátio, para mostrar uma raiz por exemplo, para ter sentido

Eu comecei a alfabetizar em sala comum.

De uma maneira geral. É o professor da sala de aula se conscientizar que tem que dar o material para ser passado em braile.

A minha escola não serve de parâmetro.

(relata história de aluno que teve grande evolução e fala sobre o empenho dos professores com esse ano).

Mas a maior dificuldade é a não aceitação do professor em relação ao deficiente. Primeiro tu ouvia assim: "Tu trabalha com ele. Tu faz material. Tu ganha pra isso!"

É conscientizar a pessoa de ter aquele olhar diferenciado e tratar a pessoa como um ser humano na sala de aula.

Aqui na minha sala não tem problema!

(mostrando os materiais passados pelos professores para a adaptação).
Então, quando o professor passa a folha impressa para a turma, ou dá um trabalho no quadro.
Eles já tem pronto.

[...]

A aulas de geometria.
Quando tem gravura, eu uso meus “3D”
(se referindo às imitações de animais de brinquedo em polímero).

Em Biologia, por exemplo
(mostrando a representação de uma célula feita artesanalmente).

Eu vou tentando adaptar.
Eles querem saber o que é uma célula? Como é o desenho? Eles tem curiosidade. A professora falando, eles querem ver.
Então, eu tenho que montar, às vezes não dá tempo aqui.
Eu levo pra casa.
Se tivesse como agilizar o trabalho. Seria ideal.

Eu tenho uma certa dificuldade e para o meu aluno seria muito interessante, se fosse voltado para a parte de ciências.

[...]

Que nem o esqueleto. Eu montei um esqueleto aqui. As crianças faziam fila para vir olhar o esqueleto.

Os materiais disponíveis em sua maioria são mais para fases iniciais, como memória tátil, dominó. São utilizados em fase de pré-alfabetização em braile e depois os alunos passam para as atividades no computador.

[...]

Vai depender muito do aluno. Se tu der a imagem para um aluno que já está habituado com a leitura tátil, o modelo tridimensional já é suficiente para a formação da imagem visual.

Porque se tu estás dando um modelo tridimensional para ele e o professor tá falando.
Não é esse o objetivo? Preparar um material para que ele possa acompanhar uma aula, ou um tema dado por um professor. Se ele tem acesso a esse modelo tridimensional e o professor tá falando. Ele vai entender.

Indicaria a disponibilização de um material de auxílio em áudio para o estudo fora da sala.

Para todos os conteúdos que tu vai abordar em cima de uma imagem, seria interessantíssimo. Porque quando tu fala, sem oferecer isso aqui para ele (mostrando uma réplica de brinquedo de um animal).

Eu acho que se existisse essa possibilidade de ter esse tipo de material, eles só viriam a acrescentar. (sobre modelos tridimensionais)
Para eles entenderem mais. E seria um grande avanço, eu acho.
Porque daí sai do papel. Eu acho que eles se sentiriam até mais motivados.
Até o professor ter esse material. O professor de sala de aula, levar esse material emprestado e na sala, junto com os alunos, mostrar para eles. Para todos, não só para os alunos com deficiência visual. Só para esses deixar eles mexerem mais, manipularem, sentir.

Tem que testar os materiais antes de dar para eles. Se eu faço, e quando eu testo eu acho ruim. Eu nem dou para eles. Eu boto fora! Se tu não sente que aquela informação que tu construiu ali é importante. Eles também não vão conseguir sentir. Tem que se colocar no lugar deles.

Professor da Sala de Recurso (3)

Apresentação

Conversa inicial

Então, na sala comum, se tem algum aluno com algum tipo de deficiência ou altas habilidades. Eles fazem parte da sala de aula comum. E se tem um aluno deficiente em sala de aula. Nós temos um número menor de alunos na sala de aula, para atender esse aluno. Então, ficam em média 25 alunos em sala de aula [...]

Então, o professor comum trabalha nesse intercâmbio com a sala de recursos [...]

Eu como professora da sala de recursos. Eu passo o material para Braille, ou se são alunos de baixa visão eu amplio [...]

Então, a gente auxilia também nos trabalhos, mas eu não faço trabalho para eles. Eles que tem que fazer. Como professora da sala de recursos eu dou essa ajuda pros professores. Eu faço intercâmbio entre o aluno e o professor. Eu produzo o material e também dou uma ajuda pra eles, porque eles vem no turno inverso para receber essa ajuda. Mas não sou eu quem ensina a matéria, eu auxilio [...]

Uma aluna que é cega. Na sala de aula, ela vai absorver muito a parte teórica [...]

Então, a parte teórica ela absorve bem.

Mas as partes que tem cálculo. Na química, por exemplo. Tem coisas que que ela não consegue. Então, na sala de recursos eu tento dar uma ajuda. E na química eu ainda consigo mais, porque é a minha área. Na matemática, por exemplo, ela vem no turno da noite, que é o turno do professor que é formado em matemática. E aí ele ajuda ela na matemática. Mas assim, na sala de aula, ela consegue absorver quase tudo. Ela leva o material pra casa e aqui a gente dá um auxílio [...]

Na verdade quando tem essa parte que precisa ver para entender.

Nós temos algum material. Muito pouco.

Células desenhadas em braile e os mapas que ela pode tocar [...]

Se ela puder tocar. O que ela poder tocar. Eu acho que um 3D, ela ia sentir muito mais do que se ela fosse tocar um desses materiais que ela não consegue ver todas as partes. Porque esse material o que tem disponível eles tocam só aquilo que está em cima [...]

Então esse material que eu tenho aqui. Esse conteúdo de meiose e mitose.

Ela toca, mas ela vai tocar só por cima né. Daí se fosse tridimensional ela poderia sentir [...]

O professor me passa o conteúdo. Daí eu passo para eles, ou entrego para o professor Eu auxilio eles a fazerem as pesquisas, mas eu não faço para eles.”

O computador, a impressora em braile, o scanner, a impressora à laser [...]

É que eles não conhecem o tridimensional, mas eu acho que eles iam gostar [...]

Eu acho que se existisse essa possibilidade de ter esse tipo de material, eles só viriam a acrescentar. (sobre modelos tridimensionais)

Para eles entenderem mais. E seria um grande avanço, eu acho.

Porque daí sai do papel. Eu acho que eles se sentiriam até mais motivados.

Até o professor ter esse material. O professor de sala de aula, levar esse material emprestado e na sala, junto com os alunos, mostrar para eles. Para todos, não só para os alunos com deficiência visual. Só para esses deixar eles mexerem mais, manipularem, sentir [...]

APÊNDICE E

Itens disponíveis nas SRMs visitadas

(Segundo os professores de AEE)

Escolas

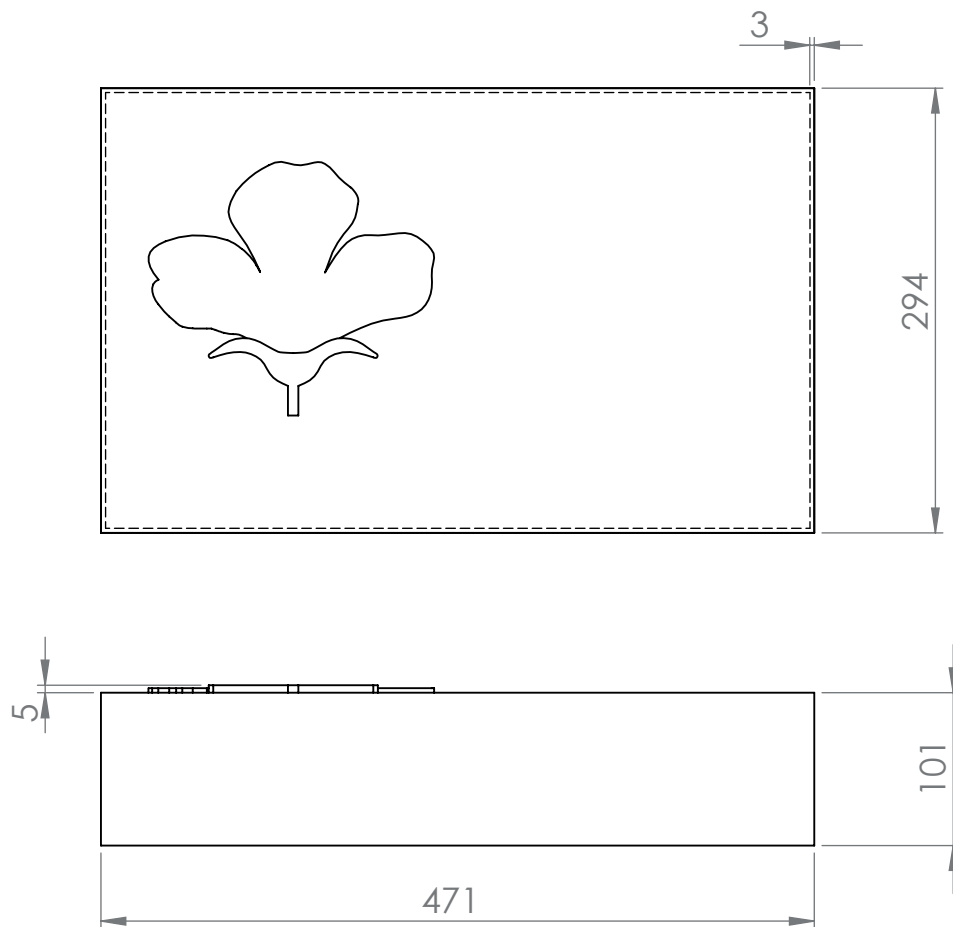
Colégio Estadual Dom João Becke(1)

Colégio Estadual Protásio Alves (2)

Escola Estadual de Ensino Fundamental Gonçalves Dias (3)

1	2	3		1	2	3	
X	X	X	Computador	X	X	X	Memória de numerais
	X	X	Notebook	X	X	X	Guia de assinatura
X	X	X	Impressora laser		X	X	Caixa tátil
X	X	X	Impressora multifuncional	X	X	X	Caixinha de números
X	X	X	Scanner	X	X	X	Dominó tátil
		X	Scanner com voz	X	X	X	Memória tátil
X	X	X	Fones de ouvido			X	Sacolão criativo
	X	X	Caderno com pauta ampliada		X	X	Esquema corporal
X	X	X	Punção		X	X	Guia de assinatura
X	X	X	Pacote de papel gramatura 120g	X	X	X	Reglete de mesa
	X	X	Software para produção de desenhos gráficos táteis	X		X	Reglete de bolso
X	X	X	Globo Terrestre Tátil			X	Bola com guizo
	X	X	Quebra cabeças sobrepostos	X	X	X	Bandinha rítmica
	X	X	Software para comunicação aumentativa e alternativa		X	X	Bengala dobrável
X			Impressora Braille		X	X	Alfabeto Braille
	X	X	Impressora Braille de pequeno porte	X	X	X	Soroban
X	X	X	Máquina de escrever em Braille	X	X	X	Material dourado
X	X	X	Kit de desenho geométrico adaptado		X	X	Prancheta para leitura
X	X	X	Lupa Individual	X	X	X	Calculadora Sonora
	X	X	Kit de lupas manuais	X	X	X	Lupa eletrônica

APÊNDICE F – Desenhos técnicos do Conjunto de Peças Individuais



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

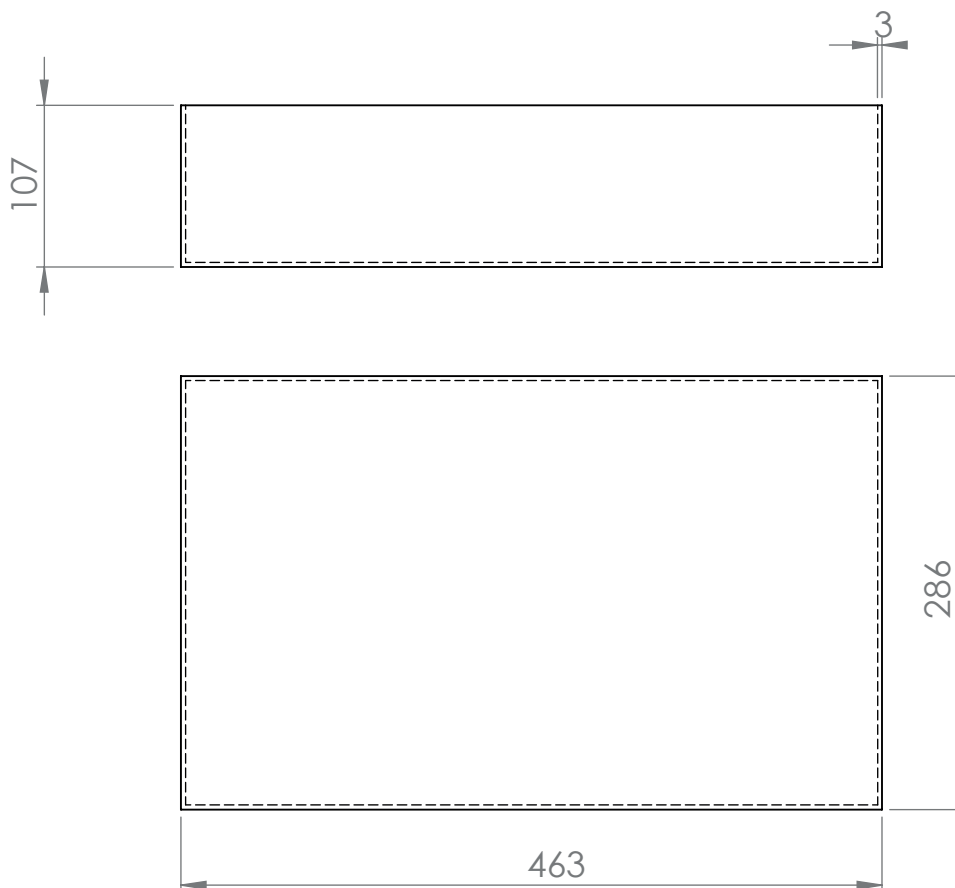
AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

ESCALA:
1:5

PRANCHA
1/3

TÍTULO:
EMBALAGEM - TAMPA DO CONJUNTO

UNIDADES:
MILÍMETROS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

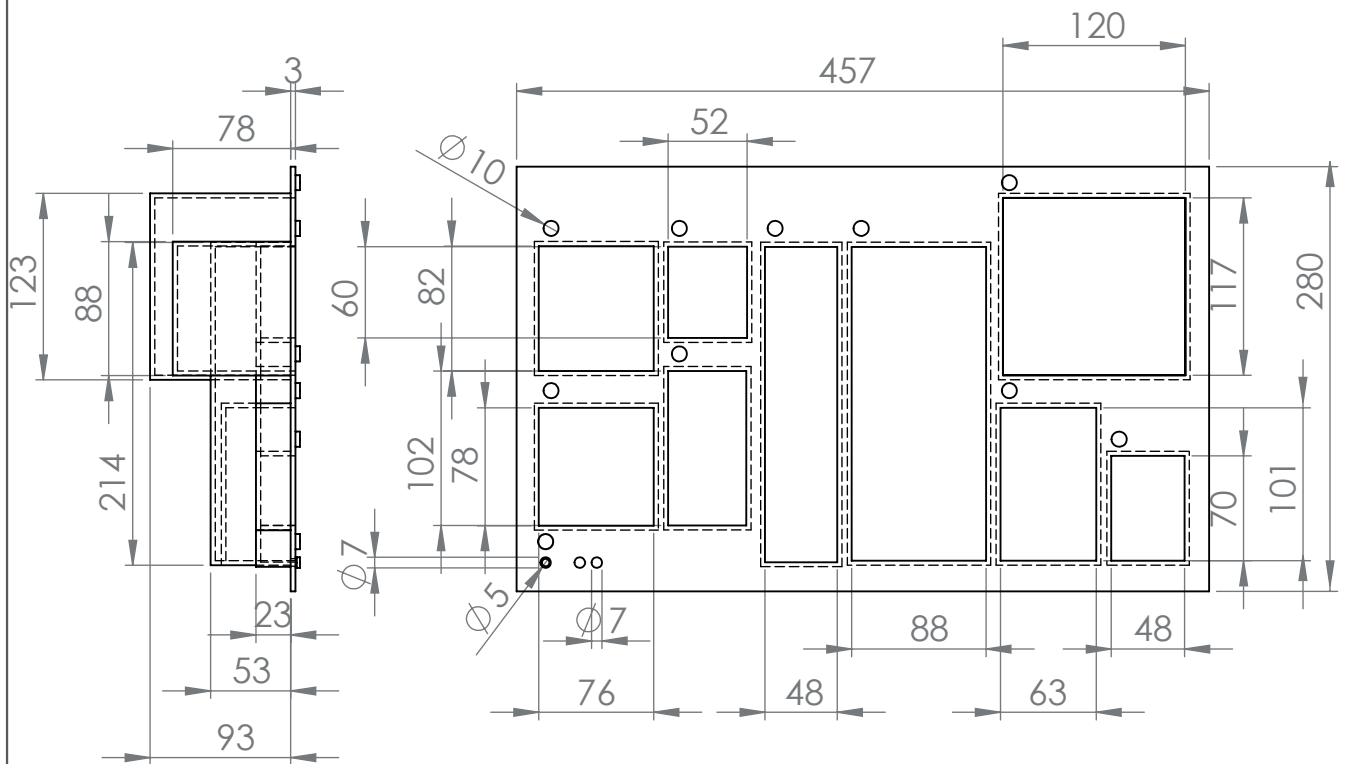
ESCALA:
1:5

PRANCHA

TÍTULO:
EMBALAGEM - ESTRUTURA DO CONJUNTO

UNIDADES:
MILÍMETROS

2/3



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
 ALINE REIS KAUFFMANN

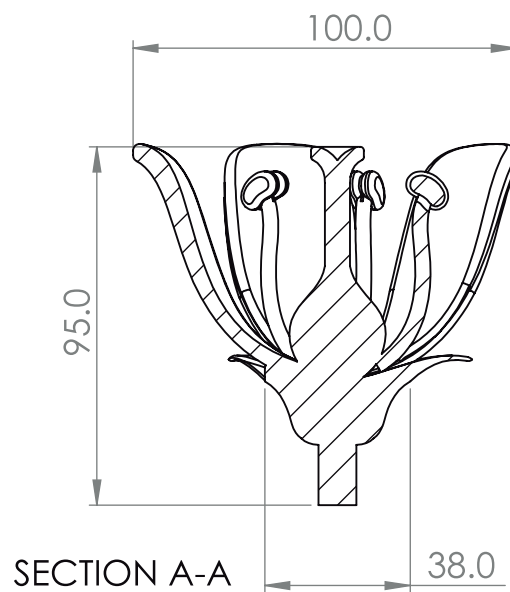
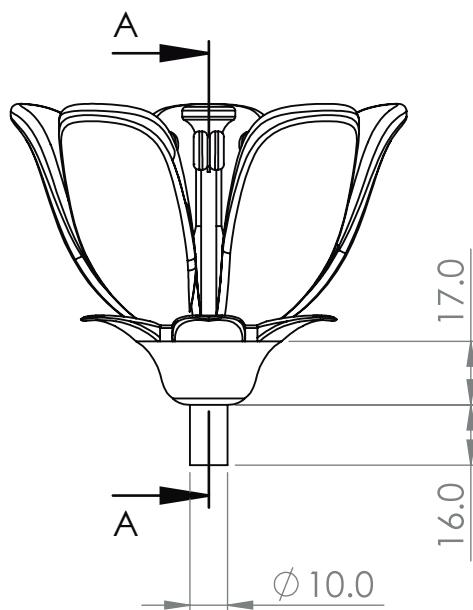
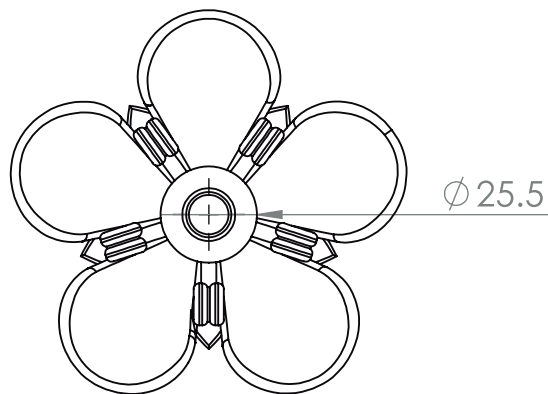
ESCALA:
 1:5

PRANCHA

TÍTULO:
 EMBALAGEM - BANDEJA DO CONJUNTO

UNIDADES:
 MILÍMETROS

3/3



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
 ALINE REIS KAUFFMANN

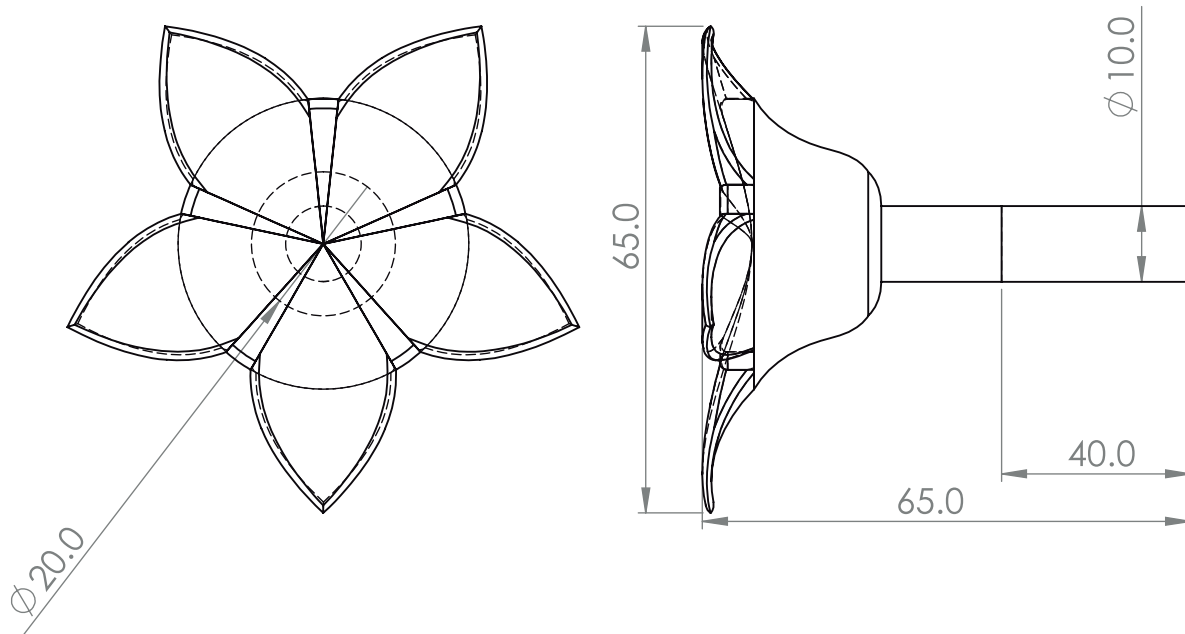
ESCALA:
 1:2

PRANCHA

TÍTULO:
 CONJUNTO DE PEÇAS INDIVIDUAIS - FLOR FIXA

UNIDADES:
 MILÍMETROS

1/9



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

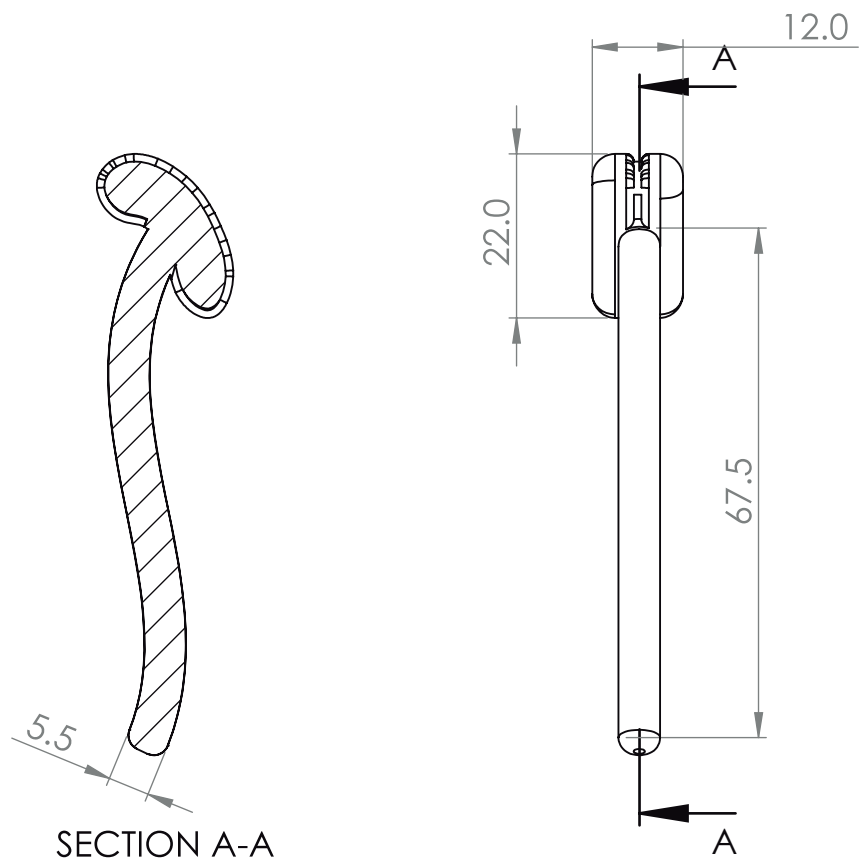
ESCALA:
1:2

PRANCHA

TÍTULO:
CONJUNTO DE PEÇAS INDIVIDUAIS - CÁLICE

UNIDADES:
MILÍMETROS

2/9



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

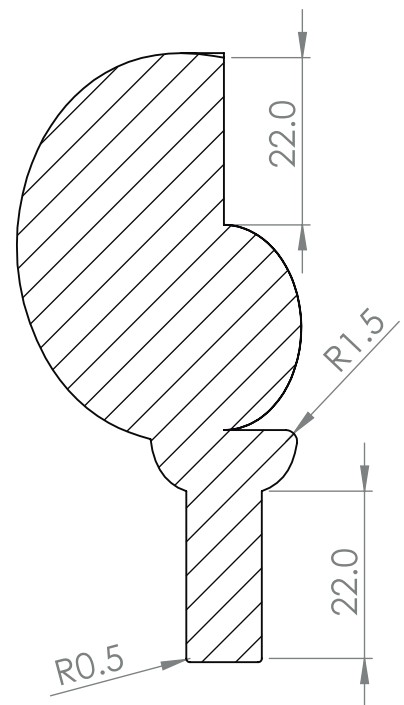
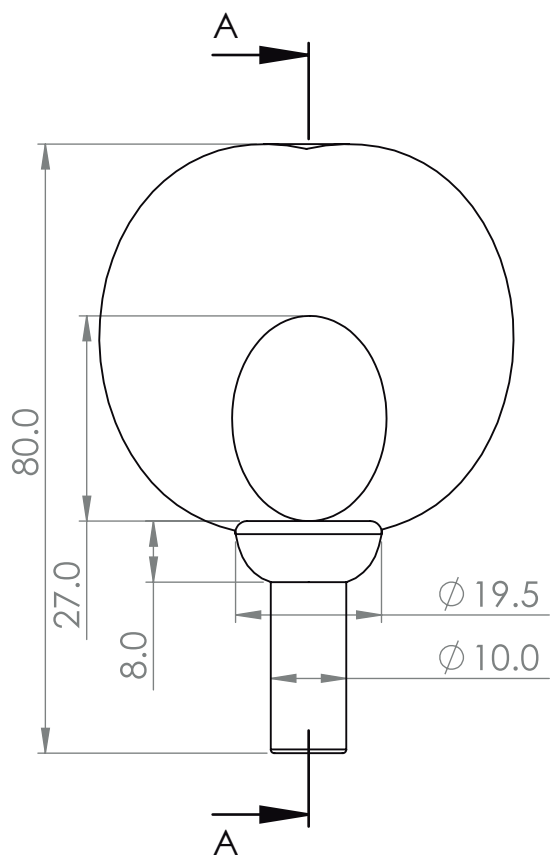
ESCALA:
1:1

PRANCHA

TÍTULO:
CONJUNTO DE PEÇAS INDIVIDUAIS - ESTAME

UNIDADES:
MILÍMETROS

3/9



SECTION A-A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

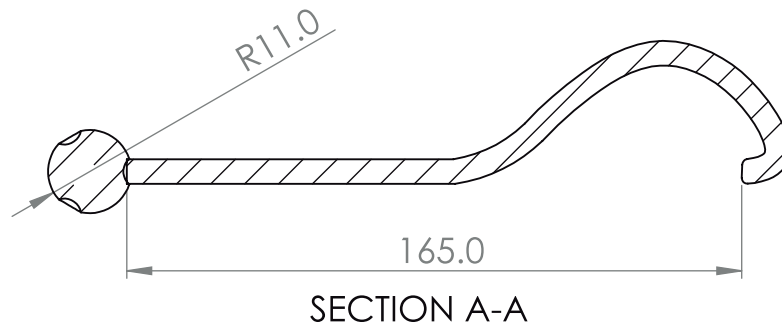
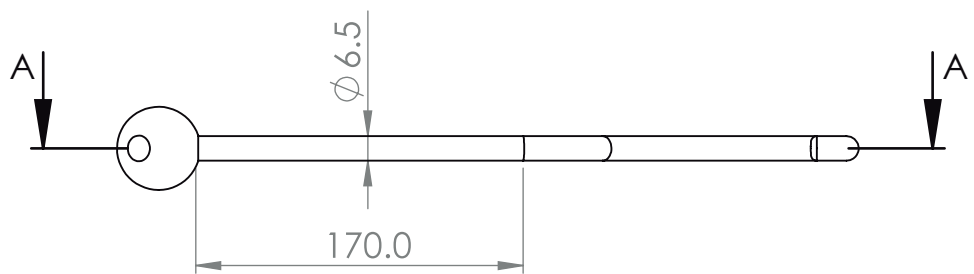
ESCALA:
1:1

PRANCHA

TÍTULO:
CONJUNTO DE PEÇAS INDIVIDUAIS - FRUTO COM SEMENTE

UNIDADES:
MILÍMETROS

4/9



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

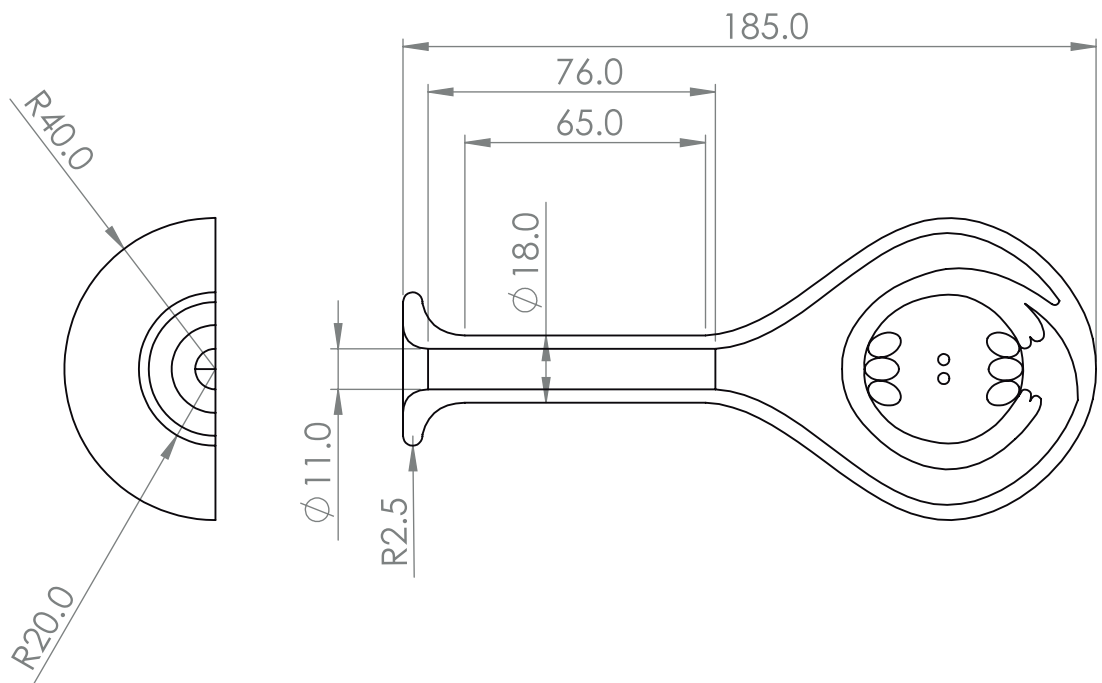
ESCALA:
1:2

PRANCHA

TÍTULO:
CONJUNTO DE PEÇAS INDIVIDUAIS - GRÃO DE POLÉN COM TUBO

UNIDADES:
MILÍMETROS

5/9



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
 ALINE REIS KAUFFMANN

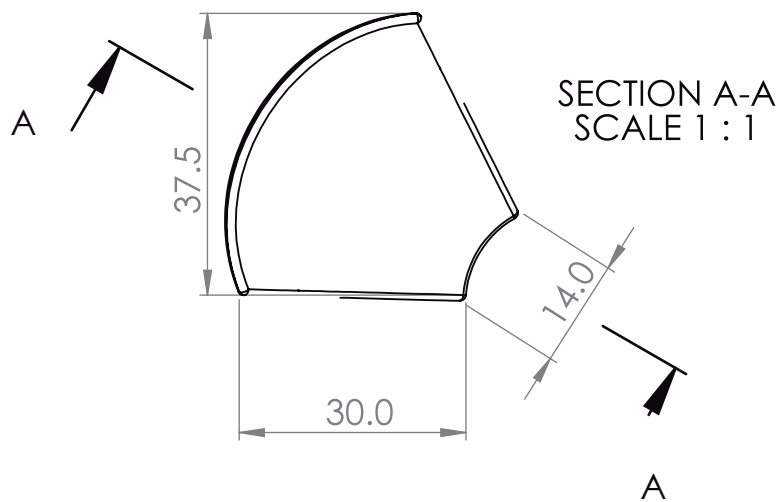
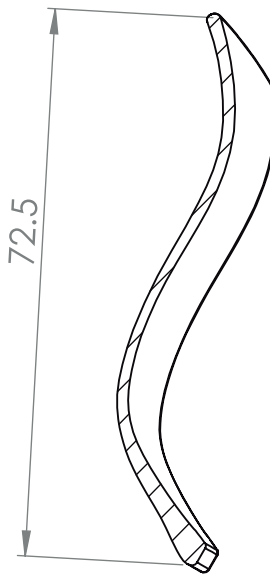
ESCALA:
 1:5

PRANCHA

TÍTULO:
 CONJUNTO DE PEÇAS INDIVIDUAIS - PISTILO

UNIDADES:
 MILÍMETROS

6/9



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

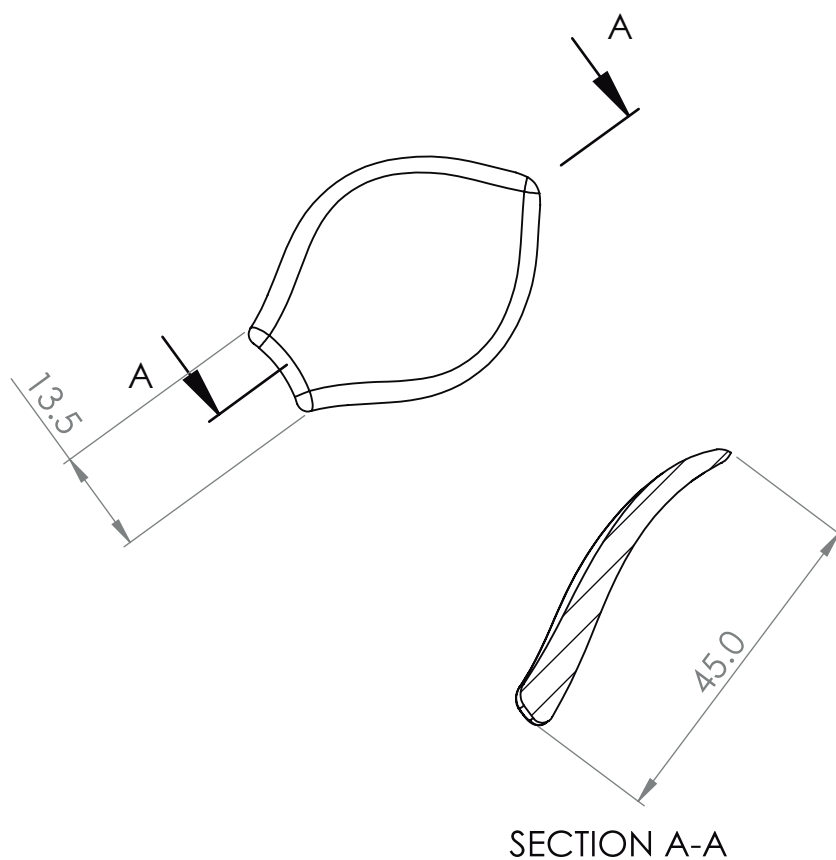
ESCALA:
1:5

PRANCHA

TÍTULO:
CONJUNTO DE PEÇAS INDIVIDUAIS- PÉTALA

UNIDADES:
MILÍMETROS

7/9



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

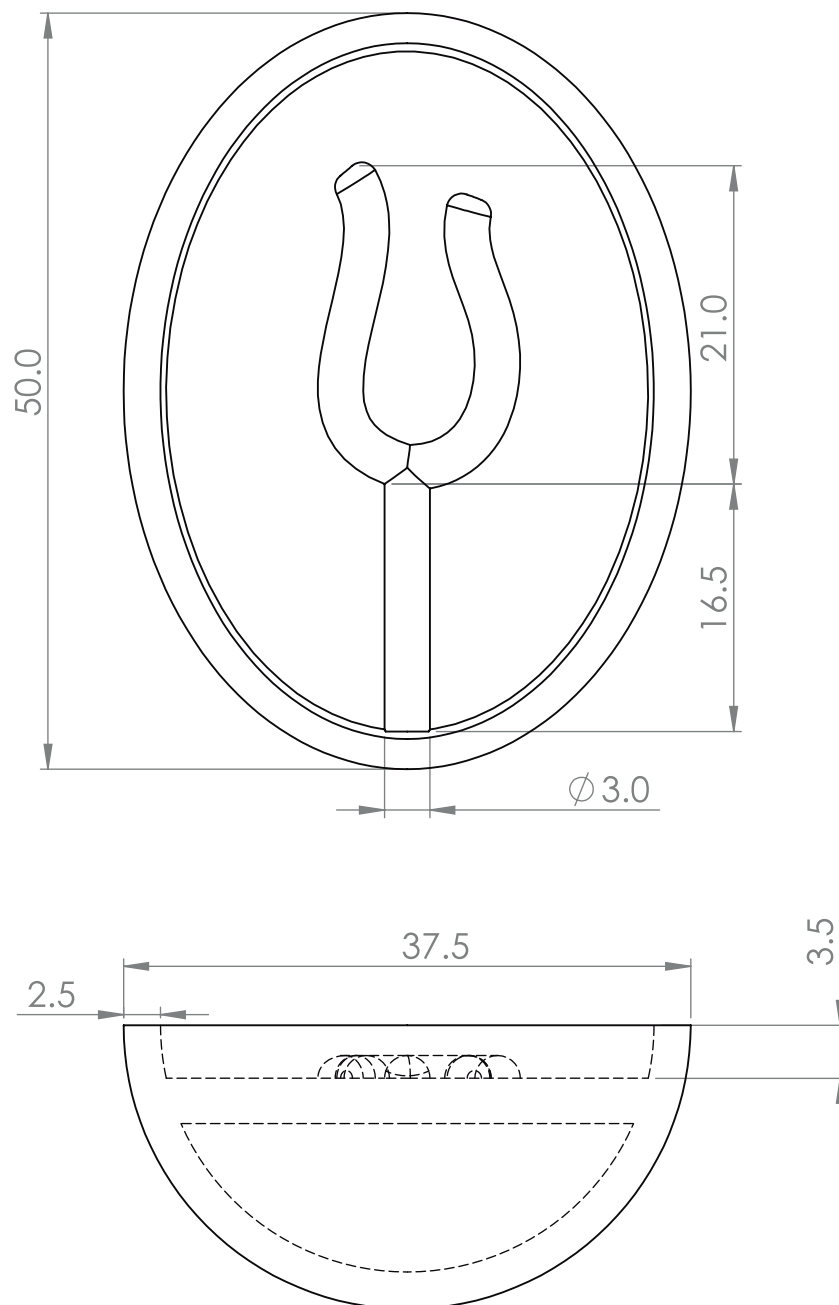
ESCALA:
1:1

PRANCHA

TÍTULO:
CONJUNTO DE PEÇAS INDIVIDUAIS - SÉPALA

UNIDADES:
MILÍMETROS

8/9



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
 ALINE REIS KAUFFMANN

ESCALA:
 2:1

PRANCHA

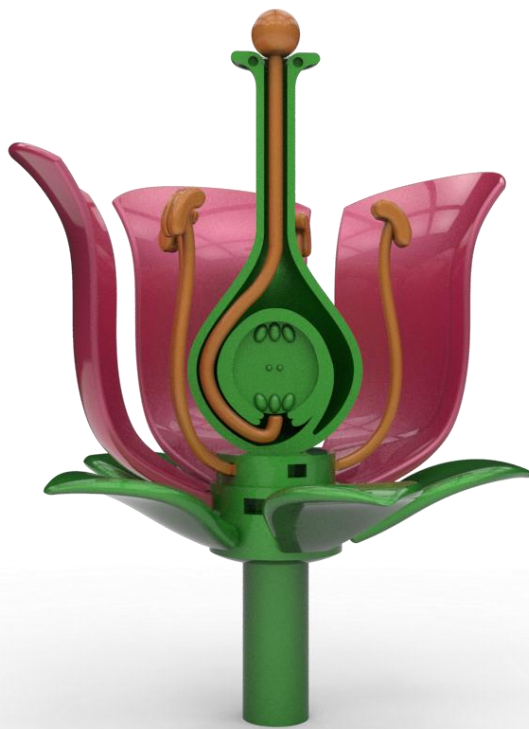
TÍTULO:
 CONJUNTO DE PEÇAS SEPARÁVEIS - SEMENTE E EMBRIÃO

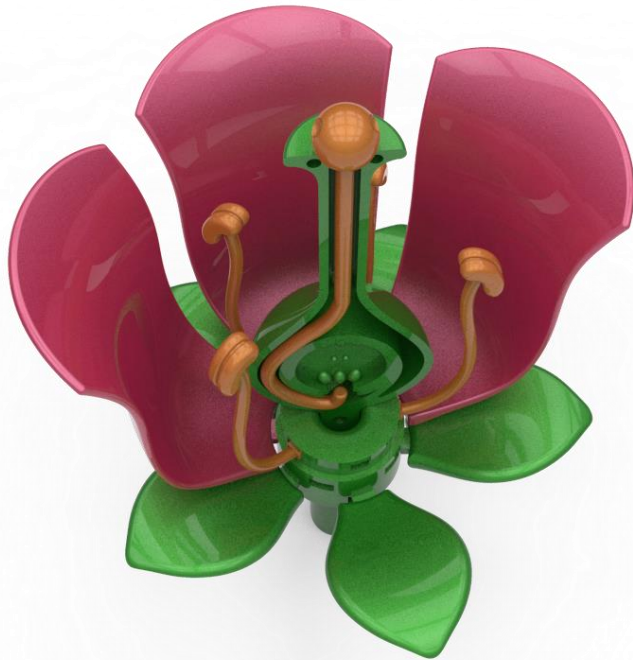
UNIDADES:
 MILÍMETROS

9/9

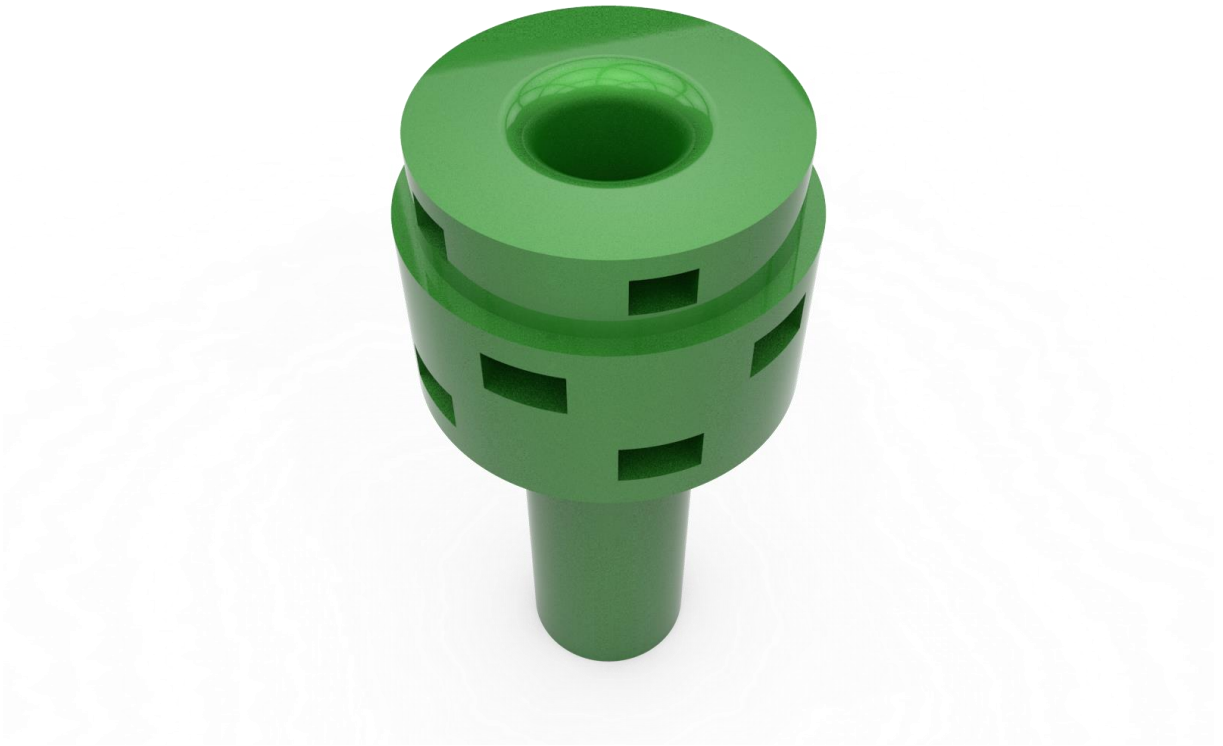
APÊNDICE G – Simulações Visuais

Modelo 3D Desmontável



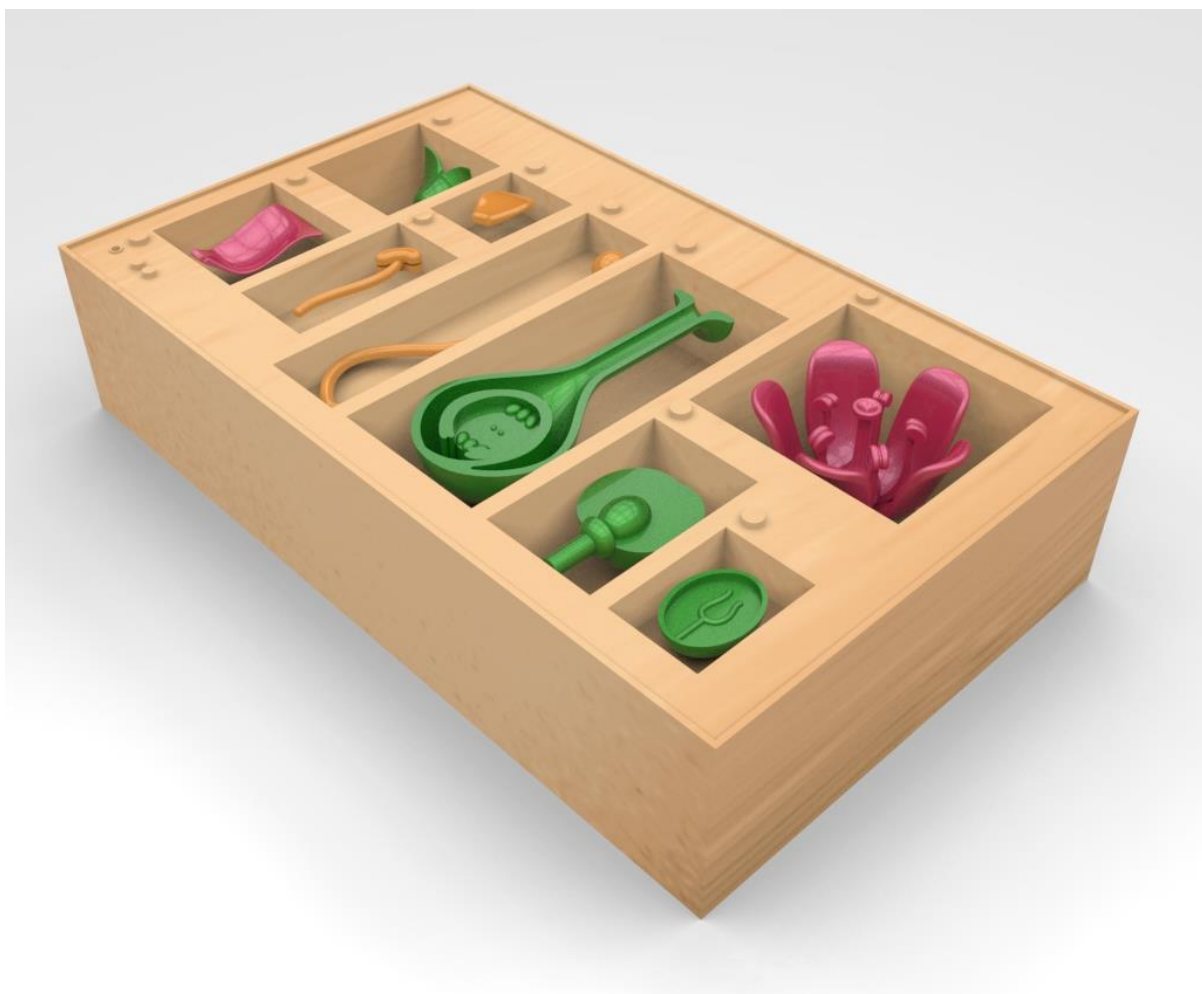


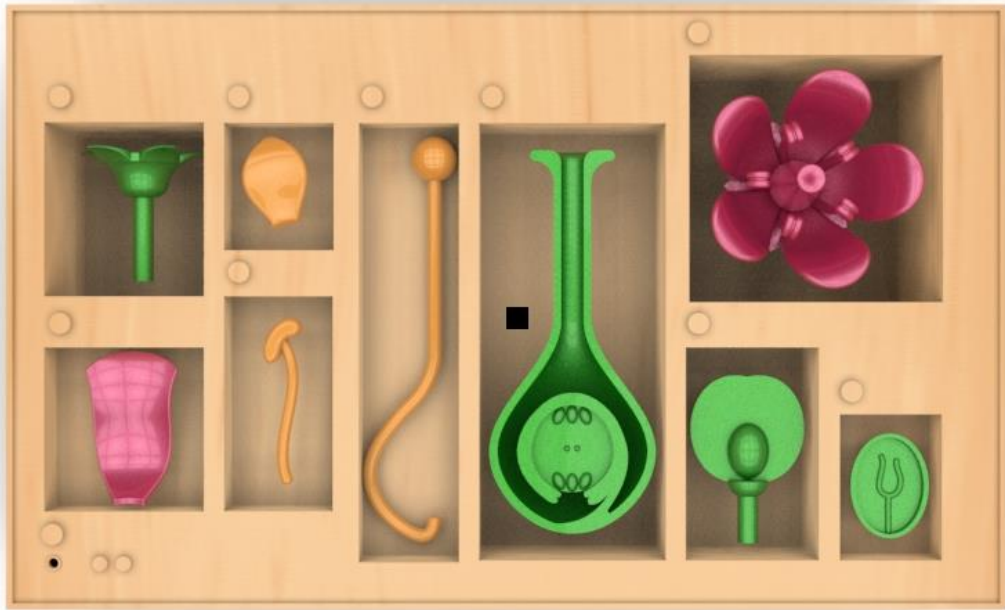




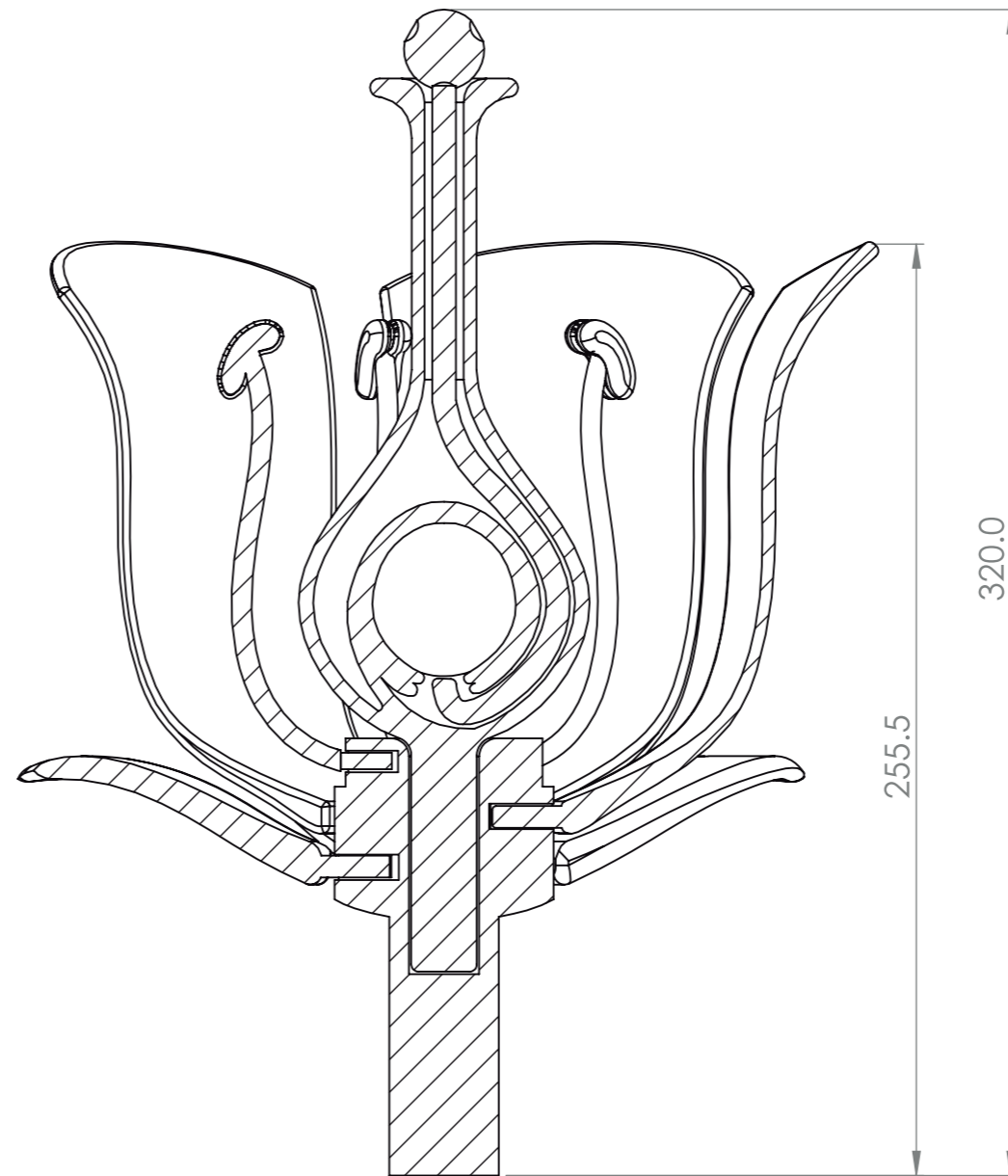
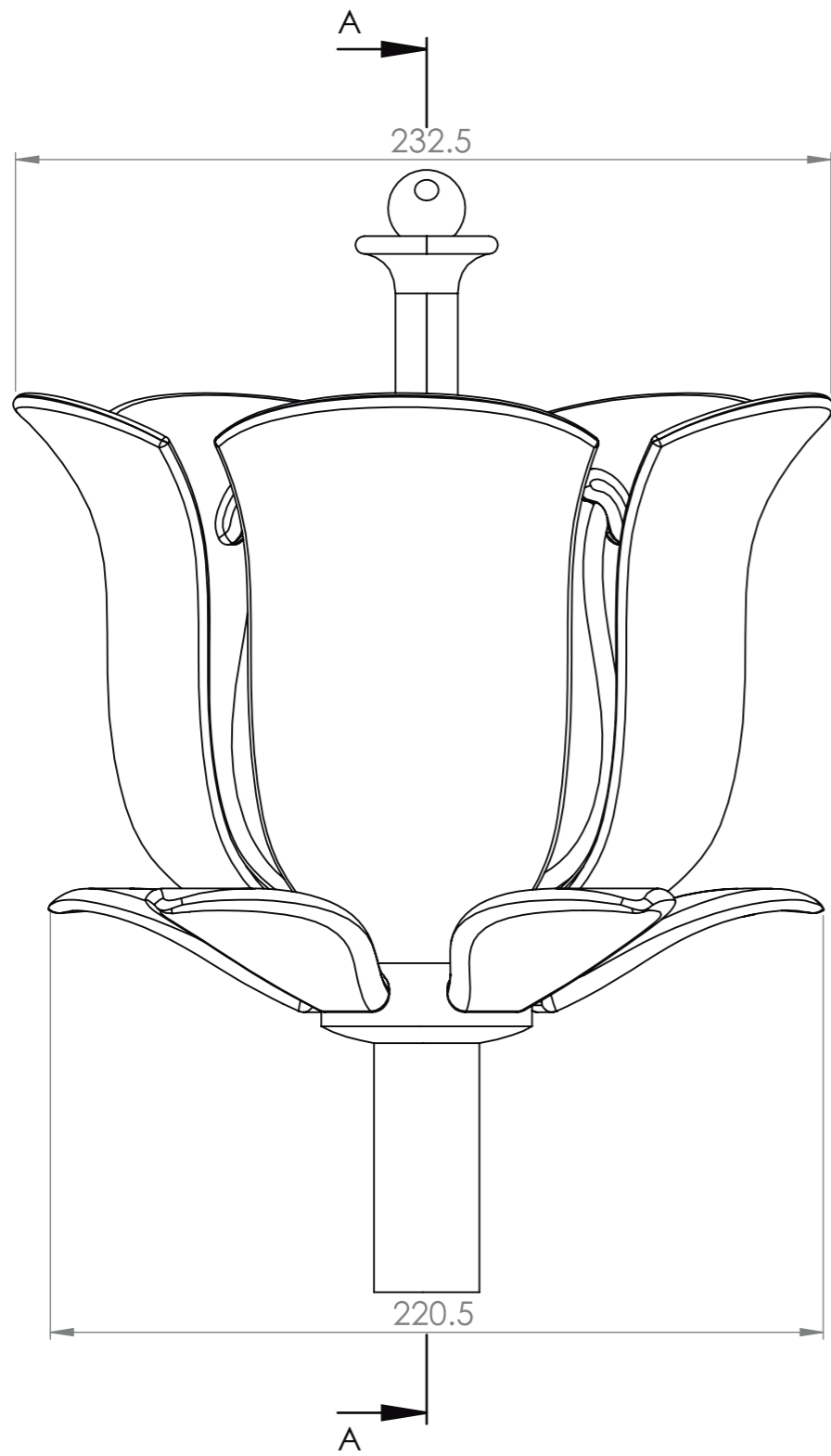


Conjunto de Peças Individuais:





APÊNDICE H – Desenhos Técnicos do Modelo 3D Desmontável da Flor



SECTION A-A
SCALE 1 : 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

ESCALA:
1:5

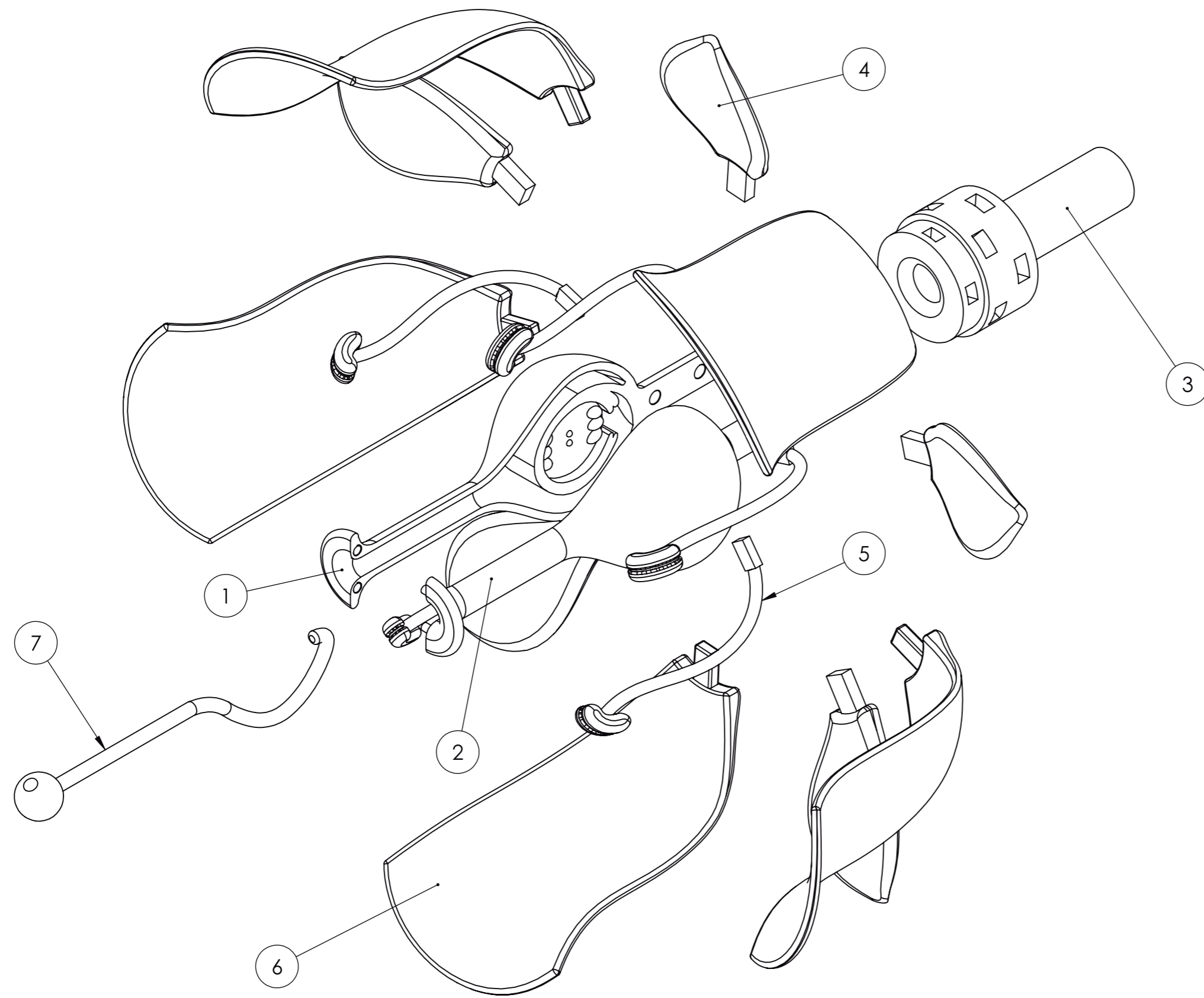
PRANCHA

TÍTULO: MODELO 3D DA FLOR DESMONTÁVEL -
CONJUNTO MONTADO

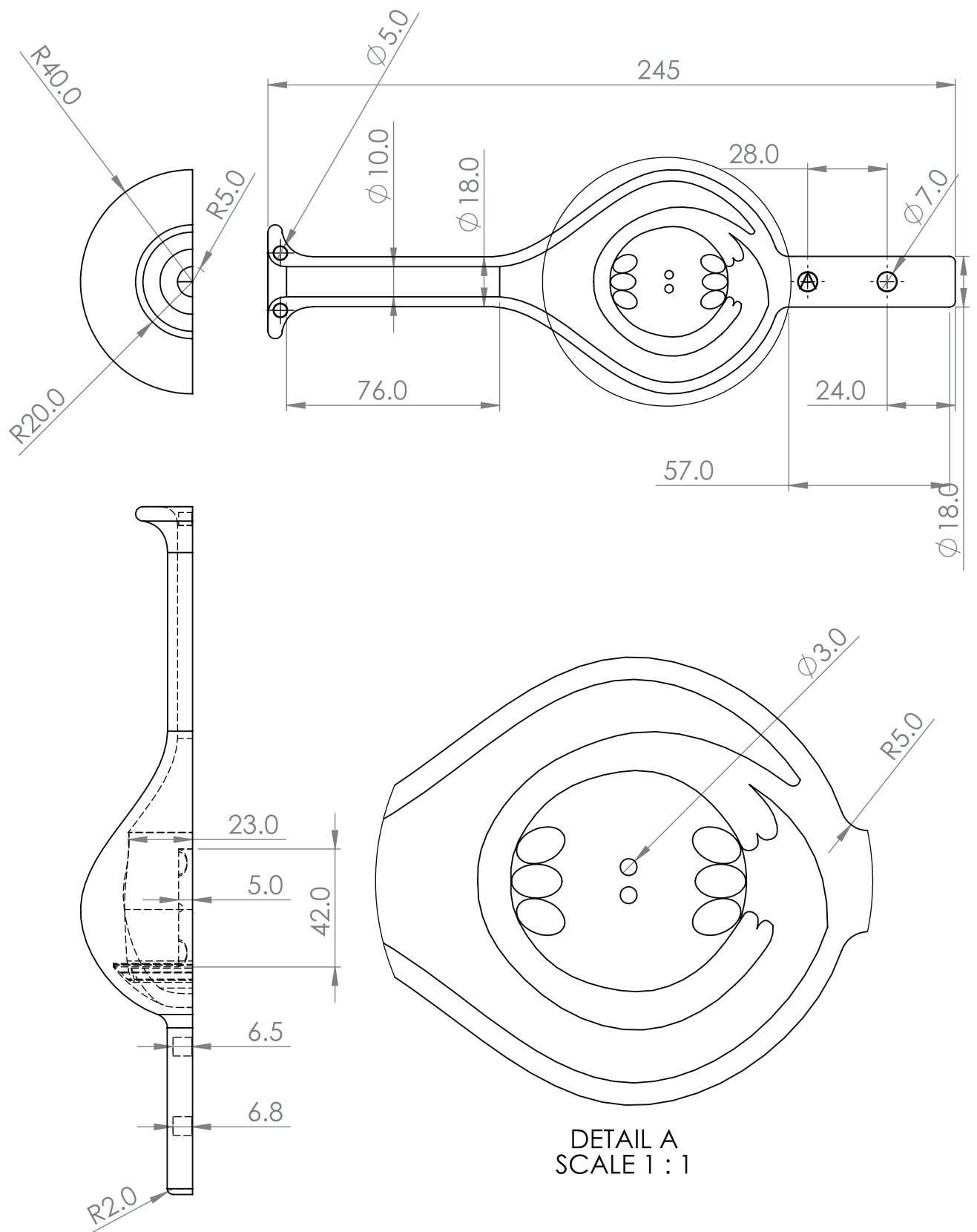
UNIDADES:
MILÍMETROS

1/1

Nº	Nome	
1	Pistilo Negativo	
2	Pistilo Positivo	
3	Suporte	
4	Sepalas	
5	Estame	
6	Petala	
7	Grão de Polen	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II		
AUTORA: ALINE REIS KAUFFMANN	ESCALA: 1:10	PRANCHA 1/8
TÍTULO: MODELO 3D DA FLOR DESMONTÁVEL - CONJUNTO DESMONTADO	UNIDADES: MILÍMETROS	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

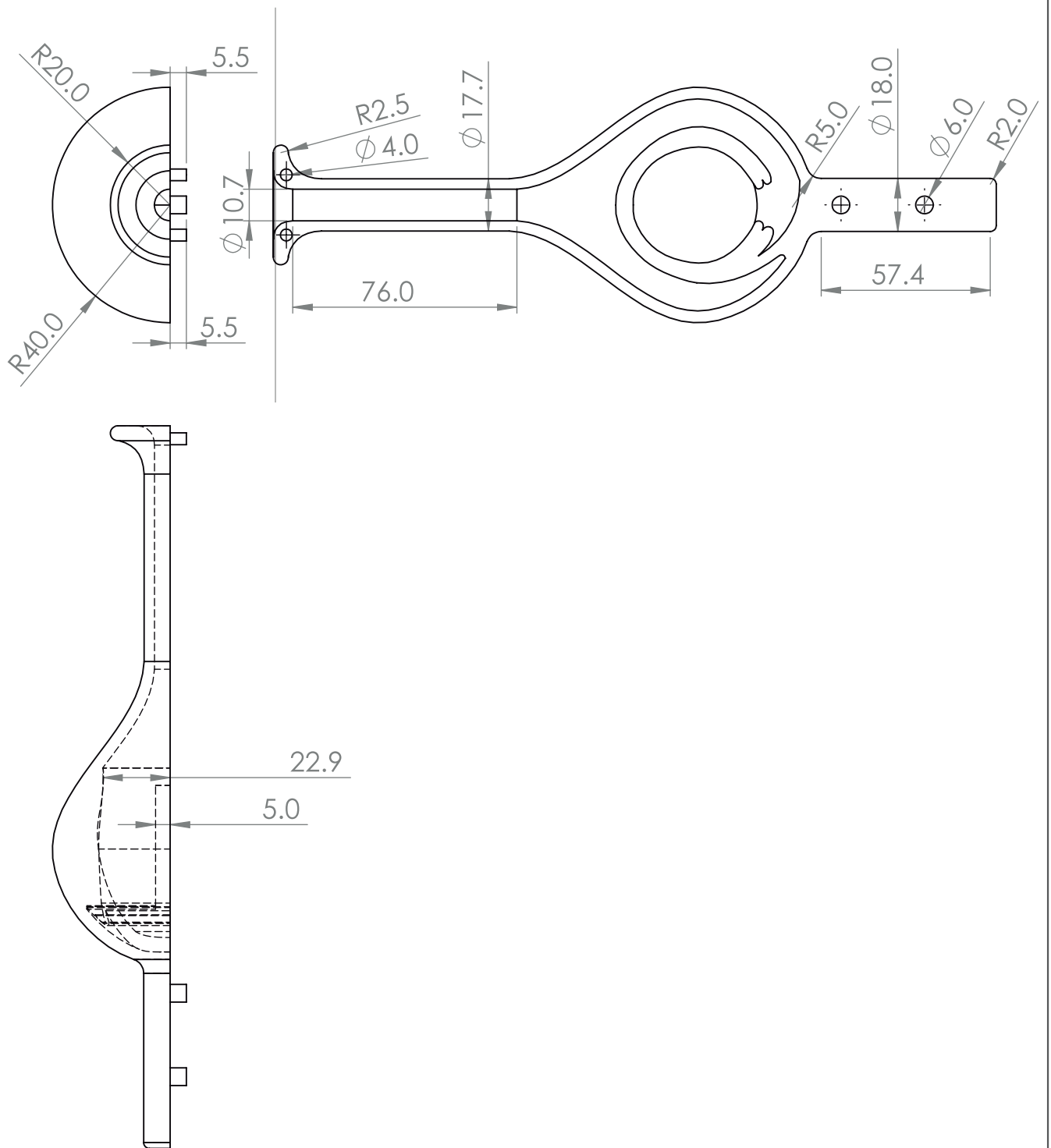
ESCALA:
1:5

PRANCHA

TÍTULO: MODELO 3D DA FLOR DESMONTÁVEL -
PISTILO NEGATIVO

UNIDADES:
MILÍMETROS

2/8



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
 ALINE REIS KAUFFMANN

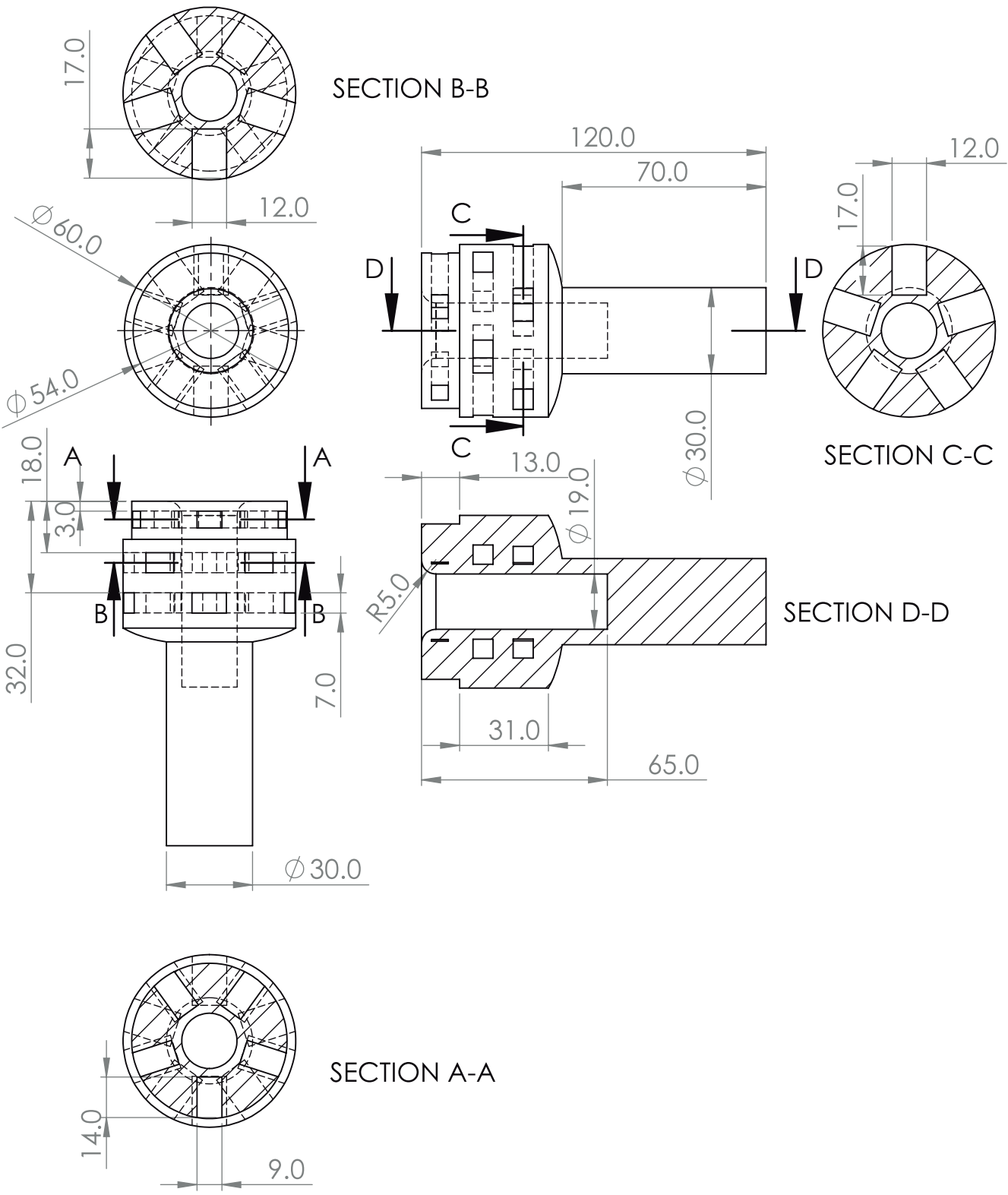
ESCALA:
 1:5

PRANCHA

TÍTULO: MODELO 3D DA FLOR DESMONTÁVEL -
 PISTILO POSITIVO

UNIDADES:
 MILÍMETROS

3/8



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
 ALINE REIS KAUFFMANN

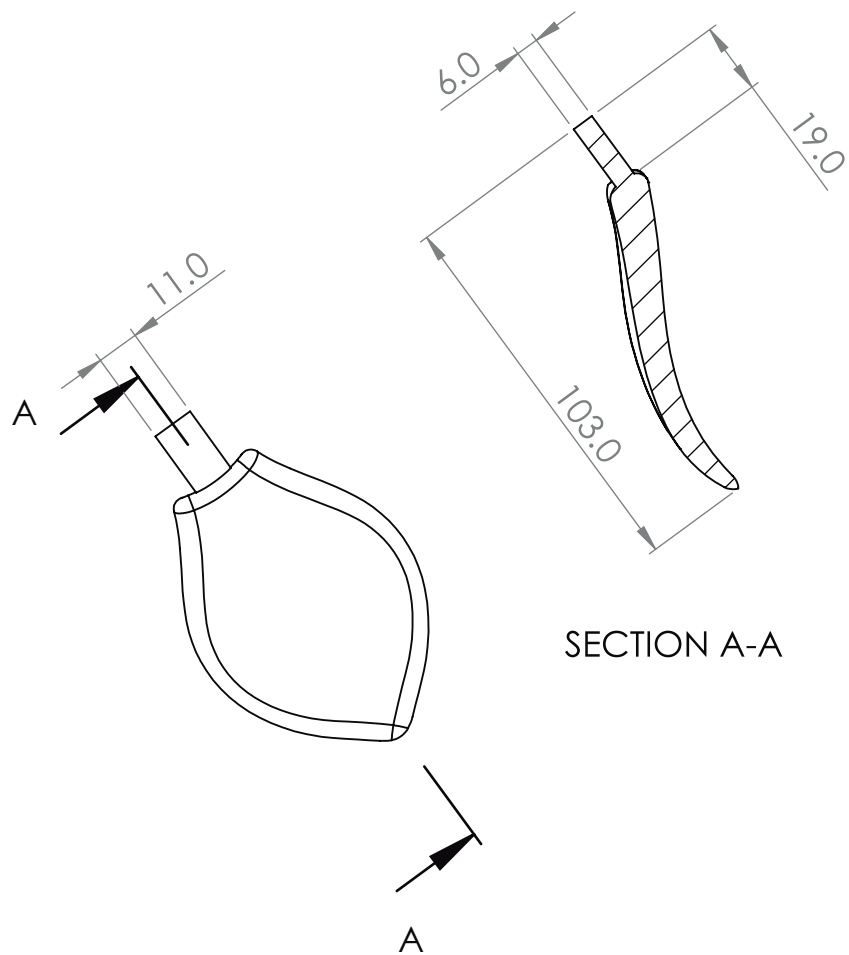
ESCALA:
 1:2

PRANCHA

TÍTULO: MODELO 3D DA FLOR DESMONTÁVEL -
 SUPORTE

UNIDADES:
 MILÍMETROS

4/8



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

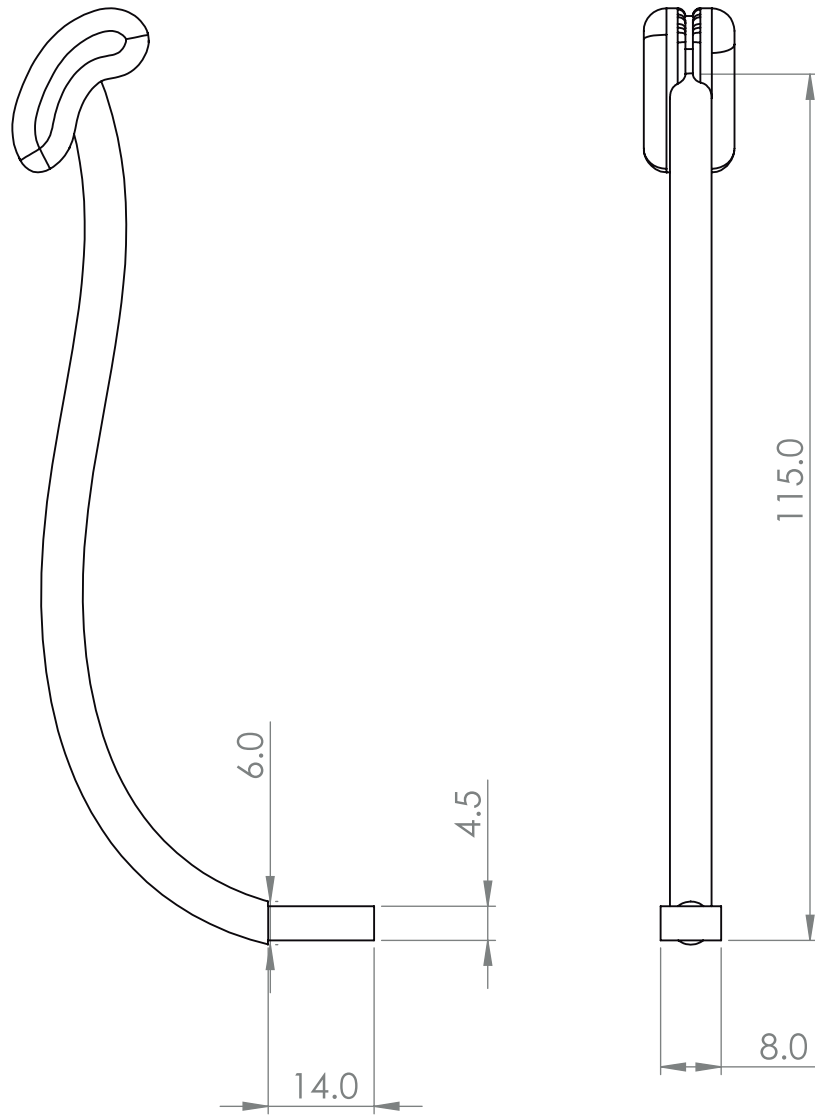
ESCALA:
1:2

PRANCHA

TÍTULO: MODELO 3D DA FLOR DESMONTÁVEL -
SÉPALA

UNIDADES:
MILÍMETROS

5/8



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

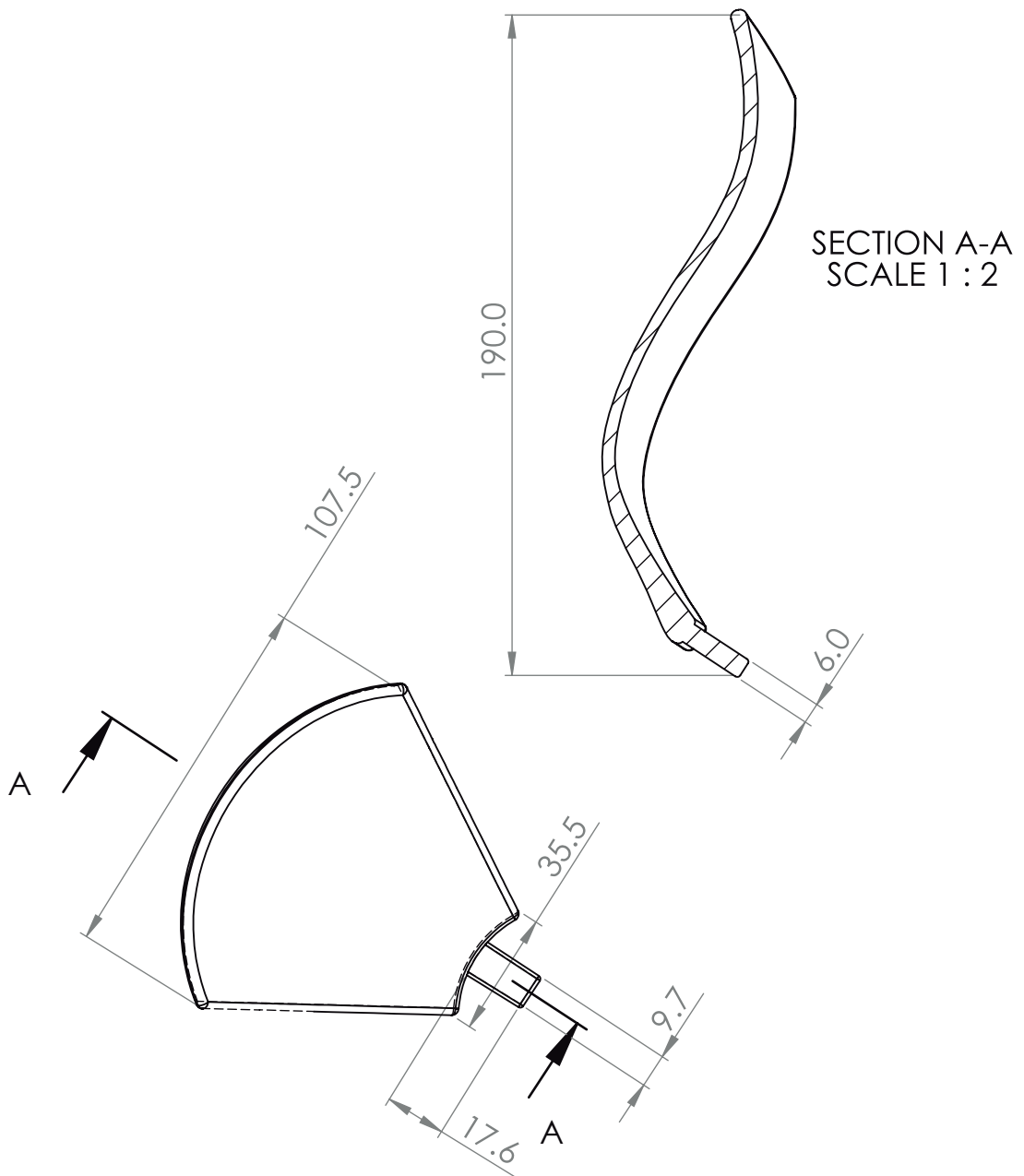
ESCALA:
1:1

PRANCHA

TÍTULO: MODELO 3D DA FLOR DESMONTÁVEL -
ESTAME

UNIDADES:
MILÍMETROS

6/8



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
ALINE REIS KAUFFMANN

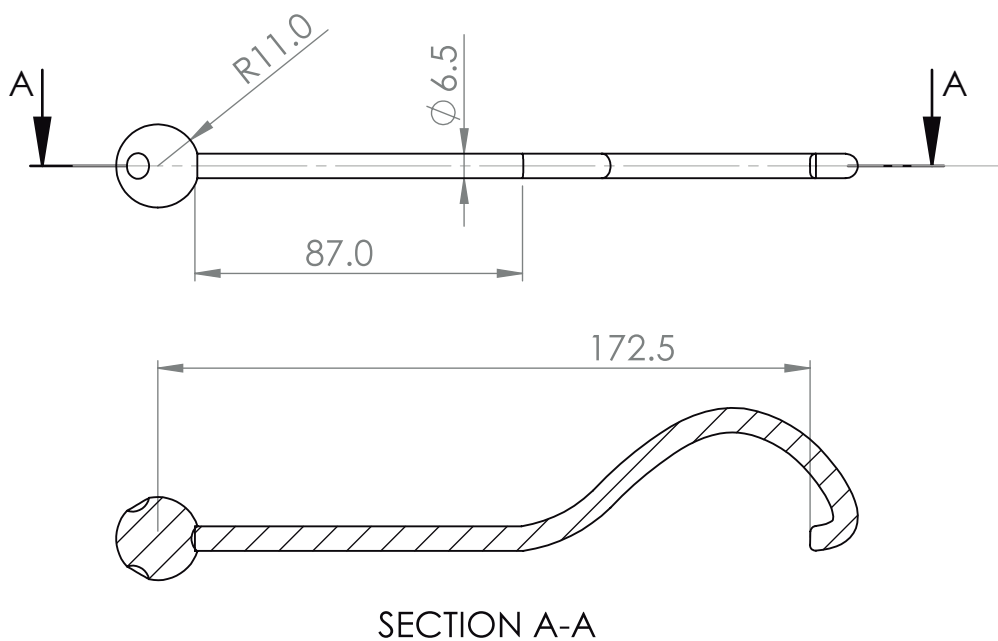
ESCALA:
1:5

PRANCHA

TÍTULO: MODELO 3D DA FLOR DESMONTÁVEL -
PÉTALA

UNIDADES:
MILÍMETROS

7/8



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
 FACULDADE DE ARQUITETURA - DESIGN DE PRODUTO - TCC II

AUTORA:
 ALINE REIS KAUFFMANN

ESCALA:
 1:2

PRANCHA

TÍTULO: MODELO 3D DA FLOR DESMONTÁVEL -
 GRÃO DE PÓLEN COM TUBO POLÍNICO

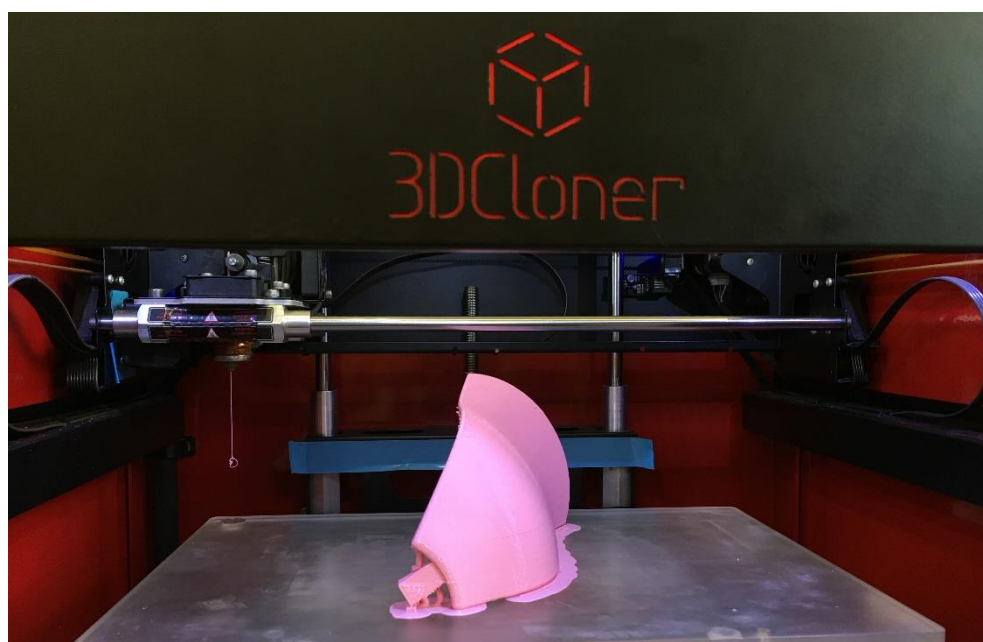
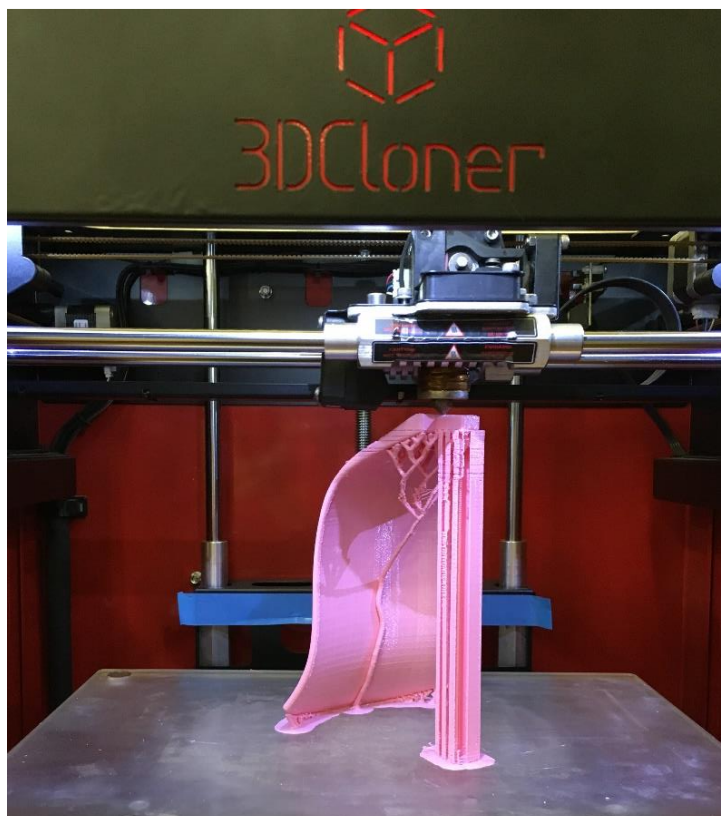
UNIDADES:
 MILÍMETROS

8/8

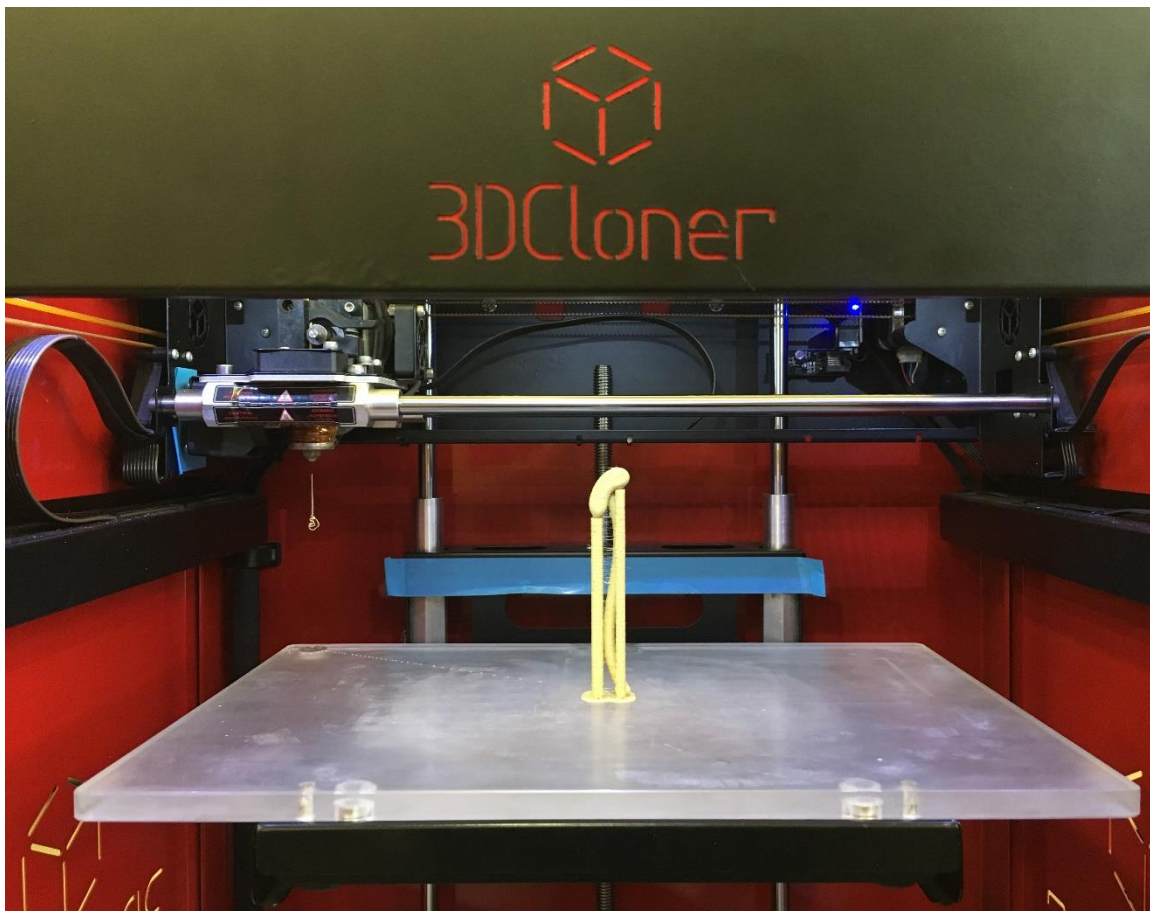
APÊNDICE I – Impressões 3D das peças

Impressões das peças do kit na impressora 3D Cloner DH da Oficina de Modelos e Protótipos da Faculdade de Arquitetura da UFRGS

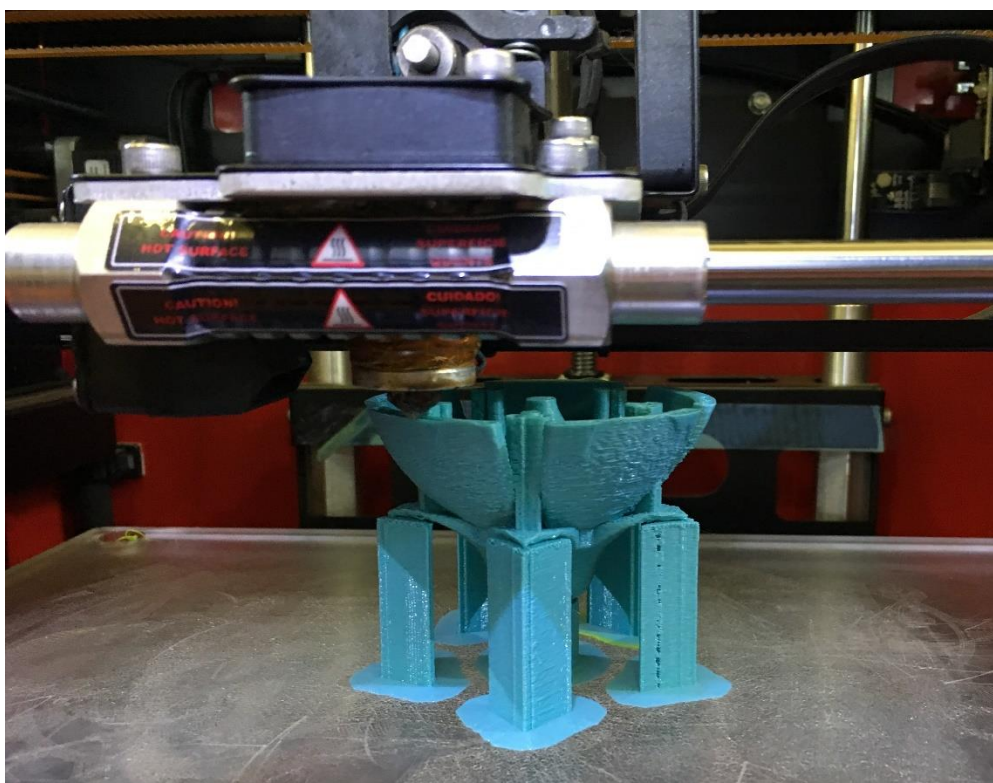
Peça “Pétala” do Modelo 3D da flor desmontável:



Peça “Estame” do Modelo 3D da flor desmontável:



Peça “Modelo Unido” do Conjunto de Peças Individuais:

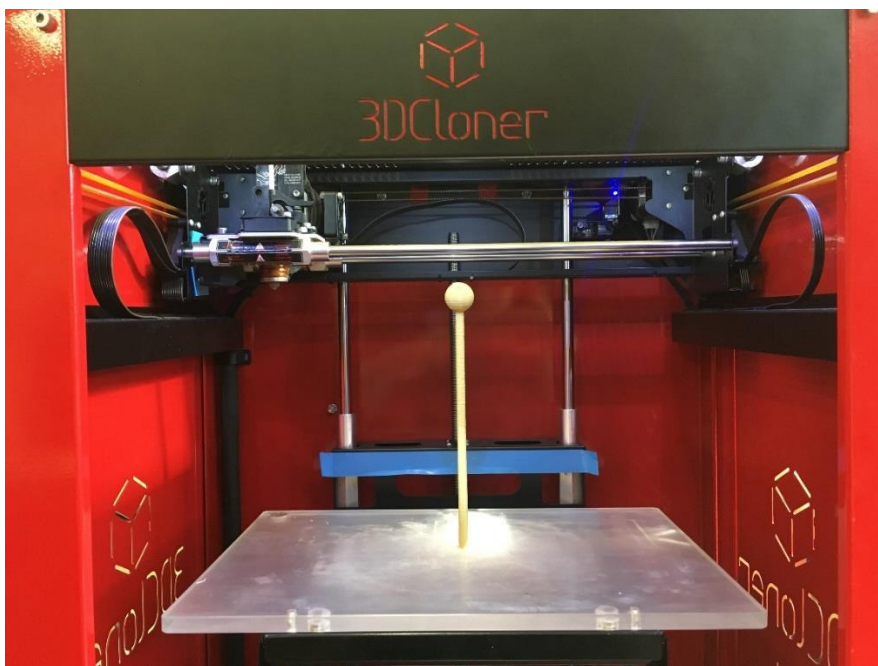




Peça “Cálice” do Conjunto de Peças Individuais:



Peça “Grão de Pólen com Tubo Polínico” do Modelo 3D da flor desmontável:



Detalhe da peça “Pistilo” do Conjunto de Peças Individuais:

