

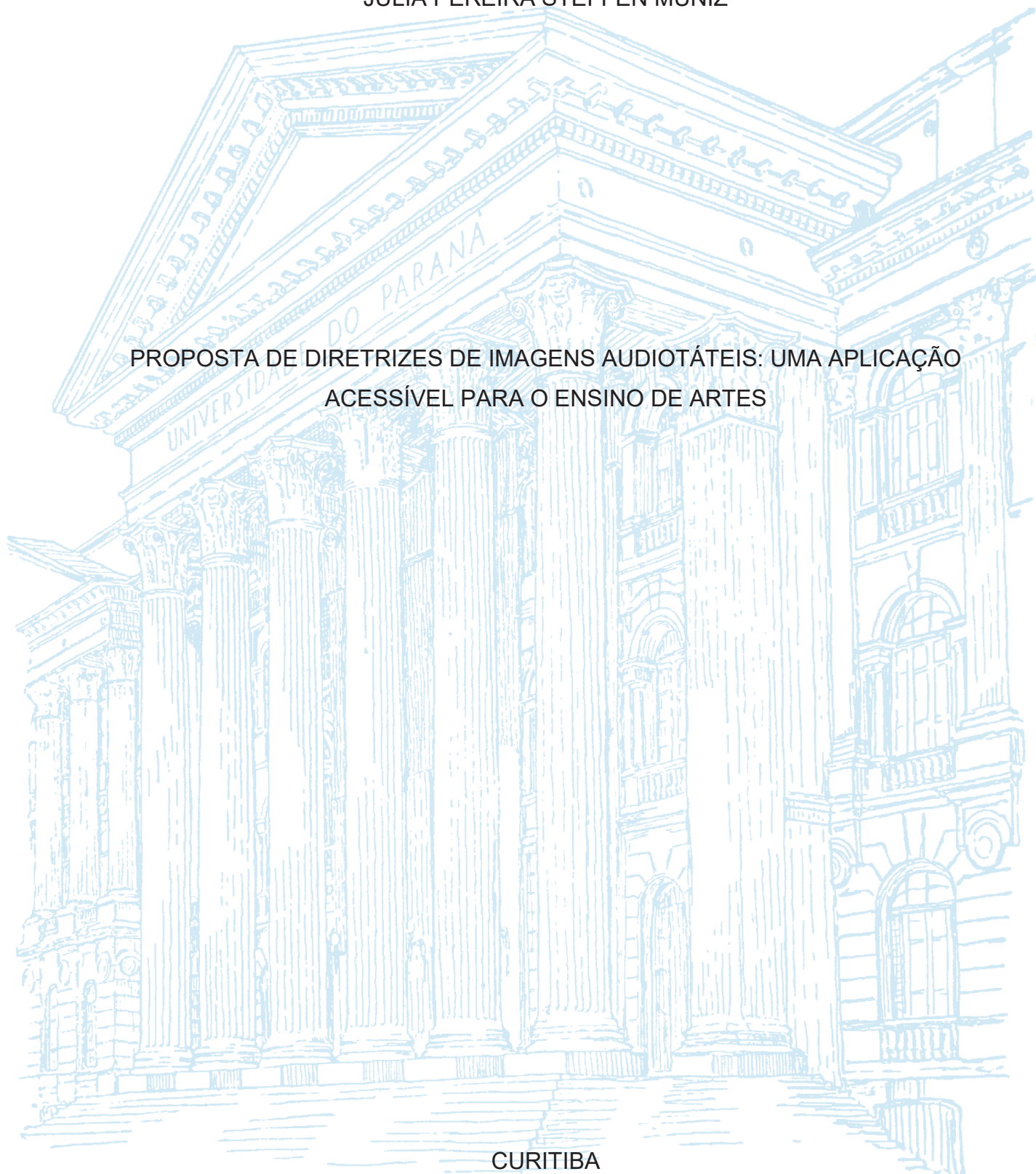
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JÚLIA PEREIRA STEFFEN MUNIZ

PROPOSTA DE DIRETRIZES DE IMAGENS AUDIOTÁTEIS: UMA APLICAÇÃO
ACESSÍVEL PARA O ENSINO DE ARTES

CURITIBA

2022



JÚLIA PEREIRA STEFFEN MUNIZ

PROPOSTA DE DIRETRIZES DE IMAGENS AUDIOTÁTEIS: UMA APLICAÇÃO
ACESSÍVEL PARA O ENSINO DE ARTES

Dissertação apresentada ao curso de Pós Graduação em Design, Setor de Artes, Comunicação e Design, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Design.

Orientadora: Prof.^a. Dra. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto.

Co-orientador: Prof^o. Dr. Rodrigo Antonio Marques Braga

CURITIBA

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA

Muniz, Júlia Pereira Steffen

Proposta de diretrizes de imagens audiotáteis : uma aplicação acessível para o ensino de artes. / Júlia Pereira Steffen Muniz. – Curitiba, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Artes, Comunicação e Design, Programa de Pós-Graduação em Design.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Antonio Marques Braga

1. Estudantes cegos. 2. Cegueira. 3. Artes – Estudo e ensino. 4. Projeto de acessibilidade. 5. Percepção de imagens. I. Okimoto, Maria Lúcia Leite Ribeiro, 1960-. II. Braga, Rodrigo Antonio Marques. III. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Design. IV. Título.

Bibliotecária: Fernanda Emanoéla Nogueira Dias CRB-9/1607



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE ARTES COMUNICAÇÃO E DESIGN
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DESIGN -
40001016053P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação DESIGN da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **JÚLIA PEREIRA STEFFEN MUNIZ** intitulada: **Proposta de diretrizes de imagens audiotáteis: uma aplicação acessível para o ensino de artes**, sob orientação da Profa. Dra. MARIA LUCIA LEITE RIBEIRO OKIMOTO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 16 de Setembro de 2022.

Assinatura Eletrônica

16/09/2022 21:23:36.0

MARIA LUCIA LEITE RIBEIRO OKIMOTO

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

17/09/2022 17:43:08.0

JULIANA BUENO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

05/10/2022 17:09:38.0

PERCY NOHAMA

Avaliador Externo (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO
PARANÁ- PUCPR)

Assinatura Eletrônica

18/09/2022 17:31:16.0

ANDERSON ROGES TEIXEIRA GÓES

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

RUA GENERAL CARNEIRO, 460 - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 80060-150 - Tel: (41) 3360-5238 - E-mail: ppgdesign@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 222804

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 222804

Dedicado a meu pai, Júlio César Steffen Muniz (*in memoriam*), que me incentivou a realizar o Mestrado, mas infelizmente faleceu precocemente no decorrer desta pesquisa. Sem você, pai, nada disto nunca seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em destaque ao meu pai, Júlio César Steffen Muniz (*in memorian*), professor de matemática, por durante toda a minha vida ter-me incentivado aos estudos. Você sempre dizia que trabalhou muito para que eu pudesse ir mais longe do que você conseguiu ir, com todas as dificuldades da época. Esta pesquisa é a realização de um sonho seu, que, infelizmente, você não acompanhará presencialmente. Porém, os ensinamentos dos 24 anos que tive o prazer de estar ao seu lado continuarão para sempre em mim e nas pessoas que eram próximas a você.

Agradeço à minha mãe, Melânia Terezinha Pereira, professora de Geografia, que sempre me ensinou que o lugar de uma mulher é onde ela deseja estar. Assim como você foi a primeira pessoa da família a se formar em uma universidade, eu sou a primeira a fazer um mestrado. De alguma maneira, conseguimos romper barreiras.

Agradeço ao meu noivo, Felipe Silva Fernandes, pelo apoio inestimável durante toda a pesquisa deste mestrado. Mesmo após os mil pensamentos em desistir desta pesquisa, após o falecimento de meu pai, você foi o maior responsável por me fazer enxergar a importância de terminá-la. Você esteve ao meu lado em todos os momentos difíceis durante esses dois anos e meio. Sou infinitamente agradecida por você fazer parte da minha vida.

Agradeço à Universidade Federal do Paraná e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela oportunidade de continuar meus estudos no ensino público através da bolsa de estudos. Sempre acreditei e continuo acreditando na transformação por meio da educação.

Agradeço à minha orientadora, Maria Lúcia Okimoto, e ao meu coorientador Rodrigo Braga, por todos os ensinamentos e horas de trabalho que culminaram nesta dissertação.

Além disso, agradeço a todos os professores do Programa de Pós Graduação em Design da UFPR – PPG Design pelo apoio quem me foi prestado ao falecimento de meu pai. No pior momento, vocês se demonstraram não somente bons professores, mas, também, ótimos seres humanos.

Agradeço a todos os meus familiares e amigos que me apoiaram durante a execução desta pesquisa, especialmente ao Jair Siqueira, Jeová Régis, Fellipe Comichole, Ayla Moro, Kátia Moro e Ozânia Carvalho.

Agradeço à Emilia Sanches, doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Design da UFPR, por todo o apoio dado para o desenvolvimento desta pesquisa, pelas conversas e pelas risadas durante intermináveis reuniões.

Agradeço aos participantes das entrevistas, questionários e teste de compreensão por compartilhar suas experiências e seu tempo em prol desta pesquisa.

Agradeço ao audiodescritor Ednilson Sacramento pela revisão das audiodescrições das imagens audiotáteis e pelo interesse na pesquisa.

Agradeço à Profª Dra. Mari Inês Piekas e à Fundação de Assistência à Criança Cega – FACE, localizada no bairro de Boa Vista em Curitiba, por abrirem suas portas para a realização do teste de compreensão. O trabalho de vocês é excepcional.

Agradeço à Biblioteca Pública do Paraná, em especial à Seção Braille, localizada no centro de Curitiba, por permitir a realização do teste de compreensão nesta instituição. Obrigada pela oportunidade.

“Educar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua
própria produção ou a sua construção” (Paulo Freire)

RESUMO

Dentro da área da educação artística, muitas vezes a comunicação é baseada em um domínio da imagem visual, onde os estudantes cegos muitas vezes não possuem acesso informacional aos conteúdos propostos pelos professores. Justamente pela relevância da imagem como geradora de novos códigos e linguagens, devem-se utilizar outros sentidos para suprimir esta lacuna informacional, como é o caso do tato e do áudio. É dentro deste contexto que as imagens audiotáteis, com estímulos táteis e auditivos, permitem o acesso de estudantes cegos a imagens bidimensionais. Sendo assim, esta pesquisa tem como objetivo estabelecer diretrizes de tradução de imagens bidimensionais a imagens audiotáteis para a acessibilidade de estudantes cegos no ensino de Artes. Para que o objetivo fosse alcançado, o método proposto é uma adaptação da Design Science Research e é caracterizado como sendo de natureza aplicada, objetivo descritivo e abordagem qualitativa e foi dividido em cinco fases de execução: (1) compreensão do problema; (2) diretrizes de tradução; (3) tradução audiotátil; (4) avaliação; e (5) resultados. Como resultado, foram obtidas 72 diretrizes, divididas em quatro categorias: (1) Contexto e Uso; (2) Tátil; (3) Áudio; (4) Fabricação. Espera-se que o resultado obtido seja um material de auxílio ao desenvolvimento de imagens audiotáteis por profissionais das áreas de acessibilidade e educação.

Palavras-chave: Imagens audiotáteis. Cegueira. Acessibilidade. Impressão 3D. Placas Eletrônicas.

ABSTRACT

Within the area of arts education, communication is often based on a visual image domain, where blind students often do not have informational access to the contents proposed by teachers. Precisely because of image relevance as a generator of new codes and languages, other senses must be used to suppress this informational gap, as is the case of touch and audio. It is within this context that audio-tactile images, with tactile and auditory stimuli, allow blind students to access two-dimensional images. Therefore, this research aims to establish guidelines for translating two-dimensional images into audio-tactile images for the accessibility of blind students in arts education. In order for the objective to be achieved, the proposed method is a Design Science Research adaptation and is characterized as having an applied nature, a descriptive objective and a qualitative approach. It was divided into five execution phases: (1) understanding the problem; (2) translation guidelines; (3) audio-tactile translation; (4) evaluation; and (5) results. As a result, 72 guidelines were obtained, divided into four categories: (1) Context and Use; (2) Tactile; (3) Audio; (4) Manufacturing. It is expected that this result will be a material to aid the development of audio-tactile images by accessibility and education professionals.

Keywords: Audio-tactile images. Blindness. Accessibility. 3D printing. Electronic boards.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Visão geral do método de pesquisa	33
Figura 2: Linha do tempo sintética da História da Educação de Cegos no Brasil	38
Figura 3: Funcionamento básico de uma imagem audiotátil	57
Figura 4: Imagem tátil da pintura Monalisa	60
Figura 5: Imagem tátil da pintura “Os girassóis” de Van Gogh.....	61
Figura 6: Obra presente na exposição “Hoy toca el Prado”	62
Figura 7: Imagem tátil desenvolvida pelo IICTBAS	63
Figura 8: Imagem tátil exposta na exposição “Sentir para Ver”	64
Figura 9: Quebra-cabeça <i>Fittle</i>	65
Figura 10: Utilização do anel Tooteko	66
Figura 11: Imagem audiotátil da Praça dos Milagres	66
Figura 12: Posturas e gestos típicos da interação tátil pelo usuário cego	70
Figura 13: Variáveis Táteis.....	71
Figura 14: Medidas da Cella Braille	72
Figura 15: Processos de Fabricação de Elementos Táteis	74
Figura 16: Processo da Impressão 3D	77
Figura 17: Processo de desenvolvimento de audiodescrições.....	81
Figura 18: Formas de proporcionar elementos auditivos em imagens audiotáteis....	83
Figura 19: Materiais utilizados para prover estímulos auditivos em <i>mock-ups</i>	84
Figura 20: Anatomia do Arduino Uno	87
Figura 21: Comparações técnicas entre o ESP8266, ESP32 e Arduino UNO	92
Figura 22: Método de pesquisa	96
Figura 23: Fase 1 - Compreensão do Problema	97
Figura 24: Fase de Entrada da RBS	99
Figura 25: Fase de Processamento da RBS	99
Figura 26: Fase de Saída da RBS.....	100
Figura 27: Fase 2 - Diretrizes de Tradução	103
Figura 28: Fase 3 – Tradução Audiotátil	104
Figura 29: Fase 4: Avaliação.....	106
Figura 30: Fase 5: Resultados	107
Figura 31: Perfil dos especialistas entrevistados.....	115
Figura 32: Destaques da entrevista – Especialista em Prototipagem Rápida	116

Figura 33: Destaques da entrevista – Especialista em Acessibilidade.....	116
Figura 34: Destaques da Entrevista – Especialista em Educação Artística	117
Figura 35: Destaques da Entrevista – Especialista Empírico em Deficiência Visual	117
Figura 36: Destaques da Entrevista – Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual	118
Figura 37: Perfil dos Educadores Artísticos – Perguntas 1 a 3	119
Figura 38: Perfil dos Educadores Artísticos – Perguntas 4, 5 e 6	120
Figura 39: Experiência dos Educadores Artísticos – Perguntas 7 a 9.....	121
Figura 40: Experiência dos Educadores Artísticos – Perguntas 10 e 11	123
Figura 41: Experiência dos Educadores Artísticos – Perguntas 12 a 14.....	124
Figura 42: Experiência dos Educadores Artísticos – Pergunta 15 (Destaques)	125
Figura 43: Categorias das Diretrizes para o desenvolvimento de imagens audiotáteis – Versão Inicial.....	126
Figura 44: Site Image to Lithopane	142
Figura 45: Primeiro teste de impressão - Image to Lithophane	144
Figura 46: Escala de Cinza - versão 1	147
Figura 47: Aplicação 01 da primeira versão da escala de cinza.....	147
Figura 48: Segundo teste de impressão - Image to Lithophane	148
Figura 49: Aplicação 02 da primeira versão da escala de cinza.....	149
Figura 50: Ferramenta e Entidade de Esboços utilizadas para a modelagem digital	150
Figura 51: Terceiro teste de impressão - Solidworks	150
Figura 52: Escala de Cinza – Versão Final	151
Figura 53: Aplicação 01 da escala de cinza final.....	152
Figura 54: Quarto teste de impressão - SolidWorks.....	153
Figura 55: Peças Estruturais para os botões de clique	156
Figura 56: Teste de funcionamento do botão condutivo.....	157
Figura 57: Impressão 3D final da obra “Composição”	160
Figura 58: Etapa 01 do desenvolvimento da caixa base – Plataforma Digital MakerCase.....	162
Figura 59: Etapa 02 do desenvolvimento da caixa base – <i>software</i> Illustrator	163
Figura 60: Diagrama dos componentes principais – Obra “Sem Título”	166
Figura 61: Diagrama dos componentes principais – Obra “Composição”	167

Figura 62: Furos laterais para a saída de som	173
Figura 63: Imagem audiotátil da obra “Composição” finalizada.....	173
Figura 64: Imagem audiotátil da obra “Sem Título” finalizada	174
Figura 65: Perfil dos Participantes do Teste de Compreensão	176
Figura 66: Categorias das Diretrizes para o desenvolvimento de imagens audiotáteis – Versão Final.....	183
Figura 67: Página 01: Programação da placa eletrônica.....	279
Figura 68: Página 02: Programação da placa eletrônica.....	280
Figura 69: Página 03: Programação da placa eletrônica.....	281
Figura 70: Página 04: Programação da Placa Eletrônica	282

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos de Arduino	85
Quadro 2: Tipos de placas NodeMCU	88
Quadro 3: Exemplos de sensores e módulos para Arduino	88
Quadro 4: Obras resultantes da RBS	109
Quadro 5: Obras resultantes da RBA	113
Quadro 6: Diretrizes de tradução – Versão Inicial	126
Quadro 7: Diretrizes utilizadas para a seleção da imagens bidimensionais	137
Quadro 8: Seleção Inicial de imagens bidimensionais	138
Quadro 9: Obras bidimensionais selecionadas para tradução	141
Quadro 10: Parâmetros e Resultados da Modelagem 3D no site Image to Lithophane	143
Quadro 11: Pontos positivos e negativos do primeiro teste de impressão	144
Quadro 12: Testes Iniciais da Escala de Cinza	145
Quadro 13: Pontos positivos e negativos do segundo teste de impressão	148
Quadro 14: Pontos positivos e negativos do terceiro teste de impressão	151
Quadro 15: testes da ferramenta filete em formas geométricas	152
Quadro 16: Pontos positivos e negativos do quarto teste de impressão	154
Quadro 17: Alternativas de Botões para a Imagem Audiotátil	155
Quadro 18: Teste do Botão Condutivo	156
Quadro 19: Testes da tinta condutiva	158
Quadro 20: Modelagens Digitais Finais	158
Quadro 21: Processo de pós-processamento	164
Quadro 22: Itens utilizados	165
Quadro 23: Áudios da Categoria “Informações da Obra”	168
Quadro 24: Áudios da Categoria “Descrição dos objetos”	171
Quadro 25: Registros fotográficos dos testes de compreensão	176
Quadro 26: Resultado do Teste de Compreensão	178
Quadro 27: Diretrizes de tradução – Versão Final	183
Quadro 28: Diretrizes modificadas	196
Quadro 29: Diretrizes retiradas	199
Quadro 30: Diretrizes adicionadas	199
Quadro 31: Bases de dados utilizadas e idiomas definidos para buscas	223

Quadro 32: Palavras-chaves utilizadas na RBS.....	223
Quadro 33: Combinações das palavras-chave em português e inglês	224
Quadro 34: Critérios de Inclusão e Exclusão	224
Quadro 35: Processo de constrição – Periódicos CAPES	226
Quadro 36: Processo de constrição – Banco de Teses e Dissertações UFPR	228
Quadro 37: Processo de Constrição – Google Acadêmico	229
Quadro 38: Processo de Constrição – Web of Science	231
Quadro 39: Processo de Constrição – Scopus.....	232
Quadro 40: Obras resultantes da RBS.....	233

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados da RBS por área de conhecimento.....	59
Tabela 2: Anos de publicação dos resultados da RBS.....	112
Tabela 3: Anos de publicação dos resultados selecionados da RBA.....	114
Tabela 4: Processo de seleção dos Documentos – Periódicos CAPES.....	225
Tabela 5: Análise da bibliografia – Periódicos CAPES.....	226
Tabela 6: Processo de Seleção dos Documentos – Teses e Dissertações UFPR..	227
Tabela 7: Análise da bibliografia – Banco de Teses e Dissertações UFPR	227
Tabela 8: Processo de Seleção dos Documentos – Google Acadêmico.....	228
Tabela 9: Análise da bibliografia – Google Acadêmico	229
Tabela 10: Processo de Seleção dos Documentos – Web of Science.....	230
Tabela 11: Análise da bibliografia – Web of Science	230
Tabela 12: Processo de Seleção dos Documentos – Scopus.....	231
Tabela 13: Análise da bibliografia – Scopus.....	232
Tabela 14: Processo de construção final.....	233

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ACT – Admissão de Professores em Caráter Temporário

AD – Audiodescrição

AIPD – Ano Internacional das Pessoas Deficientes

3D - Tridimensional

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABS – Acrilonitrila Butadieno Estireno

APAEs – Associações de Pais e Amigos dos Excepcionais

BLE – Bluetooth Low Energy

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CAD – Computer Aided Design

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP/SD – Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

CNC – Controle Numérico por Computador

CONADE – Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa Portadora de Deficiência

CENESP – Centro Nacional de Educação Especial

CORDE – Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência

DSR – Design Science Research

DUA – Design Universal para Aprendizagem

EA – Especialista em Acessibilidade

EAB – Escolinha de Arte do Brasil

EADV – Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual

EEA – Especialista em Educação Artística

EEDV – Especialista Empírico em Deficiência Visual

EEPROM – Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

EJA – Educação de Jovens Adultos

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

EPR – Especialista em Prototipagem Rápida

E.V.A. – Acetato-vinilo de etileno

FABLAB – Fabrication Laboratory

FACE – Fundação de Assistência à Criança Cega

FDM – Fusion Deposition Modeling

GPIOs – General Purpose Input/Output

IBC – Instituto Benjamin Constant

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IICTBAS - Instituto de Informação e Comunicação Tecnológico da Academia de Ciências da Bulgária

KB - Quilobyte

LABERG – Laboratório de Ergonomia e Usabilidade

LAPAC – Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção

LDB – Lista de Diretrizes e Bases da Educação

MA – Miliampere

MB - Megabyte

MEA – Movimento de Escolinhas de Arte

MEC – Ministério da Educação

MHZ - Megahertz

MIT – Massachusetts Institute of Technology

ONGs – Organizações não Governamentais

ONU – Organização das Nações Unidas

P - Pesquisadora

PCC – Projeto de Conclusão de Curso

PCD – Pessoa com deficiência

PCL - Policaprolactona

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

PEEK – Poliéter éter cetona

PLA – Ácido Polilático

PRONTO 3D – Laboratório de Prototipagem e Novas Tecnologias Orientadas ao 3D

PUC – Pontifícia Universidade Católica

PVC – Policloreto de Polivinila

QR Code – Quick Response Code

RAM – Memória de Acesso Aleatório

RBA – Revisão Bibliográfica Assistemática

RBS – Revisão Bibliográfica Sistemática

RPG – Role-playing Game

SD Card – Secure Digital Card

SPB/Brasil – Sociedade Pestalozzi do Brasil

SPI – Serial Peripheral Interface

STL – Stereolithography

TA – Tecnologia Assistiva

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TPU – Poliuretano Termoplástico

UFBA – Universidade Federal da Bahia

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USB – Universal Serial Bus

UTL – Universidade Técnica de Lisboa

WIFI – Wireless Fidelity

LISTA DE SÍMBOLOS

@ - arroba

Ω - ohm

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	24
1.1 CONTEXTO	24
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	27
1.3 OBJETIVOS	29
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	29
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
1.4 PRESSUPOSTOS.....	29
1.5 JUSTIFICATIVA	30
1.6 ESCOPO DE PESQUISA.....	32
1.7 VISÃO GERAL DO MÉTODO	32
1.8 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	34
2 INCLUSÃO EDUCACIONAL DE PESSOAS CEGAS	36
2.1 CEGUEIRA E INCLUSÃO EDUCACIONAL	36
2.2 ACESSIBILIDADE NO ENSINO DE ARTES	44
2.3 MATERIAIS DIDÁTICOS INCLUSIVOS	53
3 IMAGENS AUDIOTÁTEIS	57
3.1 PERCEPÇÃO ATRAVÉS DO TATO	68
3.1.1 IMPRESSÃO 3D	73
3.2 PERCEPÇÃO ATRAVÉS DA AUDIÇÃO	78
3.2.1 PLACAS ELETRÔNICAS	82
4 MÉTODO DE PESQUISA	93
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	93
4.2 FASE 1: COMPREENSÃO DO PROBLEMA.....	97
4.2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA	98
4.2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA ASSISTEMÁTICA	100
4.2.3 ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS	100
4.2.4 QUESTIONÁRIOS	101
4.3 FASE 2: DIRETRIZES DE TRADUÇÃO.....	102
4.4 FASE 3: TRADUÇÃO AUDIOTÁTIL.....	103
4.4.1 SELEÇÃO DAS IMAGENS BIDIMENSIONAIS	104
4.4.2 MODELAGEM DIGITAL	104
4.4.3 IMPRESSÃO 3D	105

4.4.4 PROGRAMAÇÃO DA PLACA ELETRÔNICA	105
4.4.5 AUDIODESCRIÇÃO	105
4.4.6 FINALIZAÇÃO	106
4.5 FASE 4: AVALIAÇÃO	106
4.6 FASE 5: RESULTADOS	107
5 DIRETRIZES DE IMAGENS AUDIOTÁTEIS	108
5.1 COMPREENSÃO DO PROBLEMA	108
5.1.1 REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS	108
5.1.2 ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS	114
5.1.3 QUESTIONÁRIO	118
5.2 DIRETRIZES DE TRADUÇÃO	125
5.3 TRADUÇÃO AUDIOTÁTIL	136
5.3.1 SELEÇÃO DAS IMAGENS BIDIMENSIONAIS	137
5.3.2 MODELAGEM DIGITAL E IMPRESSÃO 3D	142
5.3.2.1 Testes de Modelagem e Impressão	142
5.3.2.2 Botões	154
5.3.2.3 Modelagem e Impressão 3D Final	158
5.3.2.4 Caixa Base	161
5.3.2.5 Pós-processamento	163
5.3.3 PROGRAMAÇÃO DA PLACA ELETRÔNICA	164
5.3.4 AUDIODESCRIÇÃO	167
5.3.5 FINALIZAÇÃO	172
5.4 AVALIAÇÃO	174
5.5 DIRETRIZES FINAIS	183
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	201
6.1 CONCLUSÕES	201
6.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	203
6.3 DESDOBRAMENTOS FUTUROS	203
REFERÊNCIAS	205
APÊNDICE 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA (RBS)	223
APÊNDICE 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	
UTILIZADO NA ENTREVISTA	237
APÊNDICE 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	
UTILIZADO NO QUESTIONÁRIO	240

APÊNDICE 4 – ENTREVISTA COM UMA ESPECIALISTA EM PROTOTIPAGEM RÁPIDA.....	243
APÊNDICE 5 – ENTREVISTA COM UMA ESPECIALISTA EM ACESSIBILIDADE	
247	
APÊNDICE 6 – ENTREVISTA COM UMA ESPECIALISTA EM EDUCAÇÃO ARTÍSTICA	256
APÊNDICE 7 – ENTREVISTA COM UM ESPECIALISTA EMPÍRICO EM DEFICIÊNCIA VISUAL	262
APÊNDICE 8 – ENTREVISTA COM UM ESPECIALISTA EM AUDIODESCRIÇÃO E DEFICIÊNCIA VISUAL	268
APÊNDICE 9 – ROTEIRO DO QUESTIONÁRIO.....	276
APÊNDICE 10 – PROGRAMAÇÃO DA PLACA ELETRÔNICA.....	279
APÊNDICE 11 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS DO TESTE DE COMPREENSÃO NA FACE	283
APÊNDICE 12 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS DO TESTE DE COMPREENSÃO NA BIBLIOTECA PÚBLICA	286
APÊNDICE 13 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAÍS E RESPONSÁVEIS (PARTICIPANTES MENORES DE 18 ANOS) DO TESTE DE COMPREENSÃO NA FACE	289
APÊNDICE 14 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE (PARTICIPANTES ENTRE 12 E 18 ANOS) DO TESTE DE COMPREENSÃO NA FACE	292
APÊNDICE 15 – PROTOCOLO DO TESTE DE COMPREENSÃO.....	296

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa apresentada nesta dissertação propõe um conjunto de diretrizes de tradução de imagens bidimensionais a imagens audiotáteis, com base no Desenho Universal, para aplicação no ensino de artes tendo em vista a acessibilidade de pessoas cegas. Para tal elaboração, foram utilizadas como base diretrizes produzidas pelo Grupo de Pesquisa do Laboratório de Ergonomia e Usabilidade (LABERG), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), por discentes por meio de suas pesquisas de mestrado e doutorado.

Como participante do laboratório e do grupo de pesquisa, a escolha pelas principais diretrizes justifica-se pela oportunidade de validação das instruções de Sanches (2018) e sua ampliação que vem sendo desenvolvida em nível de doutorado (SANCHES, 2021, não publicado). Desse modo, acredita-se propício que duas pesquisas caminhem juntas e proporcionem benefícios mútuos, além de uma aceleração de forma geral — o que traz privilégios não só para as alunas como também para o grupo de pesquisa e comunidade.

Neste capítulo, será possível obter uma primeira compreensão da pesquisa a ser realizada através do contexto e do problema de pesquisa, seguido pelos objetivo geral e específicos, pressupostos, justificativa, visão geral do método e estrutura da dissertação.

1.1 CONTEXTO

De acordo com a Organização das Nações Unidas - ONU, estima-se haver no mundo 1 bilhão de pessoas que apresentam algum tipo de deficiência (ONU, 2016). No contexto brasileiro, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) informa em seu último censo que 23% da população brasileira afirma ter algum tipo de deficiência, onde 7,5% das crianças e pré-adolescentes (0 a 14 anos de idade) apresentam pelo menos um tipo de deficiência. No contexto da Região Sul do Brasil, os três estados de forma conjunta (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) possuem a maior população de pessoas com algum tipo de deficiência acima de 15 anos sem instrução e ensino fundamental incompleto, com 62,6% da população com alguma deficiência fora de salas de aula (IBGE, 2010), dado que

ressalta que os alunos com deficiências diversas enfrentam obstáculos para sua permanência no contexto educacional.

A deficiência visual é apontada como a deficiência com mais incidência entre os brasileiros, atingindo 35.324.392 de habitantes (IBGE, 2010). Esse número representa 77,45% das pessoas que declaram possuir pelo menos uma das deficiências investigadas (visual, auditiva, motora e mental/intelectual). De acordo com a Pesquisa Nacional de Saúde, realizada pelo IBGE em 2013, o número de brasileiros que apresentam deficiência visual em idade escolar, considerando o ensino infantil, fundamental e médio, representados pela faixa etária de 0 a 17 anos, é de 507 mil habitantes.

No que se refere à classificação, o IBGE delimita a deficiência visual em três categorias. Alguma dificuldade de enxergar (29.211.482 de pessoas), Grande dificuldade de enxergar (6.056.533 de pessoas) e Não consegue enxergar, representada por um total de 506.377 pessoas. As duas primeiras classificações são também denominadas como “baixa visão”, enquanto a classificação “Não consegue enxergar” é considerada como “cegueira” — onde a pessoa apresenta desde a perda total da visão até uma ausência de percepção luminosa (IBGE, 2010; QUEVEDO; ULBRICHT, 2011; SANCHES, 2018).

Os dados apresentados ressaltam a necessidade de mais ações para inclusão de pessoas com deficiência visual, especialmente no meio educativo, que se configura como um dos primeiros meios de socialização e aprendizado. A dificuldade de aprendizagem de um(a) aluno(a) em particular, nesse caso aquele (a) com deficiência visual, algum tempo atrás poderia ser pensada apenas como resultado de uma complexidade do próprio sujeito, enquanto atualmente pode ser considerada a partir de um ciclo completo de entradas e saídas e da rede de relações que envolvem o(a) estudante. Nesse contexto, podem ser consideradas tanto suas relações escolares como também ambientais (relações familiares, de amizade, entre outras), incluindo também os materiais e métodos — o que proporciona uma visão mais holística sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Desta forma, a acessibilidade escolar deve ser considerada de forma abrangente, relacionada ao meio, visando sempre a inclusão do estudante. De acordo com o tópico 3.1 da Norma Brasileira ABNT 15599 de 25 de agosto de 2008, a Acessibilidade é definida como a possibilidade e condição de alcance para utilização do meio físico, meios de comunicação, produtos e serviços por pessoas

com deficiência. A escola nesse caso é portadora de uma responsabilidade social e deve refletir e organizar as formas pelas quais a aprendizagem acontece através do desenvolvimento de diferentes conteúdos e habilidades dos estudantes, promovendo o ensino plural, acessível e inclusivo (RIBEIRO; MORAES; FAVERE, 2013).

Existe uma necessidade de que o ambiente escolar seja inclusivo para essa população não só no que se refere à infraestrutura arquitetônica, como também os materiais didáticos utilizados no processo de ensino e aprendizagem, que podem ser definidos, de forma geral, como os produtos pedagógicos utilizados na educação (BANDEIRA, 2009). Por serem aplicados em inúmeras situações educacionais, precisam ser acessíveis a qualquer tipo de público, independentemente de suas possíveis desabilidades e dificuldades (SANCHES, 2018).

Dentro do currículo escolar, a disciplina Educação Artística demonstra-se essencial, por oferecer contato com expressões artísticas de diferentes culturas e momentos históricos. Para o aluno cego, o contato com esse meio extremamente visual torna-se difícil, necessitando-se recursos didáticos inclusivos para o estímulo de outros sentidos, como a percepção promovida pela audição e pelo tato (BATISTA; LEITE; FERREIRA, 2017).

Nas aulas de Artes, as imagens demonstram-se um recurso didático muito utilizado, onde a grande maioria das produções artísticas é demonstrada através do meio visual. Através da impossibilidade de uma pessoa cega receber informações de uma imagem bidimensional em questão, é recomendável a sua tradução para imagens audiotáteis. Os estímulos auditivos e táteis permitem a exploração da imagem por estudantes cegos, que obtém informações sobre pontos, linhas, áreas, volumes, além de descrições e contextualizações sobre as obras, através de, por exemplo, audiodescrições. Essa técnica permite o acesso cultural, caracterizando-se como um serviço de tradução em palavras de tudo o que é visual, mantendo-se a objetividade e relevância da descrição (NUNES et al., 2011).

Em combinação, os estímulos táteis e auditivos são necessários para o aprendizado de pessoas com deficiência visual na disciplina artística e se mostram fundamentais em materiais didáticos e objetos de aprendizagem acessíveis, a fim de formar conhecimentos multissensoriais completos e significativos dentro das atividades realizadas em sala de aula.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Apesar de avanços em infraestrutura e mobilidade em comparação com décadas anteriores proporcionados, por exemplo, pela ABNT 9050 (2020), que indica o uso do Desenho Universal, a realidade dos brasileiros com deficiência que frequentam o ambiente escolar ainda não se demonstra totalmente favorável, já que nem todos os direitos são garantidos de forma prática. Entre as principais dificuldades encontradas do ponto de vista do design no ambiente escolar por alunos com deficiências estão: o mobiliário inadequado da sala de aula; a falta e/ou mal estado das tecnologias assistivas utilizadas pelos alunos (ROCHA; DELIBERATO, 2012); a insuficiência de material inclusivo que proporcione interação entre pessoas deficientes e não deficientes (JACOB; CARDOSO, 2018); e a falta de materiais didáticos adequados, como por exemplo, falta de materiais didáticos táteis (HEIDRICH; RADAI, 2018) e com estímulos auditivos (SANCHES, 2021).

Os materiais didáticos normalmente utilizados de forma abrangente pelas escolas usam de fotografias e imagens como forma de transmissão do conhecimento — o que muitas vezes dificulta a apreensão dos conteúdos por pessoas que não possuem a visão. Como meio de inclusão em sala de aula, são criadas iniciativas que busquem através de modelos ou imagens tridimensionais, com estímulos táteis e/ou auditivos, proporcionar a inclusão.

Nos resultados obtidos na Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) realizada (Apêndice 1), destaca-se nos documentos analisados que houve maior aplicação das imagens táteis e dos modelos produzidos para o ensino de Geografia (35,6%), representada pelos mapas táteis aplicados em diversos contextos, não abordando de forma extensa o meio artístico e menos ainda o ensino de artes. Dessa forma, é possível que o (a) estudante não demonstre interesse na disciplina por não entender, de forma efetiva, o assunto tratado em sala de aula em questões relativas às obras de arte, como perspectiva, volume, textura entre outros. Além disso, o não entendimento do conteúdo poder ocasionar o sentimento de exclusão no aluno, dificultando sua inclusão no contexto escolar, além de transformar a disciplina em um momento somente de lazer, sem ganhos escolares e com seu desenvolvimento crítico e artístico sendo negativamente comprometidos.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs direcionados ao ensino fundamental, o ensino de artes auxilia a criar e perceber formas visuais, o que implica em

trabalhar frequentemente com as relações entre os elementos que as compõem, tais como ponto, linha, plano, cor, luz, movimento e ritmo. As articulações desses elementos nas imagens dá origem à configuração de códigos que se transformam ao longo dos tempos. Tais normas de formação das imagens podem ser assimiladas pelos alunos como conhecimento e aplicação prática recriadora e atualizada em seus trabalhos, conforme seus projetos demandem e sua sensibilidade e condições de concretizá-los permitam. O aluno também cria suas poéticas onde gera códigos pessoais (1997).

Percebe-se então a importância da visualização e compreensão do aluno sobre os conteúdos apresentados em sala de aula, mais especificamente no que se trata da imagem e dos estímulos visuais de uma forma geral, reforçando a necessidade do uso de imagens audiotáteis que permitam que pessoas com deficiência visual também tenham acesso garantido ao conteúdo proporcionado no âmbito escolar.

Observou-se também, nas revisões de literatura, a ausência de diretrizes que sistematizem de forma mais objetiva a criação de imagens audiotáteis. Alguns autores como Gual, Puyuelo e Lloveras (2011) e Sanches (2018) relatam essa carência, mencionando a necessidade da criação e definição de diretrizes direcionadas à área em que a imagem audiotátil deverá ser aplicada, já que não existem critérios estabelecidos ou normas oficiais para a sua criação, onde os requisitos utilizados dependem muito da experiência particular de cada *designer* que projeta as imagens audiotáteis (GUAL; PUYUELLO; LLOVERAS, 2011).

Com base na lacuna existente de materiais didáticos direcionados às pessoas cegas, tal como as imagens audiotáteis, e considerando-se a necessidade da inclusão no contexto escolar, mais especificamente na área da educação artística, esta dissertação busca responder a seguinte pergunta: **Como proporcionar a acessibilidade de imagens bidimensionais presentes em materiais didáticos para estudantes cegos no ensino de Artes?**

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Estabelecer diretrizes de tradução de imagens bidimensionais a imagens audiotáteis para a acessibilidade de estudantes cegos no ensino de Artes.

1.3.2 Objetivos específicos

- Descrever a representação de imagens audiotáteis no ensino e aprendizagem de pessoas cegas;
- Delimitar diretrizes para a tradução de imagens bidimensionais a imagens audiotáteis no ensino de Artes;
- Aplicar as diretrizes no desenvolvimento de duas imagens audiotáteis para o ensino de Artes através da impressão 3D e placas eletrônicas;
- Avaliar a aplicabilidade das imagens audiotáteis produzidas com pessoas com deficiência visual.

1.4 PRESSUPOSTOS

Nesse trabalho, as diretrizes são destinadas ao público com deficiência visual, mais especificamente ao público cego. A fim de ampliar a abrangência, utiliza-se o conceito de desenho universal, de forma a inserir pessoas com baixa visão, bem como propiciando às pessoas sem deficiência visual uma experiência audiotátil. Desta forma, um maior número possível de alunos será capaz de aprender juntos sem a necessidade de uma grande quantidade e diferentes tipos de materiais (BRAIER et al., 2014).

O Desenho Universal, na área da educação, possui um significado de provisão de acesso igualitário ao aprendizado e não somente à informação, favorecendo a inclusão dentro da sala de aula e promovendo um processo de ensino-aprendizagem palpável (COUNCIL FOR EXCEPTIONAL CHILDREN, 2005). Dentre os sete princípios do Design Universal (uso equitativo; flexibilidade de uso;

uso intuitivo; informação perceptível; tolerância ao erro; baixo esforço físico; e tamanho e espaço para acesso e uso), o princípio da informação perceptível é o mais próximo ao tema da pesquisa. A maior aderência a este princípio se deve à compreensão de conteúdos educativos, que visam comunicar as informações necessárias de forma efetiva ao usuário, independentemente do ambiente ou habilidades sensoriais do usuário (SANCHES, 2018).

Foram abordadas as duas classificações de imagens no que concerne à sua espacialidade, sendo elas as imagens bidimensionais e tridimensionais/táteis, que, no âmbito acessível, possuem o objetivo de possibilitar às pessoas cegas o acesso de imagens ilustrativas, artísticas e/ou pedagógicas (VALENTE, 2009). Além disso, foram abordadas também as imagens audiotáteis, que forneceram estímulos táteis em conjunto com estímulos auditivos.

Para a escolha das imagens bidimensionais e a posterior aplicação das imagens audiotáteis, foi selecionada a área de Artes. Como forma de tradução das imagens, adotou-se de forma majoritária as recomendações produzidas por Sanches (2021). Além disso, foram utilizadas outras diretrizes devidamente referenciadas encontradas através da RBS, da Revisão Bibliográfica Assistemática (RBA), de questionários, de entrevistas e da avaliação das imagens audiotáteis.

Já a impressão 3D foi escolhida como tecnologia de prototipagem rápida porque se caracteriza como um recurso que permite o acesso de pessoas com deficiência visual aos materiais educacionais de forma tátil (GRUEWALD, 2014). No que concerne à parte auditiva, este foi composto de placas eletrônicas disponíveis no mercado, utilizando-se da técnica de audiodescrição: uma tradução em palavras de tudo que é visual (NUNES; MACHADO; VANZIN, 2011).

1.5 JUSTIFICATIVA

Esta dissertação justifica-se por duas razões principais: pelo aporte à inclusão de pessoas cegas no âmbito escolar, através da acessibilidade de materiais didáticos por meio do design universal; e pela contribuição acadêmica ao campo de design e acessibilidade.

A inclusão social e a acessibilidade são justificadas por serem um direito garantido pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), no qual pessoas com

deficiência possuem seus direitos sociais assegurados no Artigo 6º, onde entre as garantias citadas, encontra-se o direito à educação. Mesmo assim, muitas vezes não é possível encontrar em todos os ambientes escolares materiais didáticos adequados para pessoas com deficiência e a falta deste material gera uma aprendizagem baseada apenas na forma verbalizada, muitas vezes desvinculada da realidade (CERQUEIRA; FERREIRA, 2000). Além disso, os autores ressaltam que materiais didáticos, como as imagens audiotáteis, podem suprir lacunas na aquisição de informações do (a) estudante, e o manuseio deles possibilita o treinamento da percepção tátil e auditiva.

Apesar de algumas iniciativas, como, por exemplo, as 22 materializações realizadas com impressão 3D identificadas nos documentos selecionados pela RBS, muitos desses materiais didáticos são feitos de forma isolada. Além disso, muitas vezes também são utilizados materiais que apesar de possuírem um preço acessível, são mais perecíveis e estão mais suscetíveis ao desgaste no uso, causando uma deteriorização mais acelerada, como papéis, E.V.A¹. e biscuit². Ressalta-se que apesar do número quase igualitário de materiais didáticos produzidos por impressão 3D e por outros materiais nos documentos selecionados, muitas produções realizadas no âmbito bidimensional que se utilizam de materiais mais frágeis não foram classificadas pela RBS. Isto mostra que existem inúmeros materiais didáticos que não atendem os requisitos de durabilidade obrigatórios em um material didático acessível para que seu tempo de vida seja útil seja prolongado.

Ademais, uma lacuna informacional foi percebida por meio da RBS, em documentos acadêmicos que abordavam o assunto da acessibilidade de modelos e imagens tridimensionais utilizados como material didático para pessoas com deficiência visual, através de estímulos táteis e auditivos. Dentre os 41 resultados encontrados, apenas 24% foram aplicados dentro da educação básica (brasileira e internacional) e somente 19,5% dos resultados se tratavam de aplicações relativas à área do conhecimento da Arte. A grande maioria está relacionada à acessibilidade em museus (92,7%), com apenas três documentos apresentando a relação entre a educação básica e o ensino de Artes. Entre estes, apenas um deles foi fabricado utilizando-se impressão 3D (MOREIRA; PERIOTTO; TENÓRIO, 2020).

¹ O E.V.A. é um polímero emborrachado, obtido através do copolímero de etileno-acetato de vinila.

² O biscuit, também conhecido por porcelana fria, é uma massa feita a partir da mistura de amido de milho, conservantes, cola branca e vaselina.

Do ponto de vista do campo do design e acessibilidade, a criação de diretrizes para produção de imagens audiotáteis para o ensino de Artes mostra-se necessária já que outros pesquisadores, ao necessitarem desenvolvê-las, terão informações sobre a aplicação prática de diretrizes específicas para essa área. Além disso, o passo a passo da construção da imagem audiotátil em uma área que possui uma lacuna expressiva, como afirmado anteriormente, possibilita a outros pesquisadores um suporte no momento de desenvolverem seus projetos, e consequentemente, seus protótipos e/ou modelos.

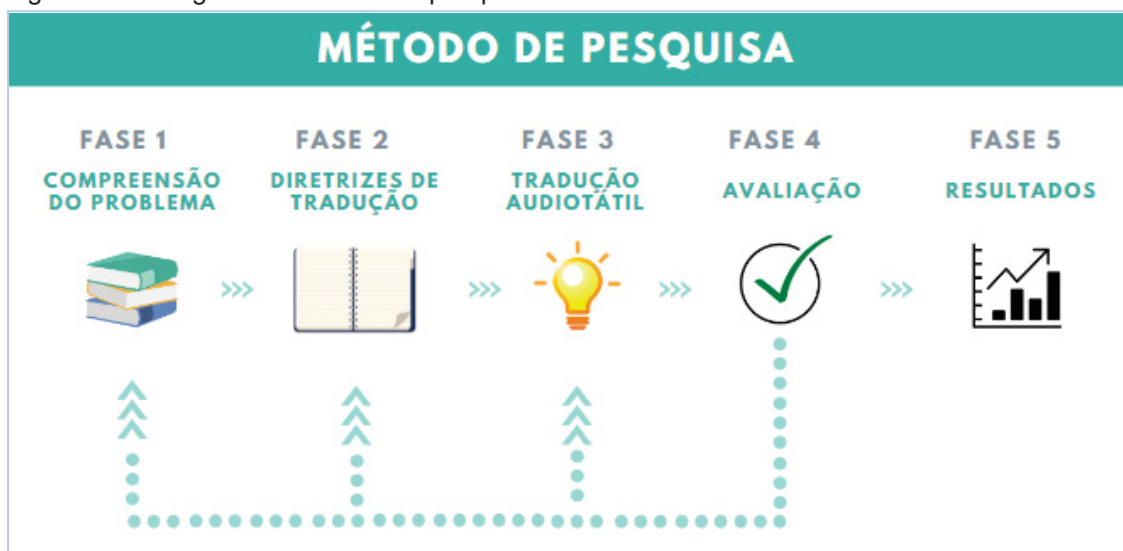
1.6 ESCOPO DE PESQUISA

Esta pesquisa possui como objeto de estudo imagens audiotáteis e tem como foco a sua tradução a partir de imagens bidimensionais, por meio da delimitação de diretrizes de tradução aplicadas ao ensino de Artes. Para sua avaliação, serão desenvolvidos modelos e/ou protótipos de imagens audiotáteis produzidas por meio da impressão 3D e placas eletrônicas, utilizando-se também da audiodescrição, finalizando com a avaliação da interação entre as imagens audiotáteis e pessoas com deficiência visual.

1.7 VISÃO GERAL DO MÉTODO

O método utilizado nessa pesquisa é uma adaptação da Design Science Research apresentada em Santos (2018). É dividido em cinco fases (Figura 1), sendo elas: Compreensão do Problema; Diretrizes de Tradução; Tradução Audiotátil; Avaliação; e Resultados. Caso seja necessário, é possível reiniciar alguma etapa anterior para pesquisar e modificar algum ponto em específico.

Figura 1: Visão geral do método de pesquisa



Fonte: a autora (2020)

A primeira fase, titulada como **Compreensão do Problema**, busca a assimilação de forma geral dos pontos principais que envolvem o objeto de pesquisa: as imagens audiotáteis. Essa fase tem os seguintes resultados: mapeamento da literatura; definição do problema de pesquisa; objetivo geral; objetivos específicos; fundamentação teórica da dissertação; e compreensão das necessidades de representação das imagens audiotáteis no ensino aprendizagem de pessoas cegas. Para alcançar esse resultado, foram feitas uma RBA e uma RBS, além da utilização de técnicas como a entrevista semiestruturada e o questionário.

Já a segunda fase, **Diretrizes de tradução**, tem como objetivo a proposição das diretrizes de tradução de imagens bidimensionais a imagens audiotáteis, por meio da tabulação dos dados encontrados até o momento, com as técnicas descritas na fase anterior.

A terceira fase, **Tradução audiotátil**, colocou em prática as diretrizes, através da produção de protótipos das imagens audiotáteis, que serão testados e avaliados na fase seguinte.

Na quarta fase, denominada **Avaliação**, foram testados tanto o conjunto de imagens audiotáteis produzidos como, consequentemente, as diretrizes de tradução. Caso exista a necessidade, é possível voltar a alguma fase anterior para rever e aprofundar a pesquisa, visando que as modificações sejam aplicadas nas diretrizes e nos protótipos.

Por fim, a quinta fase, **Resultados**, expõe os resultados obtidos na pesquisa, por meio de textos explicativos e representações gráficas, finalizando com as conclusões gerais da pesquisa, além das limitações e possíveis desdobramentos futuros.

1.8 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está dividida em seis capítulos, dispostos conforme os tópicos abaixo:

- **Capítulo 1:** capítulo onde se discorre a introdução da dissertação, abordando informações como o contexto, problema e pergunta de pesquisa, objetivo principal e objetivos específicos, pressupostos, justificativa, escopo da pesquisa, visão geral do método e, por fim, a estrutura da dissertação.
- **Capítulo 2:** denominado “Inclusão Educacional de Pessoas Cegas”, o capítulo de referencial teórico aborda um breve histórico da inclusão educacional de pessoas com deficiência visual, define o conceito de cegueira e discorre sobre as tecnologias assistivas em contexto escolar, como por exemplo, os materiais didáticos inclusivos.
- **Capítulo 3:** o capítulo “Imagens Audiotáteis” irá tratar de temas como a percepção através da audição e do tato por pessoas cegas, e demonstra casos de utilização de imagens audiotáteis e táteis de maneira abrangente e na educação artística. Além disso, aponta a impressão 3D e as placas eletrônicas como meios para a fabricação de materiais didáticos acessíveis, e comenta sobre a audiodescrição como um recurso para promover os estímulos auditivos a pessoas cegas.
- **Capítulo 4:** capítulo dedicado à explanação da caracterização da pesquisa e dos procedimentos metodológicos.

- **Capítulo 5:** aborda as cinco fases da pesquisa: Compreensão do Problema; Diretrizes de Tradução; Tradução Audiotátil; Avaliação; e Resultados.
- **Capítulo 6:** refere-se às considerações finais, abordando as conclusões gerais da pesquisa e o resultado final obtido. Também comenta as limitações da pesquisa e os desdobramentos futuros.

2 INCLUSÃO EDUCACIONAL DE PESSOAS CEGAS

Este capítulo de referencial teórico expõe aspectos sobre a inclusão educacional de pessoas cegas, considerados neste trabalho para promover a educação inclusiva no ensino de Artes por meio de imagens audiotáteis, proporcionando assim a acessibilidade de imagens bidimensionais em materiais didáticos para estudantes deficientes visuais.

Inicia com um histórico da inclusão educacional de pessoas cegas na educação básica desde o Brasil Imperial até os dias atuais. Discute a acessibilidade no ensino de artes, onde traz um breve histórico do ensino de Artes no Brasil, além de uma análise dos PCNs e das diretrizes da Base Nacional Comum Curricular – BNCC direcionados ao ensino de artes. Apresenta também os conceitos de Desenho Universal, Tecnologia Assistiva, educação inclusiva e cegueira. Posteriormente, discorre sobre tecnologias assistivas utilizadas no contexto escolar, como é o caso dos materiais didáticos inclusivos.

2.1 CEGUEIRA E INCLUSÃO EDUCACIONAL

O termo “deficiência visual” se refere à perda total da visão (cegueira) ou perda parcial (baixa visão), não sendo passível de correção por meio de lentes (SANTOS; SILVA, 2013). A cegueira, neste contexto, faz referência à pessoa totalmente cega, que pode ter nascido dessa forma (congenita) ou tendo adquirido a deficiência visual durante a vida por doença ou acidente (adquirida). Para que a educação desse público seja feita de forma adequada, com a garantia de seus direitos como cidadãos, é indispensável que ele seja educado a partir de uma educação inclusiva.

A educação inclusiva se demonstra como um paradigma educacional fundamentado na concepção dos direitos humanos (SILVA, 2012), e busca proporcionar educação a todos, valorizando assim a igualdade de oportunidades, promovendo a diversidade na sala de aula. As políticas educacionais vigentes no país sobre a inclusão permitem que crianças e adolescentes com deficiência visual frequentem os mesmos ambientes que outros estudantes que não apresentam deficiência — o que configura o ambiente escolar como diverso. Apesar de a

situação atual brasileira apresentar diversos pontos que devem ser melhorados para que essa inclusão seja efetiva, como, por exemplo, a falta de material adaptado (PAGANO; MARTINS, 2014) e a fala do professor como único meio de aprendizagem (NUNES, 2004), a situação da inclusão vem melhorando ao longo do tempo.

Ainda que atualmente tenhamos políticas e leis que defendam a inclusão escolar, nem sempre a inclusão foi um objetivo a ser cumprido na educação brasileira. Para ilustrar esse processo no âmbito brasileiro, na educação básica, foi desenvolvido um resumo da história da educação de cegos no Brasil, através de uma linha do tempo (Figura 2) que abrange do Brasil Imperial ao período atual, da Nova República³.

³ A linha do tempo se inicia a partir da Independência do Brasil porque não foram encontrados dados significativos sobre a educação de cegos no Brasil durante o período colonial.

Figura 2: Linha do tempo sintética da História da Educação de Cegos no Brasil

HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO DE CEGOS NO BRASIL

- BRASIL IMPERIAL (1822 - 1888)
- REPÚBLICA VELHA (1889 - 1930)
- ERA VARGAS (1930 - 1945)
- REPÚBLICA POPULISTA (1945 - 1964)
- DITADURA MILITAR (1964 - 1985)
- REPÚBLICA NOVA (1985 - ATUALMENTE)



Fonte: a autora (2022) com base em Jannuzzi (2017)

O primeiro período selecionado é o **Brasil Imperial (1822-1888)**, caracterizado por uma sociedade rural e desescolarizada onde foi possível silenciar completamente os deficientes, que normalmente eram escondidos dentro das casas ou em postos de trabalho fora de vista do público em geral (JANNUZZI, 2017). Em

1824 é criada a primeira Constituição Brasileira, onde existe a premissa da educação primária e gratuita a todos — o que não aconteceu de forma completa, já que a educação nesse período é marcada por uma elitização, onde, em sua grande maioria, apenas filhos de uma elite imperial e latifundiária eram alfabetizados e educados (JANNUZZI, 2017). Neste mesmo ano, em nível internacional, é criado o Braille (sistema de leitura para cegos através de caracteres em relevo) por Louis Braille, a partir do seu contato com o Instituto dos Jovens Cegos de Paris, fundado em 1784.

Em 1854, é criado o Imperial Instituto dos Meninos Cegos, seguindo os mesmos princípios e bases do Instituto dos Jovens Cegos de Paris. O atendimento, intermediado por nomes importantes da época, era precário e visava apenas uma porcentagem diminuta dos deficientes visuais brasileiros, já que o Instituto atendia apenas 35 alunos cegos, em 1874, quando a população de deficientes visuais já era de 15.848 em 1872 (JANNUZZI, 2017).

Em 1889 inicia-se a **República Velha (1889-1930)**. No início do período, o Imperial Instituto dos Meninos Cegos muda de nome para “Instituto Benjamin Constant” (JANNUZZI, 2017), nome que se mantém ainda hoje. É durante este período que é criada a primeira escola da Sociedade Pestalozzi (SPB/Brasil), apresentada como uma associação sem fins lucrativos que possui uma abrangência em todo o território nacional e se dedica a promover o estudo, assistência, tratamento, educação e ajustamento social de crianças e adolescentes portadores de necessidades especiais (SOCIEDADE PESTALOZZI DO BRASIL, s.a.). A Sociedade é criada em um contexto onde existia a preocupação com a constituição de classes homogêneas, ou seja, com o ensino para pessoas consideradas deficientes separados do restante da população (JANNUZZI, 2017). Era aplicado majoritariamente um método de ensino baseado no enfoque psicológico, que também foi aplicado nas Associações de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAES) a partir de sua criação em 1954.

Na década de 1920, são feitas algumas reformas que isentam o estudo de crianças com “incapacidade física e mental” apesar de outras reformas preverem escolas ou classes especiais para tais estudantes — defendendo a segregação. Um exemplo dessas reformas é a Lei 1.750/1920 do estado de São Paulo, que cita a isenção escolar de meninos e meninas “quando sofrerem de incapacidade física ou

mental, ou moléstia contagiosa ou repulsiva” (JANNUZZI, 2017 *apud* SÃO PAULO, 1920).

Em 1930, é iniciado o período conhecido como **Era Vargas (1930-1945)**, onde se inicia a formação de associações em torno da deficiência de forma mais acelerada. Juntamente com o início do Estado Novo, o Instituto Benjamin Constant interrompe seu funcionamento para reformas e permanece fechado para atendimento às crianças e adolescentes até o ano de 1944. Apesar disso, durante o tempo em que esteve fechado para atendimento, inaugurou a primeira imprensa Braille do Brasil em 1943 (JANNUZZI, 2017).

Nesse contexto a escola encarregava-se de selecionar os considerados “anormais” (por meio de expectativas sociais), mantendo sempre uma comparação do que era definido no momento como “normalidade”. Desse modo, os estudantes são definidos por palavras ainda usadas atualmente com teor pejorativo, como “retardados” e “atrasados” quando considerados “anormais”, ou seja, quando apresentam um comportamento diferente em relação àquele esperado pela sociedade (JANNUZZI, 2017).

Já em 1945, o Brasil estabeleceu o Braille como sistema oficial de leitura para cegos — 109 anos após sua aprovação na França —, influenciando seu uso de forma mais abrangente no ensino de deficientes visuais (LEMOS; CERQUEIRA, 2014).

Em 1945, inicia-se a **República Populista**, que durou até 1964. No início do período, em 1946, promulga-se a nova Constituição pós-ditadura, que reafirma o projeto de redemocratização do país e assegurava a legislação sobre as Leis de Diretrizes e Bases da Educação (LDBs), prevendo sua elaboração. É nesse mesmo ano que acontece a criação da Fundação para o Livro do Cego no Brasil, criada por Dorina Noewill e Adelaide Reis Magalhães. Também é nesse período pós Segunda Guerra Mundial, em razão da quantidade de pessoas mutiladas (muitas delas cegas) e com traumas psicológicos, que se realiza a Declaração Universal dos Direitos Humanos, aprovada em Paris. Na declaração, são incluídas passagens que reforçam o direito à educação, treinamento, reabilitação e orientação do público para que pudessem assim regressar à vida em sociedade (JANNUZZI, 2017).

Já em 1961, é criada a primeira LDB, onde aparece a educação de alunos com deficiências, destacando-se a preferência pela sua educação no ensino regular (JANNUZZI, 2017). Apesar da educação dos deficientes ser assegurada por lei

desde a primeira constituição brasileira em 1824, através da afirmação da educação ser um direito de todos, é a primeira vez que se faz referência à preferência por salas integradas e não pelo ensino separado.

A crise econômica e a instabilidade política se propagam no país no início dos anos 60, e com o golpe militar de 1964, deu-se início ao período da **Ditadura Militar**, que perdurou até o ano de 1985. Um ano após o início da ditadura, em 1965, com a revisão do Plano Nacional de Educação, estipulou-se que 5% dos recursos do Fundo Nacional do Ensino Primário deveriam ser destinados à educação de alunos deficientes (JANNUZZI, 2017).

A década de 1970 foi um marco na educação das pessoas com deficiência, tanto pela Criação do Centro Nacional de Educação Especial – CENESP, que definia metas governamentais específicas para esses estudantes, preferencialmente integrados ao sistema regular (JANNUZZI, 2017) quanto pela organização da sociedade civil, com a criação e federalização de organizações, como, por exemplo, a Federação Brasileira de Instituições de Excepcionais, em 1974. No contexto mundial, 1981 foi promulgado como o Ano Internacional das Pessoas Deficientes – AIPD pela Organização das Nações Unidas, que tinha como lema “Igualdade e Participação Plena”.

Já em 1985 começa o período da **República Nova**, que dura até os dias atuais. No mesmo ano, é criada a Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência – CORDE, que trouxe o diferencial da participação dos próprios deficientes — situação que não acontecia antes com a participação de presidentes de federações, associações e organizações que tinham como tema principal o deficiente. (JANNUZZI, 2017). Desta maneira, nota-se que o tema foi ganhando importância pela participação de ações civis a nível federal. É também em 1985 que o termo “*Universal Design*” (Desenho Universal) é utilizado pela primeira vez, nos Estados Unidos da América pelo arquiteto Ron Mace. A expressão é utilizada dentro do contexto arquitetônico com o objetivo de que os projetos fossem planejados para que todos pudessem usufruir do mesmo espaço (BERBETZ, 2019).

Em 1988, é promulgada a Constituição atual, onde são estabelecidos artigos em relação aos deficientes, citando as áreas da educação, locomoção, trabalhista entre outras, sempre pela visão da integração do deficiente nesses ambientes. Já em 1990, o Ministério da Educação - MEC considera por primeira vez a educação especial inserida no contexto da proposta da educação para todos (JANNUZZI,

2017), na conjuntura pós-Conferência Mundial de Educação para Todos, realizada no mesmo ano na Tailândia. Apesar disto, em 1991, 59% da população com deficiência se situa na categoria “sem instrução”, em contrapartida da população sem deficiência, que possui um percentual sem instrução de 23,43% (JANNUZZI, 2017).

É em 1994, a partir da Declaração de Salamanca, endossada pelo Brasil e outros governos, que a inclusão é apontada como um avanço em relação à integração (JANNUZZI, 2017). A integração, que acreditava no processo de encaixe de pessoas que possuem alguma deficiência a um padrão de normalidade (SASSAKI, 2010) onde o sujeito deve se ajustar ao sistema, dá lugar à inclusão, onde a deficiência é vista sendo uma “condição transitória resultante da interação entre pessoas e barreiras que impedem a participação ativa e igualitária da pessoa na sociedade” (AURICCHIO *et al.*, 2017, p. 1). Dessa forma, é a escola quem deve se ajustar para atender à diversidade de seus alunos, através de melhorias e mudanças nas formas e condições de aprendizagem.

A Declaração de Salamanca ressalta, entre outros pontos, que estudantes com necessidades educacionais especiais devem ter acesso à escola regular comum. Além disso, reconhece que as escolas regulares que possuam uma orientação inclusiva “constituem os meios mais eficazes de combater atitudes discriminatórias, [...] construindo uma sociedade inclusiva e alcançando a educação para todos” (PAGANO; MARTINS, 2014, p. 129).

Em 1997, são estabelecidos os Princípios Básicos do Desenho Universal, nos Estados Unidos. O conceito no contexto do *Design* se trata da concepção de produtos, ambientes, programas e serviços que possam ser utilizados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação (GABRILLI, 2016). Dessa forma, a escola inclusiva e o design universal seguem a mesma visão e se complementam (SANCHES, 2018).

Já o Desenho Universal para aprendizagem (DUA) segue três princípios, conforme o *Council for Exceptional Children* (2005):

- Múltiplos formatos e meios de representação da informação para permitir o acesso de todos;
- Múltiplos meios promovidos para que o estudante possa demonstrar seu conhecimento através de ações e expressões;

- Múltiplos meios para engajar e motivar os interesses dos estudantes.

Dessa forma, tanto o DUA como a escola inclusiva implicam em uma mudança na forma de pensar a prática educacional e a forma em que ela é exercida, além de como a informação é apresentada no processo de ensino e aprendizagem, através das aulas e materiais didáticos e, por fim, no modo com que os estudantes demonstram suas habilidades e conhecimentos (BERBETZ, 2019).

Em 1999, acontece a implementação da Lei Federal nº 7.853/89, regulamentada pelo Decreto 3.298/99, em que as escolas são compelidas a aceitar matrículas de alunos deficientes (SILVA, 2012) — o que reforça a necessidade das escolas a se adaptem para oferecer uma melhor estrutura e educação à todos os estudantes, de acordo com a visão da inclusão.

No contexto global, acontece em 2006 a Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, sendo essa a primeira convenção internacional organizada no milênio. Em 2015, é estabelecida a Lei 13.146/2015, mais conhecida como Lei Brasileira da Inclusão. A lei afirmou a autonomia e condição de igualdade em que cidadãos portadores de necessidades especiais se encontram para exercer atos da vida civil, em relação às demais pessoas (BERBETZ, 2019). O Capítulo IV refere-se ao direito à educação, onde os artigos 27 e 28 discorrem diretamente sobre a educação de modo geral e o 30 descreve sobre o ingresso em instituições de ensino superior e/ou técnico.

O artigo 27 aponta que a pessoa com deficiência (PCD) tem seu direito assegurado a um sistema educacional inclusivo “em todos os níveis [...], de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem” (BRASIL, 2015, p. 8). Já o artigo 28, reconhece que “incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar, entre outros pontos, a realização de pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas pedagógicas, de materiais didáticos, de equipamentos e de recursos de Tecnologia Assistiva” (BRASIL, 2015, p. 9).

Dessa forma, existe o reconhecimento oficial do Estado da necessidade de desenvolvimento de projetos que contemplem a produção de materiais didáticos para a promoção da inclusão de alunos com deficiência em sala de aula.

Conforme descreve Sassaki (2010), a cronologia apresentada acima passa pelos quatro momentos da história da Educação para pessoas com deficiência: exclusão; segregação institucional; integração; e inclusão — estando o último o período atual. Apesar disso, atualmente, a realidade das escolas demonstra que, embora as legislações criadas sejam um marco importante na educação de pessoas com deficiência, ainda existem muitos obstáculos a serem superados para que essa inclusão seja efetivada na educação básica (MAMCASZ-VIGINHESKI *et al.*, 2019).

Do ponto de vista do *Design*, algumas das barreiras encontradas na revisão de literatura são: materiais adaptados e diversificados que não são suficientes para atender a demanda de alunos, ou seja, existe a falta de recursos (MAMCASZ-VIGINHESKI *et al.*, 2019) e a demora para o recebimento do material didático adaptado (RÉGIS, CUSTÓDIO E NOGUEIRA, 2011). Além disso, autores como Sanches (2018), Santos e Silva (2013) e Silva (2012) ressaltam pontos como barreiras arquitetônicas, necessidade de uma mudança de concepção e comportamento por parte de todos os segmentos que trabalham dentro da instituição educacional, e a falta de prática de professores com metodologias que sejam inclusivas.

Dessa forma, conclui-se que a inclusão é um processo que ainda não foi atingido em sua totalidade dentro da educação básica brasileira, apesar de estar em progresso e contar com muitas iniciativas, como as leis que a respaldam legalmente. Também se acredita que o *Design* pode atuar em diversas áreas para promover a inclusão, utilizando-se do Design Universal como base para que os projetos desenvolvidos sejam utilizados pelo maior número possível de pessoas, evitando, assim, a exclusão no ambiente escolar.

2.2 ACESSIBILIDADE NO ENSINO DE ARTES

O ensino de arte no Brasil remonta-se desde o tempo da colonização, quando os jesuítas vinculados à Igreja Católica, com o propósito de catequizar e “educar” a população indígena brasileira, a fim da domesticação aos costumes europeus vigentes na época, transmitiam conhecimentos e ofícios considerados como parte da Arte (SILVA, 2012).

É no século XIX, com a chegada da corte portuguesa ao Brasil, no ano de 1808, que o panorama sofre mudanças. Em 1816, é inaugurada a Missão Artística Francesa, composta por artistas que oferecem serviços para a corte, além de criarem a Academia Imperial de Belas Artes no Rio de Janeiro — principal cidade da época colonial em território brasileiro (ROMANELLI, 2010). Dessa forma, o ensino na instituição era feito por meio dos modelos europeus vigentes na época, com um padrão rigorosamente técnico. O público que frequentava esse ambiente era uma pequena elite com muitos bens e influência dentro da colônia (LIMA, 2013).

No contexto da Abolição da Escravatura (1888) e da Proclamação da República (1889), um momento de grandes transformações sociais, políticas e econômicas no território brasileiro, a educação é vista através das concepções liberais e positivistas (SILVA, 2012). O ensino de Artes nesse momento é visto como um campo estratégico na crescente industrialização e desenvolvimento econômico brasileiro (ROMANELLI, 2010), concentrando-se em uma linguagem técnica e científica (BARBOSA, 2002), onde são valorizados o traço, a repetição de modelos e o desenho geométrico (ARTE EDUCAÇÃO, s.a.).

Apesar do início das tendências modernistas no ensino das Artes a partir da década de 1910, a tendência tradicional continua como principal forma de ensino no Brasil, tendo como atividade principal a cópia de modelos para treinar habilidades manuais (SILVA, 2012; ARTE EDUCAÇÃO, s.a.). Ainda assim, o ano de 1922 tornou-se um marco na história da arte brasileira que, com seus ideais modernistas, influenciaram aspectos culturais e sociais no Brasil, através da Semana de Arte Moderna (SILVA, 2012). Nesse cenário o ensino de Artes, por influência da pedagogia experimental, é considerado como um elemento importante de expressão e criatividade da criança, onde ela não precisava ser ensinada de forma rigorosamente repetitiva como na tendência tradicional. Ocorria, dessa maneira, a valorização da espontaneidade da arte infantil (SILVA, 2012).

Por volta de 1930, surge o Movimento da Escola Nova com Anísio Teixeira como um de seus maiores representantes (SILVA, 2012). O movimento buscava a modernização, democratização, industrialização e urbanização da sociedade brasileira através do ensino, pois os educadores acreditavam que a educação era a responsável por inserir a população na ordem social vigente (MENEZES, 2001).

Já em 1948, é criada no Rio de Janeiro, por Augusto Rodrigues, Margaret Spencer e Lucia Valentim, a primeira Escolinha de Arte do Brasil (EAB). Voltada ao

público infantil, tinha a intenção de propagar atividades com o objetivo de desenvolver a autoexpressão, a prática e a criatividade do aluno (ARTE EDUCAÇÃO, s.a.). A ideia predominante nesse período era a de interferir o menos possível na expressão da criança, buscando não modificar ou influenciar a visão infantil pela visão do adulto (SILVA, 2012). Posteriormente, a Escolinha transformou-se no Movimento de Escolinhas de Arte (MEA), chegando ao expressivo número de 140 Escolinhas em território brasileiro e internacional (LIMA, 2013). O movimento ficou conhecido pela dessacralização e a democratização do ensino de Arte, fato que ajudou com que as escolinhas fossem fechadas no período ditatorial iniciado em 1964 (SILVA, 2012).

Durante a ditadura (1964 - 1985), o ensino de Artes ficou ligado diretamente às datas comemorativas e festas cívicas brasileiras, tendo suas atividades direcionadas à funcionalidade da escola — onde o ensino de artes deveria servir à formação de valores, atitudes e hábitos (SILVA, 2012). É durante esse período que através da Lei 5.692/71 (LDB de 11 de agosto de 1971), a Educação Artística torna-se oficialmente incluída no currículo escolar do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, apesar de não configurar uma disciplina. Dois anos depois, em 1973, ocorre a criação dos primeiros cursos de Licenciatura em Artes, com dois anos de duração e voltados à formação de professores que devem lecionar música, teatro, artes visuais, desenho, dança e desenho geométrico (ARTE EDUCAÇÃO, s.a.).

Já a década de 1980 ficou conhecida pelo aumento da organização e força política dos professores de Arte, momento condizente ao vivido pelo país, que passa por uma redemocratização após 19 anos de regime ditatorial. É nesse contexto que crescem as associações de arte-educadores e ocorre a expansão de cursos de pós-graduação (SILVA, 2012). É também durante essa década que Ana Mae Barbosa desenvolve pesquisas que culminam na criação da Proposta Triangular. Dividida então em quatro elementos principais — história da arte; crítica; estética; e produção artística (ROMANELLI, 2010) —, buscava formar o aluno como “conhecedor, fruidor e decodificador da obra de arte, sendo a escola um lugar de democratização do acesso às informações necessárias para o desenvolvimento desses conhecimentos e habilidades” (SILVA, 2012, p. 13). A inovação da proposta ocorria principalmente por trazer obras de artes enquanto referências aos alunos, fato que ainda não era abordado no ensino brasileiro de forma massiva.

É no ano de 1996, por meio da Lei 9.394/96, que a arte alcança o status de disciplina dentro do currículo escolar, sendo obrigatório o ensino de Artes para toda a Educação Básica. Após a promulgação da Lei, o MEC elaborou e divulgou o PCN de Arte, documento onde se afirma que a “Arte tem uma função tão importante quanto a dos outros conhecimentos no processo de ensino e aprendizagem” (BRASIL, 1997, p. 19). O PCN relativo à área de Artes tem como objetivo definir os conteúdos e áreas a serem abordados nessa disciplina, servindo assim como base para que as instituições de ensino possam organizar seu currículo (SILVA, 2012). Dessa forma, o documento é utilizado até os dias atuais com esse objetivo, mas vem sendo substituído gradativamente pela BNCC, que deve ser implementada até o final de 2022 pelas escolas e instituições educativas.

O PCN relativo à Arte divide o ensino em quatro linguagens: artes visuais; dança; música; e teatro. A área de artes visuais, foco desta pesquisa, está baseada em três elementos principais: produção (fazer artístico); apreciação significativa da arte e seu universo; e a reflexão, resultando na construção de conhecimento artístico pessoal (SILVA, 2012).

O PCN separa o Ensino de Artes em três partes: 1ª a 4ª série (atualmente do 1º ao 5º ano); 5ª a 8ª série (atualmente do 6º ao 9º ano) e Ensino Médio. Nesta pesquisa, aborda-se majoritariamente a divisão denominada de “Apreciação da Arte”, que consiste resumidamente em construir o conhecimento utilizando-se da observação e reflexão sobre obras de diversas culturas. A justificativa pela escolha desse bloco de conteúdos abordado durante toda a educação básica (contendo apenas uma pequena modificação de nomenclatura entre os documentos) é de que ele é o segmento que mais se utiliza do sistema visual para a resolução de suas atividades — sendo um desafio para a educação inclusiva de deficientes visuais.

No que concerne ao primeiro ciclo, do 1º ao 5º ano, destaca-se alguns pontos do bloco denominado “As Artes Visuais como Objeto de Apreciação Significativa”, contendo os seguintes conteúdos a serem abordados, conforme Brasil (1997):

- Convivência com produções visuais (originais e reproduzidas) e suas concepções estéticas nas diferentes culturas (regional, nacional e internacional);

- Identificação dos significados expressivos e comunicativos das formas visuais;
- Contato sensível, reconhecimento e análise de formas visuais presentes na natureza e nas diversas culturas;
- Reconhecimento e experimentação da leitura dos elementos básicos da linguagem visual, em suas articulações nas imagens apresentadas pelas diferentes culturas (relações entre ponto, linha, plano, cor, textura, forma, volume, luz, ritmo, movimento, equilíbrio);
- Contato sensível, reconhecimento, observação e experimentação de leitura das formas visuais em diversos meios de comunicação da imagem: fotografia, cartaz, televisão, vídeo, histórias em quadrinhos, telas de computador, publicações, publicidade, desenho industrial, desenho animado;
- Identificação e reconhecimento de algumas técnicas e procedimentos artísticos presentes nas obras visuais;

Já no contexto do segundo ciclo, referente aos anos escolares aos 6º, 7º, 8º e 9º anos escolares, é possível destacar pontos do bloco “Apreciação Significativa em Artes Visuais” (BRASIL, 1998), que visa a aprendizagem dos seguintes conteúdos:

- Contato sensível à análise de formas visuais presentes nos próprios trabalhos, nos dos colegas, na natureza e nas diversas culturas, percebendo elementos comuns e específicos de sistemas formais (natureza e cultura);
- Observação da presença e transformação dos elementos básicos da linguagem visual, em suas articulações nas imagens produzidas, na dos colegas e nas apresentadas em diferentes culturas e épocas;
- Percepção e análise de produções visuais (originais e reproduções) e conhecimento sobre diversas concepções estéticas presentes nas culturas (regional, nacional e internacional);
- Reconhecimento da variedade de significados expressivos, comunicativos e de valor simbólico nas formas visuais e suas conexões temporais, geográficas e culturais;

- Conhecimento e competência de leitura das formas visuais em diversos meios de comunicação da imagem: fotografia, cartaz, televisão, vídeo, histórias em quadrinhos, telas de computador, publicações, publicidade, design, desenho animado etc.;
- Identificação de múltiplos sentidos na apreciação de imagens.

Por fim, nos PCNs direcionados ao Ensino Médio, destaca-se o campo de competências denominado “Apreciar produtos de arte, em suas várias linguagens, desenvolvendo tanto a fruição quando a análise estética, conhecendo, analisando, refletindo e compreendendo critérios culturalmente construídos e embasados em conhecimentos afins, de caráter filosófico, histórico, sociológico, antropológico, psicológico, semiótico, científico e tecnológico, dentre outros” (BRASIL, 2020, p. 53). Dentro desse bloco, espera-se que os alunos adquiram as seguintes capacidades:

- Fruir, estudar e analisar as produções em artes visuais, tanto na produção artística em geral quanto naquelas ligadas ao campo da comunicação visual como o *designer*, ou ainda naqueles produzidos pelas novas mídias e artes audiovisuais – vídeo, televisão, multimídia, CD-ROM, *home-page* etc. – conscientizando-se dos meios visuais e audiovisuais de representação, comunicação e informação;
- Investigar as articulações dos elementos e componentes básicos das linguagens visual e audiovisual presentes nas produções artísticas em geral e nas do campo da comunicação visual, das novas mídias e artes audiovisuais.

Já a BNCC, é um documento

[...] de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de **aprendizagens essenciais** que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica [...]. Este documento normativo aplica-se exclusivamente à educação escolar [...] e está orientado pelos princípios éticos, políticos e estéticos que visam a formação humana integral e a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva [...]. (BRASIL, 2018, p. 7).

Da mesma forma que os PCNs, a BNCC divide as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Ensino Fundamental (Anos Iniciais e Anos Finais) e Ensino Médio, onde o componente curricular “Arte” se divide em artes visuais, dança, música e teatro. Dentre os quatro componentes curriculares, esta dissertação se insere no componente de artes visuais, já que busca a tradução de imagens bidimensionais a tridimensionais, por meio de estímulos táteis e auditivos.

Nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, as habilidades a serem desenvolvidas possuem o compromisso de assegurar aos alunos as competências relacionadas à alfabetização e ao letramento, “ao possibilitar o acesso à leitura, criação e produção nas diversas linguagens artísticas” (BRASIL, 2018,p.199). As habilidades a serem desenvolvidas são:

- Identificar e apreciar formas distintas das artes visuais tradicionais e contemporâneas, cultivando a percepção, o imaginário, a capacidade de simbolizar e o repertório imagético;
- Explorar e reconhecer elementos constitutivos das artes visuais (ponto, linha, forma, cor, espaço, movimento etc.);
- Reconhecer e analisar a influência de distintas matrizes estéticas e culturas das artes visuais nas manifestações artísticas das culturas locais, regionais e nacionais;
- Experimentar diferentes formas de expressão artística (desenho, pintura, colagem, quadrinhos, dobradura, escultura, modelagem, instalação, vídeo, fotografia, etc.), fazendo uso sustentável de materiais, instrumentos, recursos e técnicas convencionais e não convencionais;
- Experimentar a criação em artes visuais de modo individual, coletivo e colaborativo, explorando diferentes espaços da escola e da comunidade;
- Dialogar sobre a sua criação e a dos colegas, para alcançar sentidos plurais;
- Reconhecer algumas categorias do sistema das artes visuais (museus, galerias, instituições, artistas, artesãos, curadores, etc).

Nos Anos Finais do Ensino Fundamental, a BNCC busca “assegurar aos alunos a ampliação de suas interações com manifestações artísticas e culturais nacionais e internacionais, de diferentes épocas e contextos”, possibilitando aos estudantes uma maior “autonomia nas experiências e vivências artísticas”. Neste período, espera-se que sejam desenvolvidas as seguintes habilidades:

- Pesquisar, apreciar e analisar formas distintas das artes visuais tradicionais e contemporâneas, em obras de artistas brasileiros e estrangeiros de diferentes épocas e em diferentes matrizes estéticas e culturais, de modo a ampliar a experiência com diferentes contextos e práticas artístico-visuais e cultivar a percepção, o imaginário, a capacidade de simbolizar e o repertório imagético;
- Pesquisar e analisar diferentes estilos visuais, contextualizando-os no tempo e no espaço;
- Analisar situações nas quais as linguagens das artes visuais se integram às linguagens audiovisuais (cinema, animações, vídeos, etc.), gráficas (capas de livros, ilustrações de textos diversos, etc.), cenográficas, musicais etc.;
- Analisar os elementos constitutivos das artes visuais (ponto, linha, forma, direção, cor, tom, escala, dimensão, espaço, movimento, etc.) na apreciação de diferentes produções artísticas;
- Experimentar e analisar diferentes formas de expressão artística (desenho, pintura, colagem, quadrinhos, dobraduras, esculturas, modelagem, instalação, vídeo, fotografia, performance etc.);
- Desenvolver processos de criação em artes visuais, com base em temas ou interesses artísticos, de modo individual, coletivo e colaborativo, fazendo uso de materiais, instrumentos e recursos convencionais, alternativos e digitais;
- Dialogar com princípios conceituais, proposições temáticas, repertórios imagéticos e processos de criação nas suas produções visuais;
- Diferenciar as categorias de artista, artesão, produtor cultural, curador, *designer*, entre outras, estabelecendo relações entre os profissionais do sistema das artes visuais.

Por fim, no Ensino Médio, a Arte insere-se no Bloco “Linguagens e suas Tecnologias”, em conjunto com Educação Física e Língua Portuguesa, que têm a “responsabilidade de propiciar oportunidades para **a consolidação e a ampliação das habilidades de uso e de reflexão sobre as linguagens** artísticas, corporais e verbais” (BRASIL, 2018, p. 482). Nesse bloco, destaca-se a Competência Específica 6 (Apreciar esteticamente as mais diversas produções artísticas e culturais, considerando suas características locais, regionais e globais, e mobilizar seus conhecimentos sobre as linguagens artísticas para dar significado e (re)construir produções autorais individuais e coletivas, exercendo protagonismo de maneira crítica e criativa, com respeito à diversidade de saberes, identidades e culturas). Nessa competência, são destacadas as quatro habilidades a seguir:

- Apropriar-se do patrimônio artístico de diferentes tempos e lugares, compreendendo a sua diversidade, bem como os processos de legitimação das manifestações artísticas na sociedade, desenvolvendo visão crítica e histórica.
- Fruir e apreciar esteticamente diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, assim como delas participar, de modo a aguçar continuamente a sensibilidade, a imaginação e criatividade.
- Expressar-se e atuar em processos de criação autorais individuais e coletivos nas diferentes linguagens artísticas (artes visuais, audiovisual, dança, música e teatro) e nas intersecções entre elas, recorrendo a referências estéticas e culturais, conhecimentos de naturezas diversas (artísticos, históricos, sociais e políticos) e experiências individuais e coletivas;
- Relacionar as práticas artísticas às diferentes dimensões da vida social, cultural, política e econômica e identificar o processo de construção histórica dessas práticas.

Dessa forma, é possível constatar que uma grande parte dos conteúdos a serem tratados e das competências a serem adquiridas na educação básica, tanto nos PCNs e na BNCC, utiliza-se da linguagem visual, sendo essa a forma de comunicação predominante dentro do ensino de Arte. De acordo com Silva *et al.*

(2010), o fato de que as aulas sejam elaboradas em sua maioria com referências visuais, acaba acentuando a exclusão do aluno que possui deficiência visual. Autores como Posca (2017) e Álvarez (2003) relatam que em muitas ocasiões, a descrição verbal realizada pelo professor é a única maneira do deficiente visual ter acesso a imagens que estão sendo expostas em sala de aula. Dessa forma, acredita-se que seja necessário oferecer soluções que tragam estímulos por outros canais sensoriais além da visão.

Para solucionar essa questão, é necessário o uso da Tecnologia Assistiva (TA), desenvolvida através do Design Universal, visando assim uma sala de aula inclusiva para o maior número de alunos possível. A TA é definida como “uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social” (BRASIL, 2009, p. 30). Já na esfera educacional, a TA caracteriza-se como um conjunto de recursos que tem como objetivo promover o acesso e a participação dos alunos portadores de deficiência na aprendizagem, tendo também o apoio de serviços que identificam os problemas enfrentados pelos alunos (BRENDLER *et al.*, 2014).

Dessa forma, a TA configura-se como um caminho para atingir a acessibilidade dentro disciplina de Arte. Pelo fato de as imagens audiotáteis serem desenvolvidas por meio do Design Universal, são sobrepassados obstáculos que impedem a atuação e participação de pessoas portadoras de deficiência em conjunto com pessoas sem deficiência em ambiente escolar, promovendo-se a inclusão.

2.3 MATERIAIS DIDÁTICOS INCLUSIVOS

Os materiais didáticos são considerados no processo de ensino e aprendizagem uma ferramenta que viabiliza as atividades desenvolvidas em sala de aula e também se configura como um facilitador no processo de construção do conhecimento (RÉGIS; CUSTÓDIO; NOGUEIRA, 2011). Nesse contexto, o material

didático deve ser entendido como qualquer material utilizado por alunos e professores que possua a finalidade específica de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, seja no planejamento, desenvolvimento ou avaliação da proposta curricular (RODRIGUEZ; TROJAN, 2008). A utilização de recursos adequados ao ensino de pessoas com deficiência visual é extremamente necessária, principalmente pela necessidade dos alunos de terem o contato e experiências com o meio onde estão inseridos, possibilitando assim o entendimento de conceitos que se mostravam abstratos para o portador de deficiência visual (IBC, 2009; FERRONATO, 2002).

Assim sendo, os materiais didáticos utilizados por alunos cegos se caracterizam como uma TA dentro do ambiente escolar, já que a tecnologia é considerada assistiva dentro do contexto educacional quando:

[...] é utilizada por um aluno com deficiência e tem por objetivo romper barreiras sensoriais, motoras ou cognitivas que limitam/impedem seu acesso às informações ou limitam/impedem o registro e expressão sobre os conhecimentos adquiridos por ele; quando favorecem seu acesso e participação ativa e autônoma em processos pedagógicos; quando possibilita a manipulação de objetos de estudos; quando percebemos que sem este recurso tecnológico a participação ativa do aluno no desafio de aprendizagem seria restrita ou inexistente (BERSCH, 2013, não paginado).

Apesar de seu uso ser tão importante, pois é por meio do material didático que os estudantes possuem a oportunidade de superar obstáculos cognitivos surgidos durante o ensino e aprendizagem (BERBETZ, 2019), há poucos materiais funcionais e inclusivos para as pessoas com deficiência visual no ambiente escolar (PAGANO; MARTINS, 2014). Esse fato prejudica o entendimento do aluno cego em disciplinas que possuem um conteúdo muito abstrato e onde há a utilização de conteúdos que se utilizam majoritariamente de imagens e estímulos visuais no processo de ensino e aprendizagem.

Além da pouca quantidade desses materiais, outro fator que contribui para a exclusão dos alunos com deficiência visual é o uso do livro didático como principal ferramenta, já que apesar de muitos livros didáticos estarem disponíveis em Braille, as imagens apresentadas não são descritas de forma satisfatória (SILVA *et al.*, 2010). Nesse caso, muitos professores que possuem alunos com deficiência visual

em sala de aula apresentam dificuldades em ensinar com livros didáticos, dada a obrigação de explicar e descrever figuras complexas de forma verbal (JO *et al.*, 2016). Dessa forma, mesmo depois da explicação, a imagem descrita ainda pode parecer algo confuso para o aluno, reduzindo a aprendizagem do aluno cego a um mero verbalismo desvinculado da sua realidade (SILVA *et al.*, 2010). Um dos fatores que podem causar este problema é o fato de que os conteúdos visuais utilizados pelos alunos videntes não contam com um sistema ou código de transposição equivalente para aos alunos com deficiência visual (BRENDLER *et al.*, 2014).

Dentro do ambiente escolar, são utilizados diversos materiais didáticos com o objetivo de incluir o aluno deficiente visual nas disciplinas, como por exemplo:

- **Mapas táteis:** mapas feitos normalmente para a disciplina de geografia para auxiliar conteúdos que tratem da orientação, localização e análises espaciais (RÉGIS; CUSTÓDIO; NOGUEIRA, 2011). São elaborados com texturas e relevos. Incluem textos em Braille para a leitura da legenda, do título e da escala (ARAÚJO, 2018).
- **Livros em Braille:** livros traduzidos para o Sistema Braille. São utilizados em todas as disciplinas, conforme a disponibilidade da instituição.
- **Imagens táteis:** são imagens tridimensionais, desenvolvidas em diferentes materiais e técnicas, que possibilitam através de estímulos táteis (Braille, pontos, linhas e áreas em relevo) a compreensão de uma imagem (SANCHES; OKIMOTO, 2021).
- **Imagens audiotáteis:** são recursos assistivos interativos para pessoas com deficiência visual, capazes de transmitir informações verbais e gráficas por áudio e tato (SANCHES; OKIMOTO, 2021).

Dessa forma, os recursos didáticos “devem apresentar conteúdos ou mídias alternativas quando formas equivalentes não são suficientes para a compreensão do objetivo de aprendizagem” (MACEDO, 2010, p. 171). Assim, quando uma imagem bidimensional for indispensável para a compreensão do conteúdo a ser tratado, uma das formas de se tornarem acessíveis aos alunos com deficiência visual é serem transformados em recursos táteis e sonoros, como é o caso da imagem audiotátil.

Para que o objeto desenvolvido com o objetivo de auxiliar o processo de ensino e aprendizagem seja eficaz e inclusivo, é necessário que ele possua algumas características como:

- Uso consistente da linguagem e terminologia de acordo com o conteúdo;
- Apresentação da informação em formatos compreensíveis e acessíveis;
- Não linearidade entre os objetos de um conjunto, sendo assim facilmente adaptável em múltiplos contextos;
- Linguagem e conteúdo apropriado a públicos de diferentes culturas e capacidades (LONGMIRE, 2000 apud MACEDO, 2010).

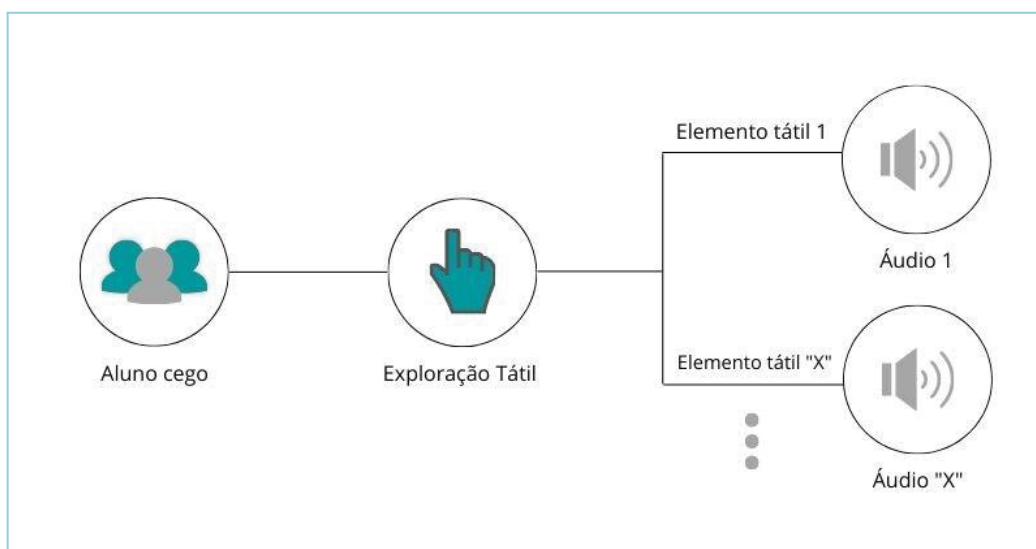
Conclui-se que quanto maior for a diversificação de recursos didáticos utilizados dentro do ambiente escolar, melhor será para os alunos, dado que se o (a) estudante não consegue entender através de um material específico, terá outras oportunidades de melhorar o entendimento e fixar os conteúdos e conceitos (SILVA, 2012). Por isso, é necessário que esses materiais sejam acessíveis ao maior número de pessoas possível e desenvolvidos por meio do Design Universal — o que reforça a necessidade de pesquisas que busquem novas maneiras para a democratização do ensino (SANCHES, 2018).

3 IMAGENS AUDIOTÁTEIS

Como visto, as imagens audiotáteis configuram-se dentro do ambiente escolar como um recurso didático que possui como objetivo a inclusão de alunos deficientes visuais nas disciplinas como um todo. Apesar de ser chamada de “imagem audiotátil” nesta pesquisa, possui outras nomenclaturas pela literatura, como, por exemplo, “modelo interativo impresso em 3D” (ROSSETTI *et al.*, 2018) e modelo tátil áudio responsivo (KOLITSKY, 2019). Aqui adota-se o termo “imagens audiotáteis” porque, apesar de a nomenclatura “modelo interativo impresso em 3D” ser a mais utilizada, não deixa em evidência a interação sensorial por audição, ou ainda, de que se trata de uma única interação disponível (além do tato)” (SANCHES; OKIMOTO, 2021). Ao contrário disso, o termo imagens audiotáteis (encontradas no inglês como *audio-tactile images* e *audio-tactile graphics*) especifica mais nitidamente a forma de interação do usuário (através do tato e da audição) e também ressalta que se trata de uma imagem que foi traduzida do bidimensional, a partir da adição de estímulos para esses dois sentidos.

Dessa forma, as imagens audiotáteis são recursos assistivos e didáticos capazes de transmitir a informação desejada de forma verbal e gráfica, através de estímulos auditivos e táteis, tendo como público principal pessoas cegas. Seu funcionamento é feito através de três passos principais, assim como mostra a Figura 3.

Figura 3: Funcionamento básico de uma imagem audiotátil



Fonte: modificado pela autora (2021) a partir de Sanches (2018)

A partir da exploração tátil feita por um aluno cego em ambiente escolar (Passo 1), é acionado um elemento tátil (Passo 2), e é por meio deste acionamento que o aluno recebe explicações em áudio sobre os elementos táteis explorados (Passo 3) (SANCHES, 2018). Uma imagem audiotátil não contém um número exato de elementos táteis que podem ser aplicados, o que foi exemplificado na figura através dos três pontos. Porém, é sempre importante não sobrecarregar cognitivamente o aluno, distribuindo-os adequadamente pela imagem ou restringindo o número de áudios.

Para que as imagens audiotáteis sejam exploradas de forma completa, é necessário que exista a inclusão do recurso didático em atividades escolares inclusivas para que, desde pequenos, os estudantes cegos sejam estimulados a desenvolver a inteligência tátil e auditiva necessária para compreendê-las (LIBERTO; RIBEIRO; SIMÕES, 2017; DUARTE, 2011).

Porém, as imagens audiotáteis nem sempre devem ser desenvolvidas. É necessário que o professor tenha o discernimento sobre os conteúdos e reconheça quando a imagem audiotátil será utilizada de uma forma que traga resultados positivos para o processo de ensino e aprendizagem. Bana (2010) aponta alguns cenários onde não é necessária a tradução de uma imagem bidimensional para um recurso tátil — o que pode ser estendido também para os estímulos auditivos:

- Se a informação é uma repetição de fatos de um texto;
- Se a informação for mais significativa em forma de texto;
- Se o objeto real está disponível, tem tamanho suficiente e não é perigoso para ser examinado pelo toque e perceber detalhes.

Por isso, considera-se que as imagens audiotáteis sejam uma alternativa viável quando as imagens a serem traduzidas forem obras de artes, já que a informação nesse caso não se representaria como uma repetição de um texto e é mais significativa na forma de imagem. Além disso, o objeto real em sua quase totalidade das vezes não está disponível para ser tocado, já que se encontra em museus, galerias de arte ou em coleções pessoais.

Apesar do seu reconhecido papel para uma inclusão dentro de sala de aula, ainda existe uma lacuna na utilização das imagens audiotáteis de forma geral. Foi possível, por meio da RBS realizada, atestar que existe uma discrepância entre o

uso de materiais didáticos táteis e audiotáteis. Do total de 41 artigos selecionados, apenas três citam o uso de estímulos auditivos e táteis em um único material didático (7,3%), e nenhum deles se encontra na área artística.

Dentre esses documentos selecionados, observa-se a predominância destes recursos à conteúdos específicos da disciplina de geografia, representado em sua grande parte pelos mapas táteis aplicados em diversos contextos. Posteriormente, encontra-se a área artística como um todo (museus e ensino de arte), seguida pelas áreas de Matemática e História com um total de três documentos cada uma, entre outros com menor porcentagem (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados da RBS por área de conhecimento

ÁREAS DE CONHECIMENTO	QUANTIDADE DE DOCUMENTOS	PORCENTAGEM EM RELAÇÃO AO TOTAL
Geografia	16	39,03%
Química	02	4,88%
Biologia	02	4,88%
História	03	7,32%
Matemática	03	7,32%
Ciências	01	2,43%
Física	01	2,43%
Artes	09	21,95%
Astronomia	02	4,88%
Outros	02	4,88%
TOTAL	41	100%

Fonte: a autora (2021)

A aplicação dos recursos táteis e/ou audiotáteis na área artística concentrou-se 92,7% em museus e apenas 7,3% no ensino de artes. Supõe-se que os números possuem uma discrepância tão grande devido à falta de investimentos em recursos didáticos para alunos deficientes, dado que, em contrapartida, muitos museus são privados e podem direcionar mais recursos para a acessibilidade por conter um orçamento maior e melhor direcionado. De modo geral, apenas 24% das imagens

audiotáteis foram aplicadas dentro da educação básica (brasileiro ou internacional) — o que ajuda a corroborar essa conclusão.

Como observado, existe uma lacuna expressiva na utilização de imagens audiotáteis no ensino de Artes. Por isso, abaixo, também são exemplificadas aplicações de imagens táteis, já que trabalham com o mesmo objetivo de inclusão do(a) estudante cego(a). Além disso, foram citadas ações ocorridas fora do âmbito escolar em relação à área artística, como por exemplo, em museus e exposições. Por fim, também se considerou importante elucidar alguns exemplos que não estão direcionados à área artística, mas que possuem pontos importantes a serem discutidos dentro desta pesquisa, como por exemplo, seu desenvolvimento e/ou aplicação.

No ensino de Artes, foram encontradas duas ações de destaque em que se utilizaram imagens táteis. Na primeira delas, Moreira, Periotto e Tenório (2020) desenvolveram um estudo de caso no Colégio Estadual Helena Kolody, na cidade de Terra Boa, no estado do Paraná. Em conjunto com alunos do Projeto Laboratório Criativo desenvolvido na escola, realizaram-se imagens táteis a partir de obras de arte que pudessem ser lidas pelo(a) estudante com deficiência visual que integrava o projeto. As imagens táteis, como mostra o exemplo da Figura 4, foram impressas em 3D com filamento termoplástico.

Figura 4: Imagem tátil da pintura Monalisa



Fonte: Moreira, Periotto e Tenório (2020)

Como destaque dessa iniciativa, evidencia-se que os alunos videntes se interessaram em produzir as imagens táteis que possibilitaram ao aluno cego a

“visualização” das pinturas, o que indica que ações como essa podem trazer a inclusão não só pelo material didático acessível, mas também pela mudança de comportamento positiva.

A outra iniciativa foi desenvolvida por Posca (2017), onde o autor desenvolveu um método que objetiva uma aula com estímulos de diferentes sentidos. Para a estimulação tátil, foi desenvolvida uma imagem tátil (denominada pelo autor como prancha tátil) de uma pintura de Van Gogh (Figura 5).

Figura 5: Imagem tátil da pintura “Os girassóis” de Van Gogh



Fonte: Posca (2017)

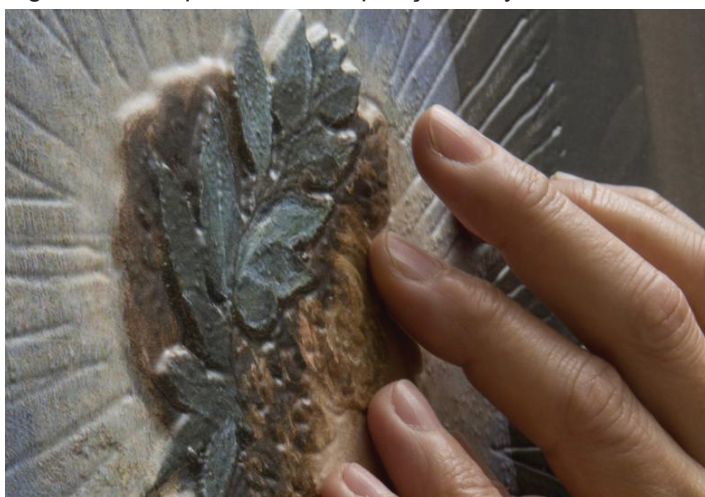
O recurso tátil foi desenvolvido artesanalmente pelo artista plástico José Álvarez de forma manual. O próprio artista decide quais elementos do quadro ganharão textura e constrói um primeiro modelo com massa de modelar. A partir disso, faz um molde que é preenchido com resina, gerando assim a imagem tátil apreciada pelos alunos (POSCA, 2017). Apesar de o modelo final apresentar um ótimo resultado, é negativo o fato de que se for preciso modificar ou incluir algum aspecto, o processo terá que ser iniciado desde o princípio, o que ocasionará um longo período de trabalho e consequentemente, maior investimento financeiro.

Já na utilização de imagens táteis e audiotáteis em museus, serão exemplificados três casos citados nos documentos selecionados pela RBS. Assim como no ensino de Artes, o acesso a conteúdos culturais por meio de museus e espaços patrimoniais também não possuem uma extensa utilização das imagens

audiotáteis e táteis. Nesses ambientes, o sentido visual ainda prevalece como predominante nas estratégias de comunicação de exposições de pinturas ou fotografias (ARAÚJO; SANTOS, 2015). Apesar disso, diferentes instituições culturais já começaram a demonstrar uma maior acessibilidade ao público deficiente visual, tornando parte dos seus conteúdos acessíveis através de recursos táteis, auditivos e/ou olfativos (GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2011).

Um desses casos foi a exposição “Hoy toca el Prado”, onde foram feitas imagens táteis de obras que o Museo del Prado (Madrid, Espanha) possui em seu acervo, de artistas como Leonardo da Vinci, Francisco Goya, entre outros. Os estímulos táteis foram feitos através do uso de uma tinta especial que passa por um processo químico que adiciona textura e volume às cores, possibilitando a leitura tátil por parte dos deficientes visuais (POSCA, 2017), assim como demonstra a Figura 6.

Figura 6: Obra presente na exposição “Hoy toca el Prado”



Fonte: Museo del Prado (2015)

Cada obra da exposição elaborada pelo museu teve um custo de aproximadamente 6.680 euros (MINDER, 2015). Dentro do contexto em que a pesquisa é aplicada, torna-se inviável produzir um recurso tão custoso para sua aplicação dentro do contexto escolar, porém acredita-se importante exemplificar diferentes modos de fabricação existentes.

Outro exemplo do uso de imagens táteis em museus é a iniciativa feita pelo Instituto de Informação e Comunicação Tecnológico da Academia de Ciências da Bulgária (IICTBAS). Nesse caso, foram feitas imagens táteis de pinturas famosas da história da Bulgária, que ficaram ao lado das pinturas originais em museus, após sua

confeção (KARASTOYANOV; STOIMENOV; GYOSHEV, 2019). Para a estimulação tátil, foram feitos contornos extrudados nas bordas das figuras humanas, elementos naturais e objetos contidos nas obras, assim como demonstra o exemplo de uma pintura na Figura 7. Além disso, foram colocadas palavras em Braille dentro da pintura, que possuem sua respectiva legenda na parte direita da imagem tátil.

Apesar do uso de dois níveis de elevação diferente, acredita-se que seja necessária a utilização de mais níveis de textura e elevação para que a imagem tátil cumpra totalmente a transmissão das informações contidas nas obras.

Figura 7: Imagem tátil desenvolvida pelo IICTBAS



Fonte: Karastoyanov, Stoimenov e Gyoshev (2019)

Já a exposição realizada na Pinacoteca de São Paulo, “Sentir para Ver” foi inteiramente pensada e organizada dentro das especificações do Desenho Universal. A exposição contou com diversos apoios sensoriais, apresentando estímulos táteis através de imagens táteis (Figura 8) e maquetes. Além disso, apresentou extratos sonoros, poemas e textos investigativos, que foram disponibilizados também em Braille (POSCA, 2017). A construção das imagens táteis nesse caso foi realizada de forma artesanal — o que pode inviabilizar que ações como esta se propague para um número maior de museus, devido aos custos e o tempo de fabricação.

Figura 8: Imagem tátil exposta na exposição “Sentir para Ver”



Fonte: Posca (2017)

De forma geral, o caráter artesanal utilizado na maioria dos casos existentes de imagens táteis em museus inviabiliza significativamente a ampliação do acervo de obras acessíveis. Assim, a ausência de novas imagens táteis e/ou audiotáteis desestimula o visitante portador de deficiência visual a realizar visitas constantes e recorrentes ao museu, impossibilitando, conseqüentemente, sua inclusão cultural (ROMANI; HENNO; MAZZILLI, 2015).

Além dos exemplos citados anteriormente na área artística, serão exemplificados abaixo outros três casos de imagens audiotáteis encontrados na literatura que são aplicados em outras áreas do conhecimento, dado que possuem pontos importantes a serem destacados em cada ação.

O primeiro deles é a iniciativa chamada “*Fittle*” (Figura 9), um quebra-cabeça impresso em 3D com letras Braille em relevo. Considera-se esse caso uma imagem audiotátil por existir uma preocupação com o formato do objeto, onde fica claro que ele foi traduzido a partir de uma imagem bidimensional. Além disso, o objeto também cumpre seu papel assistivo e didático, ao ponto que seu objetivo é ensinar o Braille a crianças pequenas através de estímulos táteis e auditivos.

O projeto foi desenvolvido na Índia e, após o encaixe correto do quebra-cabeça, é possível não apenas soletrar a palavra em Braille através do tato, como também sentir o contorno do objeto que a palavra denota (JAIN *et al.*, 2018). Para os

estímulos auditivos, foi desenvolvido um aplicativo para *smartphones*, chamado *Sound of Fittle*, que reproduz sons relacionados com a palavra formada pelo quebra-cabeça.

Figura 9: Quebra-cabeça *Fittle*



Fonte: Jain *et al.* (2018)

A iniciativa merece destaque por transformar a leitura da informação que se pretende transmitir em algo lúdico, por meio do quebra-cabeça. Porém, também possui fatores limitantes. Um deles é o fato da necessidade de ter um celular presente para o uso do aplicativo — o que nem sempre é possível em uma sala de aula. Além disso, o aplicativo só pode ser baixado através da Google Play e deve ser usado por pessoas videntes, como sinalizado por Jain *et al.* (2018), diminuindo a autonomia do estudante cego. Os próprios autores reconhecem que os pontos negativos podem ser contornados ao incorporar sons aos modelos através de circuitos eletrônicos que podem ser construídos dentro das peças, fornecendo ao final da montagem um som de *feedback* para a criança informando que o quebra-cabeça foi montado com precisão.

O segundo exemplo é do *Tooteko*, um anel que permite ao usuário navegar por imagens táteis com as pontas dos dedos e receber áudios relevantes sobre os estímulos táteis que está tocando (ROSSETTI *et al.*, 2018). Como é demonstrado na Figura 10, ele também pode ser usado em outras superfícies que contenham sensores. O sistema é composto pelo anel de alta tecnologia, uma superfície com elementos táteis onde são colocados os sensores e um aplicativo para *tablets* ou

smartphones. Quando o anel passa por um sensor, ele se comunica com o aplicativo previamente já instalado, que ativa a faixa de áudio selecionada para o elemento tátil em questão (ROSSETTI *et al.*, 2018).

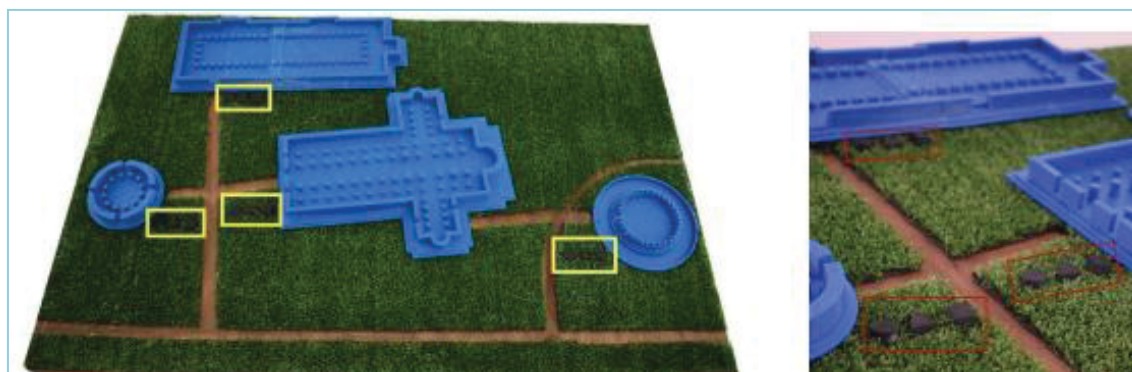
Figura 10: Utilização do anel Tooteko



Fonte: Tooteko.com (s.a.)

O último exemplo citado é uma imagem audiotátil interativa, descrita por Rossetti *et al.* (2018) e Leporini *et al.* (2020). Os autores desenvolveram um modelo interativo da Praça dos Milagres, localizada na cidade de Pisa, na Itália. A imagem audiotátil (Figura 11) tem como objetivo permitir a pessoas portadoras de deficiência visual conhecer a arquitetura e a cultura do local. É formada por quatro elementos principais: peças táteis impressas em 3D; peças táteis complementares; botões físicos e uma placa eletrônica *Raspberry* (LEPORINI *et al.*, 2020).

Figura 11: Imagem audiotátil da Praça dos Milagres



Fonte: Leporini *et al.* (2020)

Os botões que estão conectados à placa *Raspberry* através de cabos ficam localizados ao lado das peças impressas em 3D. Possuem três formas facilmente identificáveis (circular, triangular e quadrada), onde cada uma é representada por um tipo específico de informação: práticas, visão geral histórica e descrição arquitetônica, respectivamente (ROSSETTI, *et al.*, 2018). Como pontos positivos, ressalta-se: o uso de informações detalhadas e categorizadas na faixa de áudio; a autonomia do usuário para decidir a ordem das faixas de áudio; a possibilidade de pausar as faixas a qualquer momento; e o fato de existirem sensores de proximidade que ativam uma faixa de áudio de boas vindas, que explica o funcionamento do objeto, quando o usuário se aproxima.

Como visto, existem diversas formas de trazer a acessibilidade de imagens bidimensionais a pessoas cegas, através de imagens táteis e audiotáteis. Apesar disso, considera-se que as imagens audiotáteis são mais indicadas para serem aplicadas no ensino de Artes, dado que através delas é possível utilizar dois sentidos para a aquisição dos conhecimentos e formação de conceitos, não sobrecarregando cognitivamente o usuário. A principal vantagem das imagens audiotáteis sobre as imagens táteis, é que as mesmas utilizam apenas um sentido de estimulação, usando apenas um canal sensorial para receber informações textuais (Braille) e gráficas (HOLLOWAY; MARRIOTT; BUTLER, 2018). Como consequência, é causada uma sobrecarga pelo excesso de memorização e pela necessidade constante de atenção do usuário ao utilizar-se da imagem tátil (KASTRUP, 2007). Em contrapartida, a imagem audiotátil distribui essas informações em dois canais sensoriais — o que auxilia a fixação do conteúdo que está sendo transmitido sem ocasionar o sobrecarregamento cognitivo.

Além disso, autores como Rossetti *et al.* (2018), Araújo (2018) e Braier *et al.* (2014) reconhecem que alguns detalhes são perdidos frequentemente devido a limitações táteis da reprodução do modelo. Assim, as imagens audiotáteis podem melhorar a percepção do aluno, combinando uma imagem tátil com gravações em áudio, ajudando o deficiente visual a construir uma imagem mental mais apurada. Nesse momento, ressalta-se a importância do Desenho Universal para a integração de diferentes domínios sensoriais, onde são criados formatos acessíveis para a maior quantidade possível de usuários, independentemente de suas habilidades (ARCAND *et al.*, 2017).

Nos próximos tópicos, serão discorridos de forma mais específica apontamentos sobre a percepção tátil e auditiva.

3.1 PERCEPÇÃO ATRAVÉS DO TATO

É através da percepção tátil que pessoas cegas são capazes de criar imagens mentais (DUARTE, 2011). O tato permite a percepção de uma série de características importantes das superfícies tocadas, como a forma dos objetos, as texturas, o tamanho, sua temperatura, entre outras (SILVA, 2011). Esse fato, de acordo com Sanches (2018), resulta diretamente na independência e interpretação do mundo para esse público.

Apesar de existir a crença de que quando uma pessoa não possui um sentido, como a visão, no caso das pessoas com deficiência visual, os sentidos restantes se desenvolvem de forma automática, autores como Arcand *et al.* (2019) afirmam que pessoas cegas não adquirem uma aptidão tátil excepcional automaticamente. Apesar disso, elas possuem uma habilidade tátil muitas vezes maior à de pessoas videntes devido à quantidade de vezes que são expostas a experiências táteis ao longo da vida, já que o tato se torna o principal sentido de percepção (SOBRAL; CAVALCANTI; EVERLING, 2015; POSCA, 2017; KASTRUP, 2007). A estimulação, que deve ser iniciada desde o diagnóstico médico, pode ser realizada pelo manuseio de diversos objetos de tamanhos, formas e texturas diferentes, considerando sempre o grau de maturidade do usuário (NOGUEIRA, 2007).

Enquanto a visão é imediata, o tato precisa de um processo mais extenso. Para desenvolver a criação de imagens mentais a partir de estímulos táteis, é necessária uma série de toques consecutivos em movimento, que vão constituindo uma imagem mental, formando assim uma hipótese definitiva (SILVA, 2011). Desta forma, a relação entre tempo e quantidade de informação adquirida através da percepção tátil é maior do que através da visão, ou seja, é necessário mais tempo para o tato encontrar a mesma informação que a visão — o que tem como consequência uma maior estimulação da memória (REVÈSZ, 1950).

Nesse processo, o movimento das mãos possui uma importância ímpar, dado que é por meio de movimentos realizados na leitura de elementos táteis, que

se torna possível distinguir as formas contidas em imagens audiotáteis. De forma isolada, o toque não é capaz de diferenciar as formas e por isso, o movimento é considerado como uma das características mais importantes para a percepção tátil (SILVA, 2011; LURIA, 1994).

Os movimentos realizados para o reconhecimento de objetos podem ser divididos em dois grandes grupos. Luria (1994) em seu livro *Sensação e Percepção* descreve um estudo realizado pelos psicólogos russos Anániev, Lómov e Vekker nos anos 1960, onde se explica a diferença entre o micro e o macromovimento. O micromovimento se refere a movimentos de caráter heterogêneo, nos quais são feitos pequenos deslocamentos dos dedos, que podem ir de 2mm a até 10mm, e onde são feitas pequenas pausas na movimentação em pontos com mais informação, assemelhando-se à leitura do Braille. Já os macromovimentos, são movimentos grandes que reúnem as informações coletadas nos micromovimentos, tendo como objetivo verificar as suposições adquiridas anteriormente sobre a forma dos objetos.

Os movimentos feitos para compreender as informações táteis concebem o uso das duas mãos de forma concomitante, através de uma série de posturas de mão e gestos típicos conforme a pesquisa de Shi, Zhao e Azenkot (2017), dividem-se entre quatro posturas (pegar; estabilizar; divergir; e convergir) e oito gestos (apontar; bater; escanear com o indicador; escanear com o polegar; beliscar; pairar; seguir; e esfregar), como mostra a Figura 12.

Figura 12: Posturas e gestos típicos da interação tátil pelo usuário cego



Fonte: a autora (2022), adaptado de Shi, Zao e Azenkot (2017)

Para que esse processo resulte em imagens mentais formadas através da percepção tátil, é necessário considerar as variáveis táteis, semelhantes às visuais, com a diferença de levar em consideração pontos específicos da compreensão tátil (Sanches, 2018). A pesquisa de Sanches (2018) cita as variáveis descritas por Loch (2008):

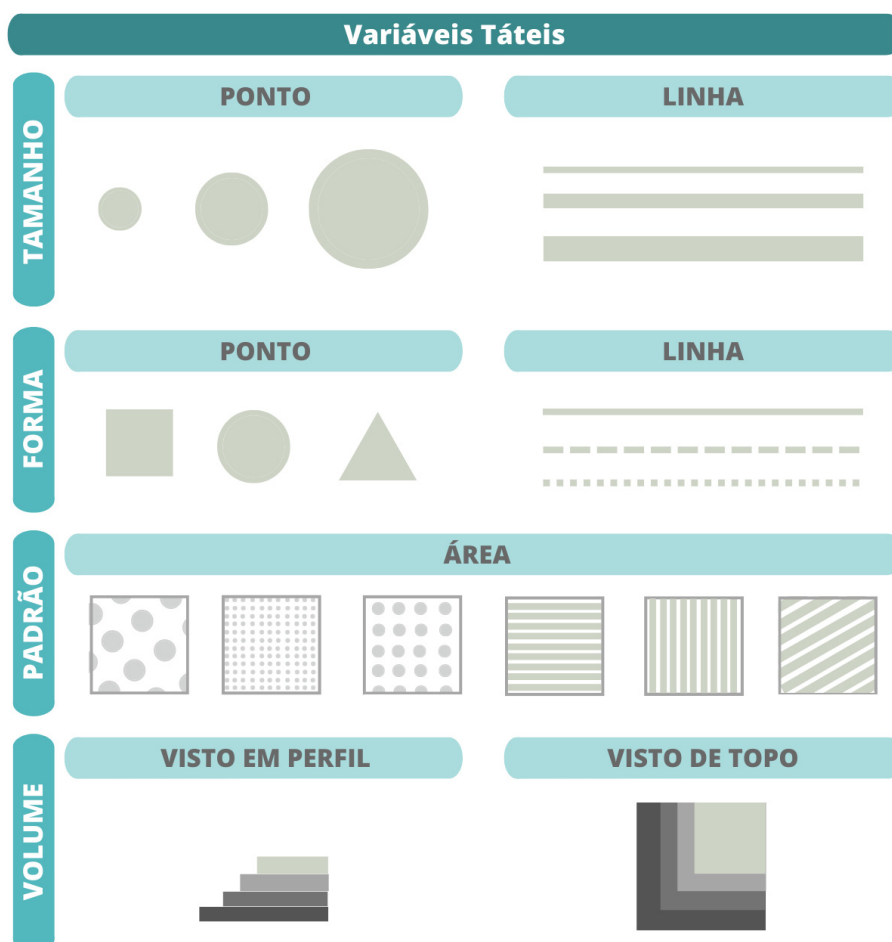
- **Tamanho:** os pontos e linhas devem ter um tamanho adequado para a compreensão tátil, respeitando dimensões mínimas e máximas. Os pontos devem apresentar uma medida mínima de 0,2 cm e um máximo de 1,2 cm. Já as linhas devem apresentar um tamanho mínimo de 1,3 cm;
- **Forma:** no caso dos pontos, devem ser desenvolvidas através da utilização de formas diferenciáveis entre si, utilizando-se de símbolos, formas geométricas, formas orgânicas, entre outros. Já as linhas, devem diferenciar-se através de traços, pontilhados, retas, curvas, entre outros. Além disso, as

linhas podem diferenciar-se através da distância dos elementos que as compõe, como é o caso dos traços e pontilhados;

- **Padrão:** utilização de pontos e linhas diferentes para formar texturas que auxiliem o reconhecimento tátil;
- **Volume:** permite o reconhecimento tátil através da elevação de pontos e linhas. A utilização de diferentes alturas e volumes podem diferenciar hierarquicamente os elementos (AURICCHIO *et al.*, 2017).

De forma visual, a Figura 13 mostra de forma resumida as variáveis táteis apresentadas por Loch (2008).

Figura 13: Variáveis Táteis



Fonte: Loch (2008)

Também demonstra-se relevante considerar a importância da utilização do Braille para promover a estimulação tátil. Ele deve ser usado em uma imagem tátil

aprendidos diretamente pelo tato seja por seu tamanho ou por serem perigosos de manusear, possibilitando assim a criação de conceitos que muitas vezes antes se demonstravam abstratos (PAGANO; MARTINS, 2014; SILVA *et al.*, 2010). Ademais, a experimentação tátil também permite que pessoas cegas tenham contato com obras de arte muitas vezes inacessíveis ao manuseio. As imagens audiotáteis no contexto do ensino de Artes permitem que o usuário cego crie relações com diferentes pinturas e obras por meio de suas próprias experiências, e não somente a partir do ponto de vista de outras pessoas — o que ocorre, por exemplo, quando a pintura é descrita somente de forma verbal (POSCA, 2017).

De acordo com os PCNs (1998), sugere-se que quando possível, sejam feitos objetos com estímulos táteis para melhorar a compreensão de alunos cegos sobre determinados assuntos. Diferentemente do código Braille, que possui uma tradução sem perda de significado, os conteúdos visuais como as imagens não constam com uma transposição oficial (BRENDLER *et al.*, 2014; SANCHES, 2018), como objetiva esta pesquisa.

Desta forma, compreende-se que a interação do aluno com os elementos táteis depende de uma série de fatores que devem ser considerados no momento da concepção e produção. Com isso, é de extrema importância que sejam considerados todos os fatores táteis possíveis ao desenvolver as imagens audiotáteis e suas diretrizes para a tradução.

3.1.1 IMPRESSÃO 3D

Para a construção dos elementos táteis, são utilizadas diferentes técnicas e materiais. Dentre os processos mais comuns, Sanches (2018) destaca entre outros, a termoformagem e o processo artesanal. A autora considerou a impressão 3D como uma técnica em expansão, porém na RBS realizada, a técnica demonstra-se já em um nível significativo de utilização dentro do desenvolvimento de imagens táteis e audiotáteis, sendo utilizada em quase 50% das iniciativas.

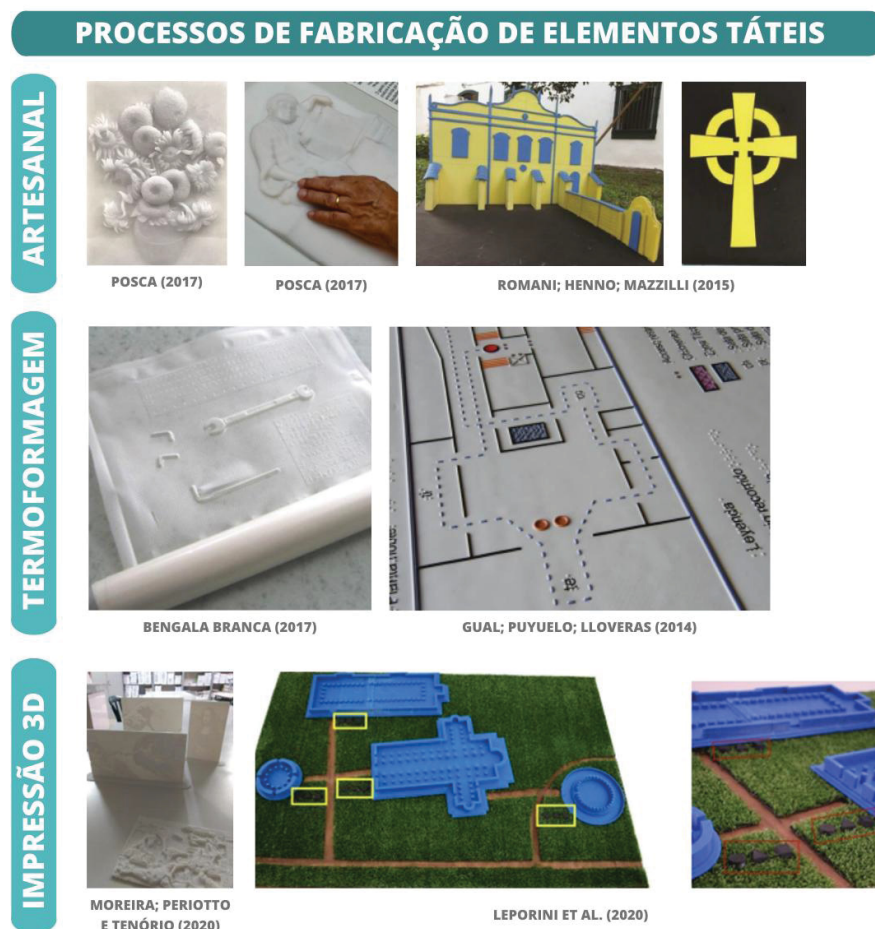
O **processo artesanal** utiliza-se de materiais diversos, como argila (MEDEIROS *et al.*, 2017), biscuit (VALE; SILVA, 2019), E.V.A. (SANTOS; SILVA, 2013; MEDEIROS *et al.*, 2017), madeira (BERBETZ, 2019), resina, gesso, barbante, entre outros. Pode ser fabricado por pessoas especializadas ou não, e seu custo

varia conforme os materiais e técnicas escolhidas para sua confecção (SANCHES, 2018).

A **termoformagem** é um processo que se inicia com a construção de um molde que, posteriormente, é sobreposto por uma camada de termoplástico (GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2014). Através da criação de uma pressão por vácuo ou calor, gera-se a imagem tátil. Normalmente para essa técnica utilizam-se materiais termoplásticos, como o policloreto de polivinila – PVC (SANCHES, 2018).

Já a **impressão 3D** se configura como uma técnica de prototipagem rápida aditiva que gera objetos tridimensionais a partir da adição de material camada por camada (SANCHES, 2018). Inicialmente, o processo foi criado para utilização na produção rápida de protótipos, porém seu potencial hoje é explorado em todas as etapas desde a concepção até o produto final (CARVALHO; VOLPATO, 2013). Na Figura 15 é possível identificar um exemplo de cada um dos processos de fabricação citados acima.

Figura 15: Processos de Fabricação de Elementos Táteis



Fonte: a autora (2022), com base nos autores citados na figura

Por se configurar um sistema de manufatura aditiva, a impressão 3D funciona a partir da adição de camadas para a obtenção do produto final, ao contrário da manufatura subtrativa, na qual o produto final é obtido através da remoção progressiva de material (BRENDLER *et al.*, 2014; FERREIRA; SILVA, 2014). Autores como Karastoyanov, Stoimenov e Gyoshev (2019) ressaltam que a manufatura aditiva é uma escolha adequada para produzir estímulos táteis direcionados a usuários com deficiência visual.

Como pontos positivos da impressão 3D, podem-se ressaltar os seguintes tópicos:

- Dispensa o uso de ferramentas e moldes (OLIVEIRA, 2013);
- Viabilidade de execução de uma grande quantidade de texturas, símbolos e textos em Braille (BEM; PUPO, 2015);
- Resistência do produto final à leitura feita com os dedos (BEM; PUPO, 2015);
- Curto tempo de confecção em comparação com as técnicas mais tradicionais e artesanais (ROSSETTI *et al.*, 2018; SANCHES, 2018);
- Capacidade para construir objetos de forma customizada (JO, *et al.*, 2016);
- Possibilita uma replicação do modelo proposto, tendo assim uma maior capacidade de disseminação (FERNANDES *et al.*, 2016);
- Os arquivos podem ser armazenados digitalmente e impressos quando necessário, além de ser possível a distribuição via internet, permitindo que o arquivo seja impresso em lugares diferentes sem o custo de transporte (BARNATT, 2013; PALAIO; ALMEIDA; PATREZE, 2018; AURICCHIO *et al.*, 2017; BALLETTI *et al.*, 2016);
- Possibilidade de personalização, com uma capacidade de criar um espectro ilimitado de projetos (AURICCHIO *et al.*, 2017).

Como pontos negativos, aponta-se a limitação em relação ao tamanho do objeto a ser impresso, sendo possível o desenvolvimento de objetos apenas em pequena e média dimensão e o fato de existir a necessidade de pós-processamento (FERNANDES *et al.*, 2016; ABREU, 2015; ARAÚJO, 2018). Também é necessário ter o cuidado de não utilizar estruturas afiadas ou muito finas na representação, já que possuem uma facilidade para quebrar devido à resistência mecânica insuficiente

(JO *et al.*, 2016). Apesar disso, é importante ressaltar que como a imagem audiotátil deve respeitar a dimensão de leitura das mãos, a impressão 3D é um meio de fabricação adequado para as medidas do objeto a ser desenvolvido.

Dentre as classificações do método aditivo sólido, existe a tecnologia *Fusion Deposition Modeling* (FDM): um sistema em que um filamento termoplástico é derretido ao passar por um bico extrusor que derrete o material, imprimindo assim camada a camada o objeto em três dimensões (ROMANI; HENNO; MAZZILLI, 2015). Consideradas de baixo custo, as impressoras 3D FDM são as mais utilizadas atualmente, e conforme Auricchio *et al.* (2017), permitem os seguintes resultados: precisão de detalhes; durabilidade do material; toque agradável; e uma combinação de cores que proporciona a acessibilidade para pessoas com baixa visão. Sobre os materiais, as impressoras FDM podem ser utilizadas com uma ampla diversidade de polímeros termoplásticos como, por exemplo, o acrilonitrila butadieno estireno (ABS), ácido polilático (PLA), policaprolactona (PCL), poliéter éter cetona (PEEK) e o poliuretano termoplástico (TPU), entre outros (AURICCHIO *et al.*, 2017). Desta forma, nessa pesquisa será utilizada apenas a impressora 3D com tecnologia FDM, dado que ela resulta em uma textura mais agradável ao reconhecimento tátil entre outras opções (ARAÚJO; SANTOS, 2015) e também pelo seu baixo custo em relação a outras técnicas.

O processo da impressão 3D de uma impressora FDM consiste em 6 etapas: modelagem do arquivo 3D, conversão para o formato STL, manipulação do arquivo STL, configuração da máquina, construção física da peça e por fim, o pós-processamento (Figura 16).

Figura 16: Processo da Impressão 3D



Fonte: a autora (2021) com base em Abreu (2015), Fernandes *et al.* (2016), Jo *et al.* (2016) e Ferreira e Silva (2014)

A **modelagem do arquivo 3D** é o início do processo, onde é desenvolvido um arquivo digital 3D em *software* CAD. Além disso, também é possível utilizar um arquivo já modelado anteriormente ou escaneado através de *scanners* 3D ou aplicativos específicos. Posteriormente é feita a **conversão do arquivo para modelo STL**, criando assim uma malha de triângulos que permitirão a impressão de forma tridimensional. Quanto menores forem os triângulos, maior será o tamanho do arquivo final.

Assim, é feita a **manipulação do arquivo STL**, onde desse alteram os parâmetros de impressão do arquivo STL, como: tamanho, posição, orientação, tamanho da camada, temperatura entre outros. Ao final da manipulação, é gerado um arquivo com códigos e coordenadas para o entendimento da impressora (g-code), que estará fatiado em camadas paralelas entre si e perpendiculares ao eixo Z. Em seguida, é feita a **configuração da máquina**, preparando a impressora para o início da impressão. No caso das impressoras FDM, é necessário ajustar a temperatura do bico extrusor e da mesa aquecida, além de colocar o filamento a ser utilizado.

A variação dos parâmetros feita nas duas etapas anteriores pode influenciar tanto positivamente ou negativamente no resultado final da impressão do objeto (SANCHES, 2018). Por isso, demonstra-se importante realizar experimentos que

permitirão o conhecimento das condições ideais de configuração para o projeto a ser desenvolvido (ARAÚJO, 2018).

Desta forma, inicia-se a **construção física da peça**: uma etapa com pouca ou nenhuma intervenção humana. Nesta fase, o bico extrusor se movimenta nos eixos X e Y, depositando o material termoplástico em forma de um fio aquecido em uma mesa que se movimenta no eixo Z. Assim que o filamento aquecido entra em contato com o material da superfície da peça, ele se solidifica e automaticamente adere à camada anterior. O processo é assim repetido até que a peça esteja finalizada (VOLPATO, 2013). O tempo de impressão de cada peça varia conforme o volume e a resolução de cada peça, podendo durar minutos ou horas (ROMANI; HENNO; MAZZILLI, 2015).

Por fim, Abreu (2015) e Jo *et al.* (2016) adicionam ao processo a etapa de **pós-processamento**, onde são retirados possíveis materiais de suporte e é feito o tratamento da superfície do objeto impresso. Essa fase demonstra-se importante porque se for desenvolvida de forma inadequada, os alunos cegos podem interpretar de forma errônea as informações devido a saliências indesejadas no modelo (ARCAND *et al.*, 2019).

Nesse contexto, a tecnologia de impressão 3D permite que um maior número de usuários acesse a mesma informação, atendendo assim aos princípios do Desenho Universal (JUNIOR; CASTILLO; COUTINHO, 2015). Considerada uma técnica que permite uma maior complexidade volumétrica, a impressão 3D permite o acesso de pessoas com deficiência visual aos materiais educacionais de forma tátil, estimulando sua imaginação, compreensão, percepção e capacidade de memorização (GRUENWALD, 2014; JO *et al.*, 2016).

3.2 PERCEPÇÃO ATRAVÉS DA AUDIÇÃO

A percepção auditiva é um processo de obtenção e recepção de dados através da audição (MUSSI *et al.*, 2016). O sentido auditivo é proporcionado por meio do ouvido, que “capta e converte as ondas de pressão do ar em sinais elétricos, que são transmitidas ao cérebro para produzir as sensações sonoras” (IIDA, 2005, p. 89).

Da mesma forma que acontece com os estímulos táteis, os alunos cegos não recebem uma maior quantidade de estímulos auditivos que os alunos videntes, mas suas capacidades sensoriais aumentam, devido ao maior uso dos sentidos remanescentes, reorganizando a atenção e os estímulos cerebrais para essas informações (DIAS; PEREIRA, 2008; KASTRUP, 2007). Dessa forma, a audição é mais preparada para compensar a falta da visão em informações verbais e longas descrições, em comparação com o tato, que substitui melhor informações espaciais (COOK; POLGAR, 2015).

Assim sendo, os estímulos auditivos configuram-se como um apoio na imagem audiotátil, complementando os elementos táteis contidos, assumindo uma posição passiva na interação entre os dois sentidos. Para que a leitura da imagem audiotátil seja feita de forma mais efetiva, é necessário o estímulo precoce, desde a infância (para cegos congênitos) e desde o diagnóstico de cegueira (para cegos adquiridos). Assim, deve-se associar nome a objetivos, verbos e movimentos, entre outros (SANCHES, 2021, não publicado).

Como afirmam Gual, Puyuelo e Lloveras (2011), Araújo e Santos (2015) e Camargo e Silva (2004), a combinação da descrição verbal com a exploração tátil é positiva para o público cego. Kastrup (2007) ressalta também que os benefícios não são proporcionados apenas para o público deficiente visual, mas expande-se para pessoas com outras deficiências e também para o público vidente. A junção dos estímulos táteis com os auditivos demonstra-se uma estratégia para que os alunos compreendam melhor o tema abordado e como auxílio às pessoas que interagem com imagens audiotáteis pela primeira vez (CAMARGO; SILVA, 2004; ARAÚJO; SANTOS, 2015).

Para proporcionar os estímulos auditivos, é utilizada a audiodescrição, que teve seu início nos Estados Unidos durante a década de 1970 e, somente em 2003, foi utilizada no Brasil de forma relevante. A audiodescrição (AD) configura-se como uma forma de promover a acessibilidade comunicacional para diferentes âmbitos, como a cultura, lazer e educação (SANTOS; CAVALCANTE, 2011). Diferentemente de uma descrição narrada, a AD está sempre acompanhada do material descrito (VERGARA-NUNES, 2016), oferecendo ao público deficiente visual condições para aumentar sua independência, garantindo o direito de concluir a partir das informações dadas o que as imagens — tanto estáticas quanto dinâmicas —

significam a partir de suas experiências, conhecimento de mundo e cognição (LIMA; LIMA; VIEIRA, 2009).

Para isso, é importante manter a objetividade e relevância da descrição, descrevendo características importantes para a compreensão do contexto e do conteúdo da imagem estática (NUNES *et al.*, 2011). Assim, o audiodescritor deve proporcionar uma sensação estética à pessoa com deficiência visual, por meio de um texto verbal e oralizado (ADERALDO, 2011).

Costa e Frota (2011, p. 7) citam três grandes categorias estabelecidas por Cintas (2007) para a identificação de diferentes tipos e formas de produção de AD:

- **Audiodescrição gravada para telas:** para programas audiovisuais com imagens dinâmicas, como filmes, séries de televisão, documentários, entre outros, independente do meio em que será distribuído ou comercializado (televisão, cinema, internet etc);
- **Audiodescrição gravada para audioguia:** feita para obras estáticas como monumentos, museus, galerias de arte, igrejas, palácios, exposições, entre outros, em que não existam imagens dinâmicas e em que a experiência tátil têm uma grande importância;
- **Audiodescrição ao vivo:** de obras teatrais, musicais, balé, ópera, esportes e outros espetáculos similares. Também fazem parte dessa categoria congressos e qualquer manifestação pública como atos políticos

O tipo de audiodescrição que será utilizada tanto para promover as diretrizes quanto para testá-las através do protótipo, será a **audiodescrição gravada para audioguia**, dado que mantém seu foco em imagens estáticas e é utilizada em situações nas quais os estímulos táteis são importantes.

O processo completo da produção de audiodescrições para imagens estáticas (Figura 17), conforme com Costa e Frota (2011) envolve cinco etapas: observação da imagem estática; elaboração do roteiro; ensaio para a gravação; gravação do roteiro e revisão da gravação.

Figura 17: Processo de desenvolvimento de audiodescrições



Fonte: a autora (2021) com base em Costa e Frota (2011)

Primeiramente, é feita a **observação da imagem estática**, onde no caso de obras de arte, inclui a observação dos seus detalhes, momento histórico, técnicas, cores entre outros pontos pelo audiodescritor. De forma geral, deve-se fazer a descrição de uma imagem estática através da pergunta “como é o objeto?”.

Em um segundo momento, é iniciada a **elaboração do roteiro** de uma forma geral para depois aprofundar-se para o específico, em uma sequência lógica que segue de cima para baixo, da esquerda para a direita, do primeiro plano para o plano intermediário e por último, o plano de fundo. É importante também utilizar um vocabulário amplo, contemplando diferentes características do objeto observadas na etapa anterior.

Com o roteiro pronto, inicia-se o **ensaio para a gravação** de forma oral. A leitura em voz alta permite que sejam percebidas possíveis alterações, como por exemplo, no vocabulário utilizado e no estilo do texto.

Dessa forma, é feita a **revisão da gravação** para conferir se houve erros ou omissões importantes, além de conferir se a audiodescrição não alterou o valor estético da obra audiovisual.

Após as possíveis modificações, é feita a **gravação do roteiro**. Apesar de a AD de imagens estáticas não ter um tempo máximo estipulado, é necessário que não sejam longas e cansativas para o público que as escutará. É nesse momento que é feita também a edição dos áudios para sua posterior revisão.

Para a realização deste processo, são necessárias ao menos duas pessoas. De acordo com o especialista em audiodescrição entrevistado (Apêndice 8), um profissional pode desenvolver os passos 1, 2, 3 e 5, enquanto um profissional, necessariamente cego, precisa desenvolver o passo 4 (revisão da gravação), garantindo que o roteiro tenha sido elaborado de forma correta para o entendimento de pessoas deficientes visuais.

Para que uma AD cumpra seu objetivo, ela deve permitir que o espectador se relacione com a pintura que se descreve de forma holística, de maneira que a descrição escutada se converta como parte da experiência artística, em lugar de manter pessoas com deficiências visuais afastadas de obras de arte (HOLLAND, 2009). Dessa forma, a AD se configura como uma ferramenta de acessibilidade eficiente para imagens audiotáteis, que permite promover o acesso de pessoas deficientes, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

3.2.1 PLACAS ELETRÔNICAS

Em sua pesquisa de doutorado, Sanches (2021, não publicado) identifica as quatro principais formas de proporcionar os estímulos auditivos em imagens audiotáteis produzidas através da Impressão 3D. Segundo a autora, as principais formas são: visão computacional; telas sensíveis ao toque; captação sonora, canetas ou vestíveis e placas eletrônicas. É possível ver as categorias e exemplos de cada abordagem na Figura 18.

Figura 18: Formas de proporcionar elementos auditivos em imagens audiotáteis



Fonte: a autora (2022) com base em Sanches (2021, não publicado)

A **visão computacional** funciona a partir de uma câmera externa a imagem audiotátil — encontrada em celulares, tablets e computadores —, e etiquetas, que serão rastreadas pela câmera. Seu funcionamento é parecido com o de um *QR code*⁴. Após o reconhecimento das informações contidas nas etiquetas, os usuários são direcionados aos respectivos áudios.

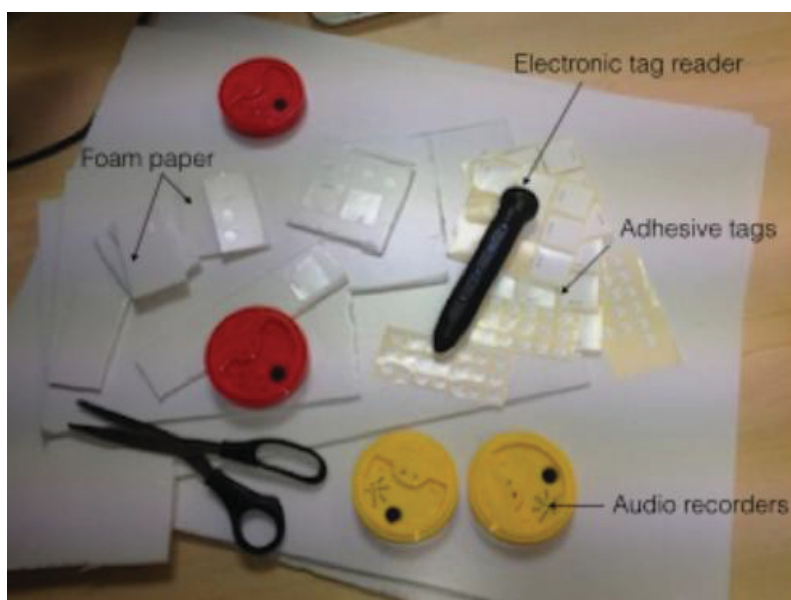
Outra forma de conferir estímulos auditivos em imagens audiotáteis, segundo a autora, são **telas sensíveis ao toque**, podendo ser telas tanto de celulares como de *tablets*. A parte tátil da imagem é impressa em 3D e sobreposta

⁴ O *QR code*, que pode ser traduzido como “Código de resposta rápida”, é parecido com um código de barras, formando a imagem de um quadrado. Quando o código é digitalizado através de uma câmera, transmite grande quantidade de informações para o usuário.

no *display* eletrônico, e ao tocar a imagem audiotátil, o usuário aciona o feedback em áudio ao mesmo tempo.

Abordagens como a **captação sonora, canetas ou vestíveis** são as opções menos utilizadas para produzir os estímulos auditivos. Um exemplo é a pesquisa realizada por Metatla *et al.* (2015), que se utilizou de um gravador de áudio, etiquetas autoadesivas eletrônicas e leitores de etiquetas eletrônicas para desenvolver *mock-ups* de imagens audiotáteis (Figura 19). As etiquetas foram colocadas em lugares estratégicos na imagem audiotátil, onde os usuários cegos aproximavam os leitores e assim, escutavam a descrição de áudio gravada anteriormente.

Figura 19: Materiais utilizados para prover estímulos auditivos em *mock-ups*



Fonte: Metatla *et al.* (2019)

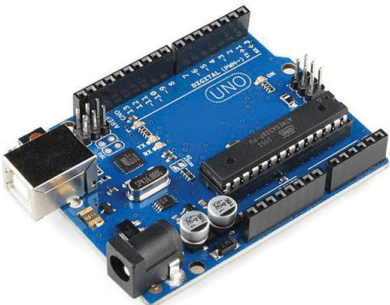
Por fim, os estímulos auditivos proporcionados através de **placas eletrônicas** consistem majoritariamente em que a imagem audiotátil contenha um ou mais pontos (ex: botão, sensor, pintura com tinta condutiva ou áreas condutivas) ligados a uma placa eletrônica. Desta maneira, assim que o usuário interagir através do toque em algum desses pontos, a programação feita anteriormente desencadeia a execução dos áudios. O principal benefício deste tipo de tecnologia é dispensabilidade de um celular ou objetos adicionais para seu funcionamento, já que nem todos os alunos possuem acesso a esses recursos. Dentre as placas

eletrônicas mais utilizadas e conhecidas, como Raspberry Pi, Bare Conductive TouchBoard, está o Arduino e o NodeMCU.

O Arduino configura-se como uma plataforma de *hardware open source*⁵, sendo indicado para projetos que tenham interações com o ambiente, atuando tanto na entrada quanto na saída de informações. Como entrada de informações, o Arduino é capaz de coletar dados como temperatura, luz e som e também de utilizar a saída de informações, por meio de leds, motores, auto-falantes etc. — o que permite uma ampla gama de utilizações (SOUZA *et al.*, 2011). Fisicamente, consiste em uma “placa de circuitos com entradas e saídas para um microcontrolador AVR, um ambiente de desenvolvimento e o *bootloader*⁶ gravado no microcontrolador, que é constituído de um microprocessador, memória e periféricos de entrada e saída” (CAVALCANTE; TAVOLARO; MOLISANI, 2011, p. 2).

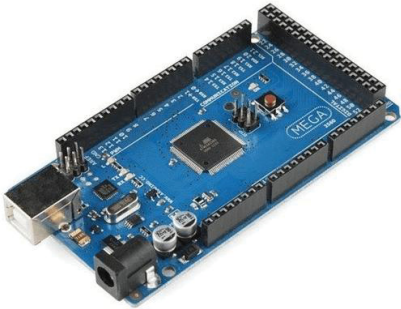
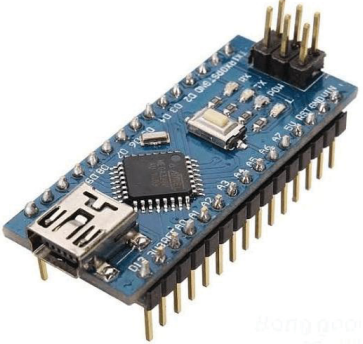
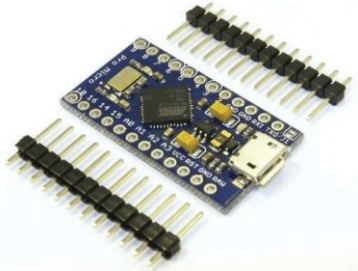
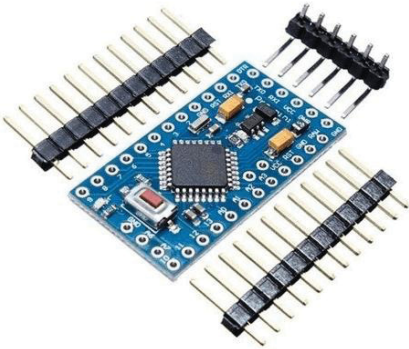
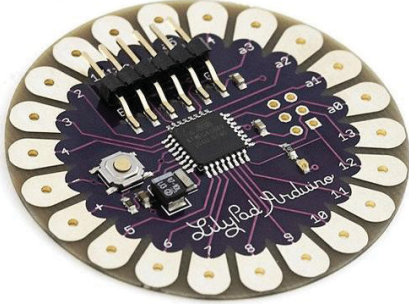
Existem alguns tipos de placas Arduino, desenvolvidas para distintas aplicações, onde as principais são: Arduino Uno, Leonardo, MEGA, Pro Mini, Pro Micro, Lilypad e Nano. No Quadro 1, é possível conhecer cada uma dessas placas e algumas de suas características individuais.

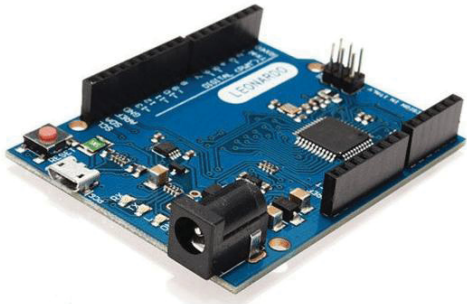
Quadro 1: Tipos de Arduino

Nome	Imagem	Características
Arduino Uno		- É a placa Arduino mais popular; - Ideal para iniciantes; - Ótimo custo/benefício; - Muitas portas disponíveis; - Grande compatibilidade com os Shields Arduino.

⁵ “É um termo para artefatos tangíveis – máquinas, dispositivos ou outros objetos físicos – cujo projeto foi disponibilizado ao público de modo que qualquer um pode construir, modificar, distribuir e utilizar estes artefatos” (SOUZA, 2018).

⁶ *Bootloader* é um software que permite a inicialização do sistema operacional de diversos dispositivos como computadores, *smartphones*, *tablets* e como citado, o Arduino.

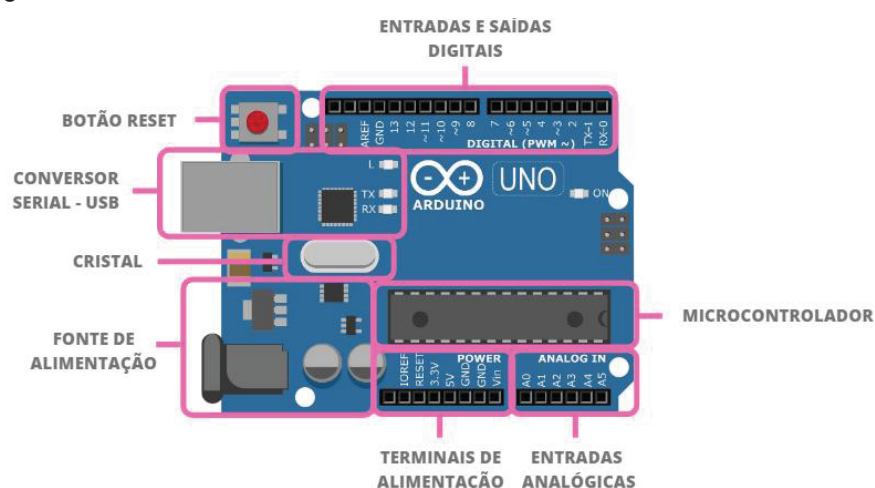
Arduino Mega		- Possui basicamente as mesmas configurações do Arduino Uno, porém com mais portas de entradas e saídas; - Indicado para projetos mais elaborados e com muitos sensores.
Arduino Nano		- Possui basicamente as mesmas características do Arduino Uno, porém é mais compacto; - Ideal para projetos com poucos sensores e que possuem um espaço reduzido.
Arduino Pro Micro		- Possui como vantagem sua compactabilidade; - Capacidade de emular dispositivos USB como mouse e teclados.
Arduino Pro Mini		- Possui como vantagem sua compactabilidade; - Não possui uma conexão USB embutida, necessitando assim do uso de um módulo conversor USB; - De forma geral, é uma versão compacta e barata do Arduino Uno.
Arduino Lilypad		- Especialmente desenvolvido para aplicações em vestuário e tecidos inteligentes; - Seu design é ideal para aplicações onde é extremamente necessário esconder o microcontrolador.

Arduino Leonardo		- Maior continuidade de pinos analógicos e digitais; - Capacidade de emular dispositivos USB como mouse e teclados; - Possui comunicação USB embutida, eliminando a necessidade de um processador secundário.
-------------------------	---	---

Fonte: A autora (2022), com base em Lousada (2021)

Cada uma das placas Arduino citadas anteriormente possui, de modo geral os mesmos componentes, sendo que algumas modificações foram feitas para aplicações de uso diferentes. Por isso, algumas apresentam uma pequena diferença de componentes, como é o caso do Arduino Leonardo que possui comunicação USB embutida e do Arduino Pro Mini, que não possui a mesma comunicação. Para exemplificar, a Figura 20 apresenta a anatomia da placa Arduino Uno, com seus principais componentes.

Figura 20: Anatomia do Arduino Uno

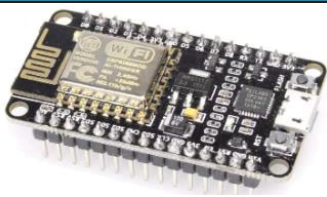


Fonte: A autora (2022)

Utilizando a mesma lógica e interface do Arduino, existem as placas NodeMCU. Este tipo de placa eletrônica apresenta muitas similaridades com a família de placas Arduino, como o fato de ser uma plataforma de código aberto, e também coletar dados do ambiente através de sensores e interagir com o meio, controlando motores, leds e outros acessórios. A principal característica de

diferenciação é o fato de ter WIFI de forma nativa, ou seja, não depender de acessórios adicionais para que lhe proporcionem essa conexão. Além disso, também apresenta maior quantidade de memória e maior velocidade de processamento que o Arduino. Abaixo, é possível ver os dois principais tipos de placas NodeMCU no Quadro 2.

Quadro 2: Tipos de placas NodeMCU

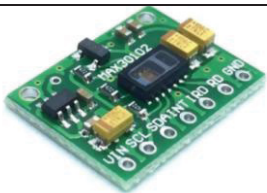
Nome	Imagem	Características
ESP8266		Alimentado através de porta micro USB. Possui 13 pinos GPIOs – General Purpose Input/Output – (pinos que fazem comunicação de entrada e saída de sinais digitais).
ESP32		A placa possui 34 pinos GPIOs e 18 canais ADC, que fazem a conversão analógica-digital. Possui um baixo consumo de energia e um alto desempenho de potência.

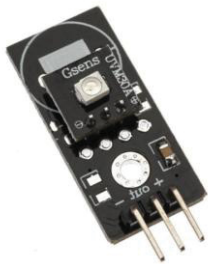
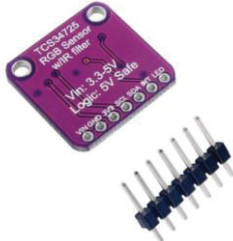
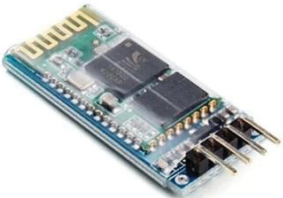
Fonte: A autora (2022), com base em Torella (2021)

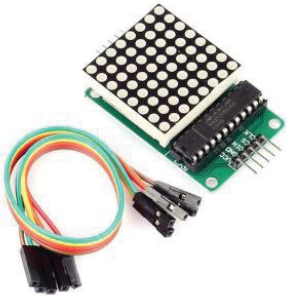
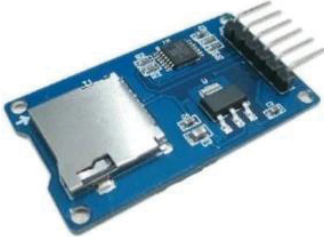
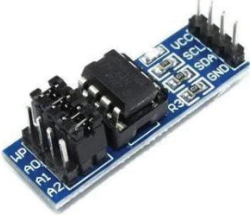
Para o desenvolvimento de projetos utilizando-se placas eletrônicas Arduino e NodeMCU, devem ser conectados acessórios que permitem criar diferentes usos com a placa eletrônica, como módulos, sensores e *shields*. O Quadro 3 mostra alguns exemplos destes acessórios existentes e sua descrição. É importante ressaltar que existem diversas versões de um mesmo acessório, de acordo com a precisão dos dados coletados, tecnologia, complexidade e durabilidade.

Quadro 3: Exemplos de sensores e módulos para Arduino

Nome	Imagem	Descrição
Sensor de Pressão e Temperatura		Utilizado para coletar informações de pressão e temperatura com precisão. Um exemplo de utilização é coleta de dados de projetos ambientais.

Sensor de Presença e Movimento		Sensor utilizado para detectar a presença humana em até sete metros, ativando um alarme de segurança. Usado em projetos de segurança residencial.
Sensor de Umidade do Solo		Sensor utilizado para coletar dados sobre a umidade do solo. Pode ser utilizado em sistemas para agricultura e em estufas.
Sensor de Frequência Cardíaca Oxímetro		Utilizado para detectar batimentos cardíacos e medir indiretamente a quantidade de oxigênio no sangue.
Sensor de Nível de Água com Boia		É usado para detectar o nível do líquido dentro de um recipiente. Pode ser usado em projetos de piscinas e para controle de enchentes.
Sensor de Gás - Álcool		É capaz de detectar o vapor de álcool etanol na atmosfera. Normalmente é utilizado em sistemas de monitoramento de ambientes com riscos de vazamentos de vapores inflamáveis.
Sensor de Luminosidade		É um sensor que converte a luz em valores de resistência. É muito utilizado nas fotocélulas que controlam o acendimento de postes e em projetos de iluminação residencial.
Sensor de Chamas		Ideal para detectar a presença de chamas em um determinado ambiente. Pode ser utilizados em projetos de segurança domiciliar.

Sensor de Raio Ultravioleta		O sensor identifica a radiação solar UV. É utilizado para monitorar esses raios.
Sensor de Cor RGB		Utilizado para o reconhecimento de cores.
Módulo Bluetooth		Permite a comunicação entre a placa do Arduino e outros dispositivos Bluetooth por meio de transferência de dados. Através da sua utilização, é possível controlar, por exemplo, motores e leds.
Módulo Conversor USB		Permite a conexão USB à placa.
Módulo GPS com antena		É capaz de informar a localização exata do objeto em que o módulo está instalado, enviando dados de latitude e longitude, data, hora e velocidade de deslocamento.
Módulo WIFI		Permite agregar a conexão sem fio para o Arduino. Utilizado em projetos em que seja necessário controlar remotamente o dispositivo ou para obter informações de outros dispositivos em tempo real ou para armazenamento em base de dados.

Módulo Joystick Analógico		O módulo pode ser usado como <i>mouse</i> , controle de robôs e para jogos em geral.
Módulo Amplificador de Áudio		O módulo é utilizado para aumentar a intensidade do sinal que chega até os alto-falantes. Pode ser utilizado para que o som alcance um grande espaço físico, como salas de museus.
Módulo Matriz de Led		Sensor utilizado para controlar vários leds ao mesmo tempo. Com ele, é possível criar através dos leds, números, palavras ou desenhos.
Módulo Ethernet		Permite a conexão de microcontroladores através da interface SPI. Também torna possível a conexão com servidores na rede internet através do IP.
Módulo Micro SD Card		Foi desenvolvido para possibilitar que plataformas microcontroladas possam ler e escrever dados em mini cartões de memória.
Módulo de Memória EEPROM		Atua como expensor de memória para o microcontrolador

Fonte: A autora (2022)

Desta forma, as placas Arduino e NodeMCU, em conjunto com seus sensores e módulos, permitem uma grande quantidade de utilizações, dentre elas, sua aplicação dentro da Tecnologia Assistiva. Em comparação de custo-benefício, as placas NodeMCU se destacam por ser uma opção mais acessível no que condiz ao seu valor, podendo assim ser usado de forma mais abrangente na educação básica. Além disso, o fato de possuir o wifi integrado à placa e uma maior capacidade de memória, proporcionam uma maior abrangência de possibilidades. Na Figura 21, é possível observar as comparações técnicas entre o ESP8266, ESP32 e o Arduino Uno, ressaltando assim o ESP32 como uma placa mais completa, através da sua memória RAM, *Bluetooth* e *Wifi* embutidos e outras características.

Figura 21: Comparações técnicas entre o ESP8266, ESP32 e Arduino UNO

	ESP8266	ESP32	Arduino UNO
Corrente	197mA	220mA	40mA
Núcleo	1	2	1
Arquitetura	32 bits	32 bits	8 bits
Clock	80 – 160 MHz	160-240 MHz	16MHz
Bluetooth	Não	Clássico e BLE (Bluetooth Low Energy)	Não
WiFi	Sim	Sim	Não
RAM	160KB	520KB	2KB
FLASH	16Mb	16Mb	32KB
GPIO	13	34	14
DAC	0	2	0
ADC	1	18	6
Interfaces	SPI, I2C, UART e I2S	SPI, I2C, UART, I2S e CAN	SPI, I2C e UART

Fonte: Torella (2021)

4 MÉTODO DE PESQUISA

Ao longo deste capítulo são expostos os procedimentos metodológicos empregados para a realização da pesquisa em questão, abordando a caracterização da pesquisa e suas respectivas fases de desenvolvimento, assim como as técnicas utilizadas.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa se caracteriza como sendo de natureza aplicada, com objetivo descritivo, de abordagem qualitativa e para a sua realização, são utilizados os procedimentos metodológicos de RBS, RBA e Design Science Research (DSR).

A dissertação é compreendida como de natureza aplicada, que conforme Prodanov e Freitas (2013), caracteriza-se por objetivar a geração de conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos. Neste caso, a aplicação prática se torna presente através da validação das diretrizes por meio da imagem audiotátil na área da educação artística, com ênfase na acessibilidade de pessoas cegas.

No que se refere ao objetivo, este assume um caráter descritivo, e é identificado por buscar a descrição das características de determinada população ou fenômeno (PRODANOV; FREITAS, 2013). Dessa forma, o estudo em questão qualifica-se como descritivo, visto que estuda uma determinada população, não necessariamente geográfica, representada por pessoas com deficiência visual.

A pesquisa é considerada qualitativa, dado que os fatos analisados formam “um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 70). Assim, os dados subjetivos que serão obtidos através dos procedimentos metodológicos serão de suma importância para o resultado final desta pesquisa.

Os procedimentos metodológicos a serem aplicados são a Revisão Bibliográfica Assistemática, a Revisão Bibliográfica Sistemática e a Design Science Research. De modo geral, conforme Dane (1990), a revisão bibliográfica é importante para definir a linha limítrofe da pesquisa que se deseja desenvolver, considerando uma perspectiva científica. Ela é desenvolvida por materiais já elaborados anteriormente, como livros, artigos e teses. Possui um caráter

exploratório, pois permite ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente (GIL, 2002).

A Revisão Bibliográfica Assistemática é uma forma de revisão onde o processo de busca e seleção do conteúdo é executado de forma investigativa, não é transparente e não permite continuidade. Nessa pesquisa o método da RBA foi utilizado com o propósito de complementar alguns tópicos dos capítulos um e dois, de introdução, referencial teórico e delimitação das diretrizes, não sendo o principal método de revisão bibliográfica realizado.

Já Revisão Bibliográfica Sistemática caracteriza-se por ser

“um modo de revisão onde é explicitado o processo como foi conduzida, permitindo a rastreabilidade dos critérios adotados ao longo de sua realização. Esta sistematização possibilita que outros pesquisadores consigam replicar o mesmo processo e critérios” (SANTOS, 2018, p. 45).

Desse modo, segundo Santos (2018) e Saur-Amaral (2012), uma Revisão Bibliográfica Sistemática deve permitir, de maneira geral:

- A reconstrução coerente e integrada do corpo técnico associado a um determinado problema de pesquisa;
- Identificação de lacunas, contradições ou convergências dentro de uma temática de investigação;
- Formulação de uma pergunta de investigação científica relevante para a sociedade e para o avanço do campo do conhecimento.

A RBS encontra-se descrita com detalhes no Apêndice 1, com seus resultados aplicados de forma mais específica durante o Capítulo 1, compondo o problema de pesquisa, objetivos e justificativa, Capítulo 2 e 3, destinados ao referencial teórico, e na continuidade do projeto como um todo.

Por fim, o método de Design Science Research busca “estabelecer o ‘como deveria ser’, contrastando com a característica analítica de outros métodos, que buscam entender ‘como é’ o mundo real” (SANTOS, 2018, p. 75). Assim, as pesquisas que se utilizam desse método ocorrem “através” do Design, já que

preconizam o projeto de um artefato para desenvolver soluções para um problema, compreendendo assim a natureza desse problema (SANTOS, 2018).

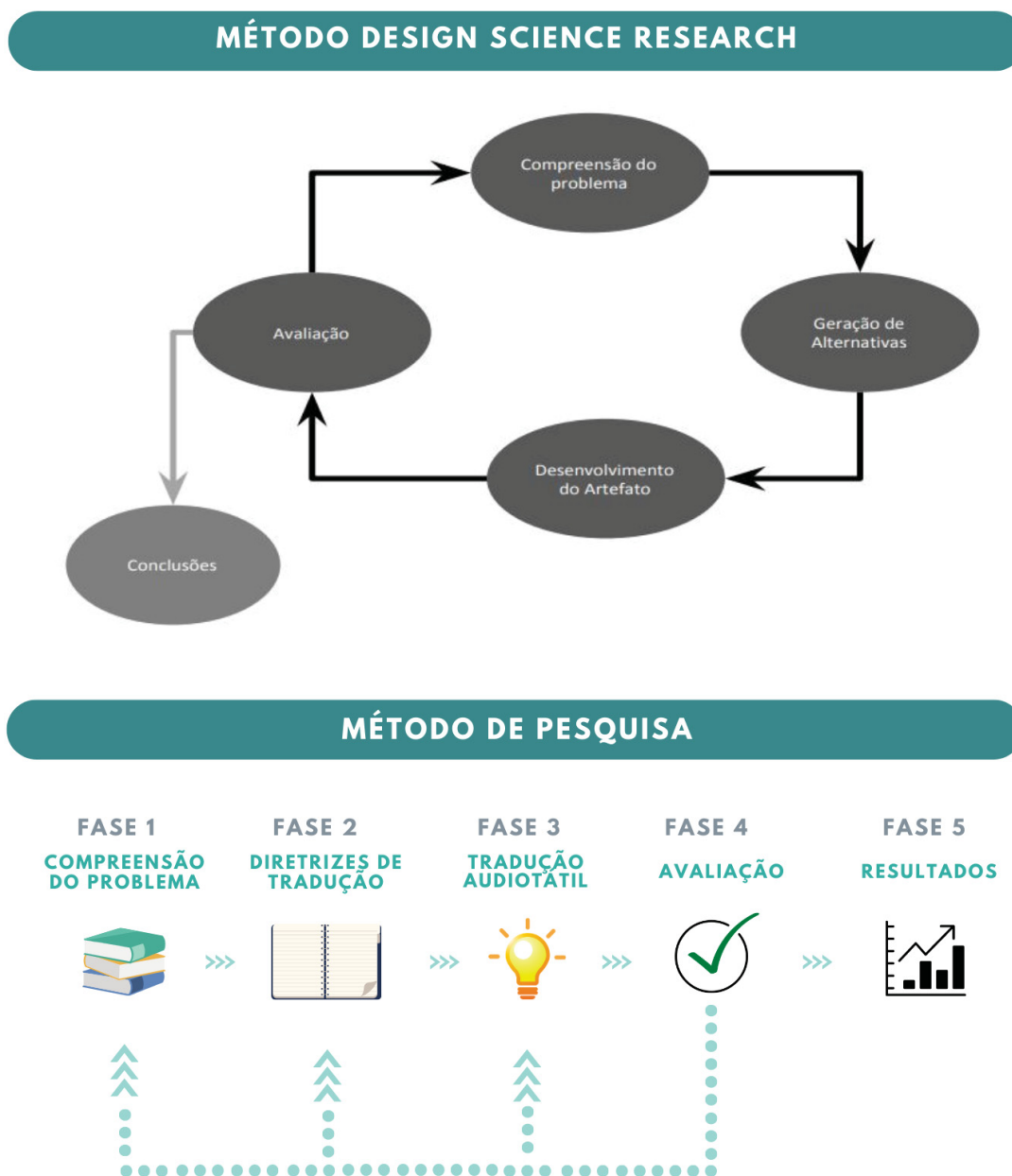
O artefato nesse caso é definido como algo construído pelo homem (SIMON, 1996), podendo melhorar a condição de vida de um grupo de pessoas, como é o caso dos alunos portadores de deficiência visual. Nesse caso, de acordo com Santos (2018), as diretrizes podem ser consideradas como um artefato abstrato.

Usualmente, são apontadas muitas similaridades entre a DSR, o Estudo de Caso e a Pesquisa Ação. No Estudo de Caso, o pesquisador normalmente adota a posição de observador externo ao fenômeno. Porém, o processo de concepção do artefato que utiliza a DSR, pode adotar uma abordagem projetual empática, envolvendo de forma ativa o público alvo (SANTOS, 2018), como é o caso desta pesquisa. Já na Pesquisa Ação,

[...] o pesquisador é observador e observado ao mesmo tempo, influenciando e sendo influenciado pelos atores envolvidos na ação. Assim, pode haver da parte do pesquisador ou dos atores envolvidos uma intenção de estado futuro, similarmente à abordagem prescritiva presente na Design Science. Contudo, na Pesquisa ação esta intenção é revisada a cada novo ciclo da ação, incorrendo no risco de alteração total da direção pretendida em função da ampliação do aprendizado cumulativo acerca da realidade. Há múltiplos ciclos para múltiplas ações na Pesquisa Ação enquanto na Design Science há fundamentalmente uma única ação sendo realizada (desenvolvimento, implementação e avaliação de um artefato) (SANTOS, 2018, p. 83).

Dessa forma, propõe-se uma adaptação ao método exposto por Santos (2018), como ilustra a Figura 22.

Figura 22: Método de pesquisa



Fonte: a autora (2020) com base em Santos (2018)

A DSR está presente nas cinco fases da pesquisa, sendo elas: compreensão do problema; diretrizes de tradução; tradução audiotátil; avaliação; e resultados. Cada fase será descrita de forma mais aprofundada a seguir. Recorda-se que é um método onde existe a possibilidade de voltar a alguma fase anterior quantas vezes forem necessárias.

4.2 FASE 1: COMPREENSÃO DO PROBLEMA

A fase de Compreensão do Problema, busca a assimilação e compreensão dos pontos principais que envolvem o objeto de pesquisa e pode ser visualizada de forma mais aprofundada na Figura 23. A fase inicia-se com a identificação do problema de pesquisa, que surgiu como exposto na introdução, por meio do grupo de pesquisa da autora. Por ser a primeira fase, não possui nenhuma entrada. Como saída, será cumprido o primeiro objetivo específico da dissertação, compreendendo assim as necessidades de representação das imagens audiotáteis.

Figura 23: Fase 1 - Compreensão do Problema



Fonte: a autora (2021)

Para cumprir esses objetivos específicos, serão utilizadas duas Revisões Bibliográficas, RBS e RBA, entrevistas semi-estruturadas e um questionário. Após a

finalização de cada uma das coletas de dados, será feita a análise dos dados obtidos em sua respectiva fase.

A análise dos dados, que aqui foram qualitativos, é feita a partir do processo descrito por Miles, Huberman e Saldanha (2014), onde existe um ciclo constante de três momentos: condensação de dados, exibição dos dados e a retirada de conclusões. A **condensação dos dados** trata de selecionar, simplificar e transformar os dados brutos coletados pelas técnicas, em fichamentos, transcrições, agrupamentos, entre outros. Em um segundo momento, é feita a **exibição dos dados**, onde são retiradas as conclusões, podendo ser exibidas em formatos de tabelas, quadros, gráficos e outras representações gráficas do gênero. Por último, é feita a **retirada de conclusões**, onde há a interpretação dos dados pelo pesquisador, encontrando padrões e explicações.

Dessa forma, a fase foi dividida em quatro etapas: Revisão Bibliográfica Sistemática, Revisão Bibliográfica Assistemática, Entrevistas semi-estruturadas e questionários. Ressalta-se que as etapas são realizadas simultaneamente.

4.2.1 Revisão Bibliográfica Sistemática

A RBS foi utilizada na presente dissertação para o mapeamento da literatura; definição do problema de pesquisa, objeto geral e objetivos específicos; conhecimento do estado da arte; e para a construção da fundamentação teórica. Além disso, também será utilizada na Fase 2, para identificar e coletar os requisitos, recomendações e sugestões que fazem parte do escopo da dissertação.

O roteiro utilizado foi adaptado de Conforto e Silva (2011), seguindo três fases: Entrada; Processamento; e Saída. A fase de entrada é composta por cinco fases: objetivos; base de dados; palavras-chave; critérios de inclusão; e exclusão e cronograma (Figura 24).

Figura 24: Fase de Entrada da RBS



Fonte: a autora (2021) com base em Conforto e Silva (2011)

É então nessa etapa que foram definidos os objetivos da RBS; as bases de dados nas quais se realizam as buscas; as palavras-chave a serem utilizadas nas bases de dados; os critérios de inclusão e exclusão das bibliografias encontradas e o cronograma previsto para a pesquisa.

Já a segunda fase, de Processamento, inclui três etapas: Condução das Buscas; Análise dos Resultados; e Documentação (Figura 25).

Figura 25: Fase de Processamento da RBS

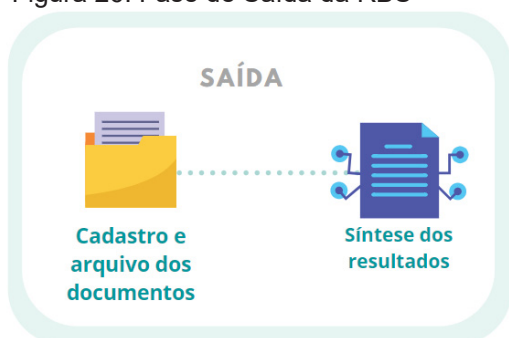


Fonte: a autora (2021) com base em Conforto e Silva (2011)

Essa fase inicia-se com a condução das buscas, utilizando-se de três filtros de leitura: títulos, resumos e palavras-chave; leitura da introdução e conclusão; e leitura completa. Posteriormente, é feita a análise dos resultados dos documentos selecionados e a posterior documentação das obras científicas. Assim, o grupo de documentos selecionados configura-se como o resultado da RBS.

A última fase, de Saída, é composta por duas etapas: Cadastro e arquivo dos documentos e síntese dos resultados (Figura 26). Primeiramente cadastram-se as referências selecionadas na fase anterior, e posteriormente, as informações coletadas nos documentos devem ser sintetizadas e descritas.

Figura 26: Fase de Saída da RBS



Fonte: a autora (2021) com base em Conforto e Silva (2011)

4.2.2 Revisão Bibliográfica Assistemática

A RBA atua nesta dissertação como uma forma complementar a RBS, incluindo assim documentos encontrados através de indicações, pesquisas feitas sem critérios definidos e sem possibilidade de continuidade entre outros. Dessa forma, como exposto anteriormente, os resultados da RBA foram utilizados na introdução e referencial teórico. Seus dados também foram analisados e utilizados para a delimitação das diretrizes para tradução de imagens audiotáteis na Fase 2.

4.2.3 Entrevistas semi-estruturadas

A coleta de dados nessa fase foi feita através de entrevistas semi-estruturadas, que se configuram como a obtenção de informações de um entrevistado sobre um determinado assunto ou problema (PRODANOV, 2013). A entrevista semi-estruturada apresentou algumas questões já planejadas previamente, porém não exigiu uma rigidez tão grande no roteiro, onde o investigador pode explorar de forma mais ampla algumas questões, possuindo mais liberdade para desenvolver a entrevista na direção que seja mais propícia para a pesquisa (PRODANOV, 2013). Nesse caso, a entrevista semi-estruturada foi utilizada com caráter exploratório e para a coleta de informações com o usuário e especialistas em assuntos relacionados com a pesquisa, agregando assim, informações que não foram evidenciadas durante as revisões bibliográficas.

Foram escolhidos cinco especialistas para a realização da entrevista, considerando-se como “especialistas” pessoas que convivem e/ou trabalham nas áreas que possuem conexão com a pesquisa, como o ensino de artes, audiodescrição, impressão 3D, pessoas cegas (dado seu conhecimento empírico) e acessibilidade.

Os passos adotados para a realização das entrevistas podem ser assim descritos:

- Formulação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice 2);
- Definição do protocolo de entrevista;
- Contato com os especialistas;
- Reunião com cada entrevistado, de forma individual e preferencialmente virtual devido à epidemia de Covid-19;
- Condução das entrevistas, que serão gravadas em áudio e vídeo.

Para a análise dos dados coletados, foi realizada a transcrição da totalidade da entrevista, que posteriormente foi condensada em pontos de maior importância, considerando critérios como a relevância das respostas em relação à pesquisa e a clareza das respostas dadas. Posteriormente, os dados serão comparados com as informações obtidas pelas outras técnicas de coletas adotadas na fase. Por fim, a exposição dos dados foi feita através de representações gráficas e textos explicativos.

4.2.4 Questionários

O questionário foi escolhido por atingir um maior número de pessoas simultaneamente e alcançar uma área geográfica maior que outras técnicas de coleta de dados (COSTA, s.a.). Este foi realizado de forma online, por meio do *Google Forms*, devido pandemia de Covid-19.

A aplicação do questionário possui caráter exploratório, assim como a entrevista. O público escolhido para responder aos questionários foram professores de Artes que trabalham majoritariamente com artes visuais, incluindo profissionais

de escolas públicas, particulares e associações e/ou Organizações Não Governamentais (ONGs). Já a divulgação do questionário foi realizada em grupos específicos destinados a esses públicos em redes sociais, além do contato via e-mail, através de indicações de terceiros e conexões em comum previamente estabelecidas.

Os passos adotados para a aplicação dos questionários estão descritos a seguir:

- Elaboração do questionário;
- Formulação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice 3);
- Divulgação do questionário em grupos específicos e por e-mail, para conexões previamente estabelecidas.

O questionário contou com questões de múltipla escolha, questões fechadas e questões abertas. As questões de múltipla escolha e fechadas são utilizadas em sua maioria nas perguntas referentes ao perfil do voluntário. Já as questões abertas são aplicadas no que se refere à experiência profissional e pessoal do(a) professor(a) de Artes.

Ressalta-se que o TCLE foi apresentado no início do questionário na plataforma Google Forms. Assim, só participa da pesquisa e pode visualizar as perguntas, quem estiver de acordo com os termos do TCLE.

A análise dos dados coletados iniciou-se com a tabulação das respostas obtidas, separando-se de acordo com as perguntas respondidas. Em um segundo momento, foi feita a condensação dos dados, entendendo assim similaridades e divergências entre as respostas do questionário e entre os dados analisados nas outras técnicas de coletas de dados. Por fim, foi feita a exposição dos dados por meio de representações gráficas e textos explicativos.

4.3 FASE 2: DIRETRIZES DE TRADUÇÃO

A fase de Diretrizes de Tradução (Figura 27) teve como objetivo a proposição das diretrizes de tradução das imagens bidimensionais a imagens

audiotáteis com foco na disciplina de Artes, por meio da análise dos dados obtidos anteriormente na Fase 1. Dessa forma, foi realizada a seleção de fontes científicas que exploraram requisitos, recomendações e sugestões sobre imagens audiotáteis e/ou estímulos táteis e auditivos, já encontradas nas revisões bibliográficas, além dos dados analisados nas entrevistas e questionários.

Figura 27: Fase 2 - Diretrizes de Tradução



Fonte: a autora (2021)

Por fim, as diretrizes foram organizadas graficamente, após a retirada de diretrizes duplicadas e junção de diretrizes semelhantes, considerando também a hierarquia entre elas. Como resultado final desta fase, foi cumprido o terceiro objetivo específico, proporcionando por meio das diretrizes, a tradução audiotátil na fase seguinte.

4.4 FASE 3: TRADUÇÃO AUDIOTÁTIL

Já a fase de Tradução audiotátil, colocou em prática as diretrizes através de protótipos de imagens audiotáteis desenvolvidos através da impressão 3D e placas eletrônicas. A fase foi desdobrada em seis etapas, expostas na Figura 28.

Figura 28: Fase 3 – Tradução Audiotátil



Fonte: a autora (2021)

As etapas são descritas de forma mais aprofundada a seguir.

4.4.1 Seleção das Imagens bidimensionais

Nesta fase, foram selecionadas as imagens bidimensionais a serem traduzidas, de acordo com critérios previamente estabelecidos.

4.4.2 Modelagem Digital

Na segunda etapa, foi realizada a modelagem digital, primeira etapa do processo de impressão 3D, de acordo com o processo apresentado na página 77. Essa fase foi separada do restante do processo por que não é obrigatório que seja desenvolvida uma modelagem digital para a impressão 3D, dado que o arquivo pode ser retirado de bases de dados disponíveis online. Além disso, a fase demanda uma

atenção redobrada, garantindo assim que as diretrizes aplicadas para o desenvolvimento na fase anterior sejam transmitidas na modelagem 3D.

Para tal, foi utilizado o *Software SolidWorks*, que é disponibilizado gratuitamente a discentes da UFPR.

4.4.3 Impressão 3D

Nesta etapa, foram feitos os outros cinco passos do processo de impressão 3D apresentado na página 77: conversão para o formato STL, manipulação do arquivo STL, configuração da máquina, construção física da peça e pós-processamento.

4.4.4 Programação da Placa Eletrônica

Na etapa de Programação da Placa Eletrônica, foi feito o estudo da melhor opção entre as placas eletrônicas disponíveis no mercado e seus acessórios para produzir os estímulos auditivos esperados. Neste momento foram considerados critérios como disponibilidade do material, conhecimento da autora sobre a tecnologia; necessidade de baixo custo; e a possibilidade de utilização em conjunto com a impressão 3D. A partir da escolha, foi feita a programação por meio de plataformas gratuitas.

4.4.5 Audiodescrição

Na quinta etapa, foi feita a audiodescrição da imagem audiotátil. Para tal, segue-se o processo exposto por Costa e Frota (2011), na página 81: observação da imagem estática, elaboração do roteiro, ensaio para a gravação, gravação do roteiro e revisão da gravação.

4.4.6 Finalização

Por fim, foi realizada a etapa de finalização, que consistiu nos últimos ajustes necessários para o funcionamento da imagem audiotátil, possibilitando sua avaliação na fase seguinte. É nesta etapa quando foram configurados e instalados os componentes eletrônicos conectados às peças previamente impressas na impressora 3D.

4.5 FASE 4: AVALIAÇÃO

Nesta fase foi feito um teste de compreensão com pessoas com deficiência visual. A Figura 29 mostra graficamente as etapas da fase e o objetivo específico a ser cumprido.

Figura 29: Fase 4: Avaliação



Fonte: a autora (2021)

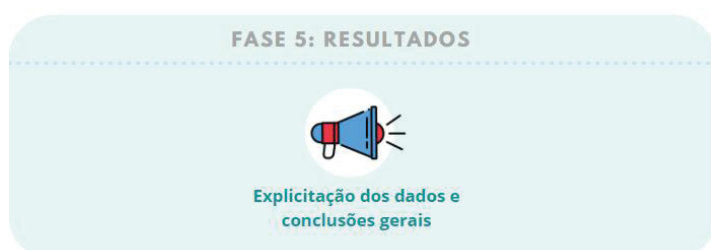
Assim, a fase foi dividida em quatro etapas:

- **Seleção dos usuários:** foram selecionados 8 voluntários para participação no teste de compreensão. O número de voluntários foi escolhido a partir do que Given (2008) conceitua de amostra não probabilística. Trata-se de uma técnica para escolha de amostras em pesquisas qualitativas, onde o pesquisador usa seu próprio julgamento para a escolha dos participantes. Desta forma, os voluntários são escolhidos por (1) Conveniência: locais de fácil acesso para a realização do teste; (2) Bola de neve: voluntários já selecionados indicam outros participantes; (3) Propósito: participantes que se encaixam nos critérios de seleção da pesquisa.
- **Aplicação do Teste de Compreensão:** criação do protocolo de teste e aplicação da imagem audiotátil, gravada em vídeo.
- **Tabulação dos dados:** etapa de edição do vídeo, transcrição da fala e posterior organização dos dados recolhidos.
- **Análise dos dados:** foi feita a análise dos dados obtidos durante a avaliação do protótipo, com o objetivo de atualizar as diretrizes propostas.

4.6 FASE 5: RESULTADOS

A última fase cumprida foi a de Resultados (Figura 30), onde foram expostos os dados obtidos durante toda a pesquisa e as conclusões finais. Os resultados foram apresentados através de textos, figuras e tabelas.

Figura 30: Fase 5: Resultados



Fonte: a autora (2021)

5 DIRETRIZES DE IMAGENS AUDIOTÁTEIS

Este capítulo descreve os procedimentos para a realização das cinco fases citadas anteriormente: Compreensão do problema; Diretrizes de Tradução; Tradução Audiotátil; Avaliação; e Resultados, que culminam nas diretrizes finais. Anteriormente ao início das fases, foi feita a submissão do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética, através do CAAE 52371821.1.0000.0102, resultando na aprovação pela Plataforma Brasil.

5.1 COMPREENSÃO DO PROBLEMA

Na primeira fase, de **Compreensão do Problema**, busca-se a absorção e compreensão dos principais pontos que abarcam o objeto da pesquisa. A partir da identificação do problema, foram feitas duas revisões bibliográficas (RBS e RBA), entrevistas e questionários, com o objetivo de entender o contexto da pesquisa. Esta fase buscou alcançar o primeiro objetivo específico: **descrever a representação de imagens audiotáteis no ensino e aprendizagem de pessoas cegas**.

5.1.1 Revisões Bibliográficas

Por meio das revisões bibliográficas desenvolvidas, RBS e RBA, foi possível fazer o mapeamento da literatura, definição do problema de pesquisa, objetivos geral e específicos, conhecimento do estado da arte e construção da fundamentação teórica. Além disso, foi possível selecionar recomendações e diretrizes para a tradução de imagens bidimensionais para imagens audiotáteis, presentes no tópico 5.2.

A RBS (Apêndice 01) foi realizada em cinco bancos de dados: Periódicos CAPES, Teses e Dissertações UFPR, Google Acadêmico, Web of Science e Scopus). Foram utilizadas sete palavras-chave em português e inglês, dois critérios de inclusão, seis critérios de exclusão e três filtros de leitura, conforme Conforto e Silva (2011). Ao término dos três filtros, foram selecionados 41 documentos relevantes para a pesquisa, entre artigos, dissertações e trabalhos de conclusão de curso (Quadro 4).

Quadro 4: Obras resultantes da RBS

Nome	Autores	Ano	Tipo de Publicação
Fotografia tátil: desenvolvimento de modelos táteis a partir de fotografias com a utilização de impressoras 3D	ARAUJO, Manoel Deisson Xenofonte; SANTOS, Deborah Macêdo dos.	2015	Artigo
Desenvolvimento de símbolos para mapa tátil indoor a partir de impressora 3D	ARAÚJO, Niédja Sodré.	2018	Dissertação
Touching the stars: Improving NASA 3D printed data sets with blind and visually impaired audiences	ARCAND, Kimberly Kowal <i>et al.</i>	2019	Artigo
3D Printing Technology for Buildings' Accessibility: The tactile map for TEM Museum in Pavia	AURICCHIO, Ferdinando <i>et al.</i>	2017	Artigo
Replicas in cultural heritage: 3D Printing and the museum experience	BALLARIN, M; BALLETTI, C.; VERNIER, P.	2018	Artigo
Educação Matemática Inclusiva: o material didático na perspectiva do desenho universal para área visual	BERBETZ, Márcia Regina Silva.	2019	Dissertação
Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais	BRENDLER, Clariana Fischer <i>et al.</i>	2014	Artigo
Haptic 3D Surface Representation of Table-Based Data for People with Visual Impairments	BRAIER, Jonas <i>et al.</i>	2014	Artigo
Criação de um mapa tátil através da tecnologia assistiva: mais acessibilidade aos deficientes visuais com a utilização da impressão 3D	DIAS, Glaucia Soldati; SANTOS, Ivan Mota.	2016	Artigo
Produção de símbolos táteis construídos com impressora 3D para mapas de orientação ao visitante	FERNANDES, Vivian de Oliveira <i>et al.</i>	2015	Artigo
A aplicação de tecnologias de prototipagem rápida na confecção de matrizes táteis	FERREIRA, Maria Engracinda dos Santos; SILVA, Luiz Felipe Coutinho Ferreira da.	2014	Artigo
3D Printing Technology: A Unique Way of Making Hubble Space Telescope Images Accessible to Non-Visual Learners	GRICE, Noreen <i>et al.</i>	2015	Artigo
Universal design and visual impairment: tactile products for heritage acess	GUAL, Jaume; PUYUELO, Marina; LLOVERAS, Joaquim.	2011	Artigo
3D Printed Maps and Icons for Inclusion: Testing in the Wild by People Who are Blind or have Low Vision	HOLLOWAY, Leona <i>et al.</i>	2019	Artigo
Fittle: a novel Braille toy	JAIN, Tania <i>et al.</i>	2018	Artigo
Introduction of 3D Printing Technology in the Classroom for Visually Impaired Students	JO, Wonkin <i>et al.</i>	2016	Artigo

Innovative approach for 3D presentation of plane culturally-historical objects by tactile plates for disadvantaged (low-sighted or visually impaired)	KARASTOYANOV, Dimitar; STOIMENOV, Nicolay; GYOSHEV, Stanislav.	2019	Artigo
See3D: 3D Printing for People Who Are Blind	KARBOESKI, Caroline Frances.	2019	Artigo
Jogos na alfabetização matemática para estudantes com deficiência visual numa perspectiva inclusiva	MAMCASZ-VIGINHESKI, Lúcia Virginia <i>et al.</i>	2019	Artigo
Percepção do espaço geográfico por pessoas com necessidades específicas através da cartografia tátil	MEDEIROS, E. M. de <i>et al.</i>	2017	Artigo
Design with and for people living with visual impairment; áudio-tactile mockups, áudio dares and participatory prototyping	METATLA, Oussama <i>et al.</i>	2016	Artigo
Low Budget 3D printed haptic navigation aids for the visually impaired	MICHALIK, Neena; FRYZINOV, Oleg.	2016	Artigo
Criação e compartilhamento do conhecimento usando tecnologia de impressão 3D em obras de arte para o aluno deficiente visual	MOREIRA, Graciele Rodrigues; PERIOTTO, Yania Corredato; TENÓRIO, Nelson.	2020	Artigo
Arquitetura Inclusiva: a planta tátil como instrumento de um projeto colaborativo com portadores de deficiência visual	MUSSI, Andréa Quadrado <i>et al.</i>	2016	Artigo
Imagem tátil tridimensional para o acesso de crianças cegas congênitas ao potencial comunicativo de imagens gráficas	PAGANO, Sophia Mundim; MARTINS, Rosane Fonseca de Freitas.	2014	Artigo
Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências	PALAIIO, Sueny Calazans dos Santos; ALMEIDA, Marcus Vinícius Lima de; PATREZE, Camila Maistro	2018	Artigo
Fabricação digital para auxiliar no ensino-aprendizado de alunos com deficiência visual: estudo de caso dos sistemas nanoestruturados	POHLMANN, Mariana <i>et al.</i>	2016	Artigo
Criação de material de apoio para o ensino básico de artes visuais para alunos deficientes visuais	POSCA, Luís Muller.	2017	Artigo
Mapas didáticos acessíveis: mapas táteis como ferramenta para a inclusão educacional	RÉGIS, Tamara de Castro; CUSTODIO, Gabriel Alexandre; NOGUEIRA, Ruth Nogueira.	2017	Artigo
Reflexões acerca de técnicas de construção de imagens táteis encontradas em museus e possíveis caminhos	ROMANI, Elizabeth; HENNO, Juliana Harrison; MAZZILLI, Clice de Toledo Sanjar.	2015	Artigo
Smart Cultural Site: an Interactive 3D Model Accesible to People with Visual Impairment	ROSSETTI, V. <i>et al.</i>	2018	Artigo

Modelo de tradução para a acessibilidade de imagens estáticas de objetos de aprendizagem através de impressão tridimensional	SANCHES, Emília Christie Picelli.	2018	Dissertação
Auxílio ao processo de inclusão de alunos com deficiência visual como condição para uma aprendizagem de qualidade	SANTOS, W. C.; SILVA, R. S.	2013	Artigo
Produção de réplicas acessíveis de peças museológicas via impressão 3D por filamento termoplástico	SILVA, Fábio Pinto da; CALDOVINO, Greice C.	2015	Artigo
Auxiliando o ensino de química orgânica para alunos com deficiência visual: materialização de compostos moleculares	SILVA, Kátia Cristina da; SANTIAGO, Judith Vilas Boas; DICKMAN, Adriana Gomes; FERREIRA, Amauri Carlos.	2010	Artigo
Material didático adaptado para o ensino de artes visuais aos alunos com baixa visão incluídos no primeiro ciclo do ensino fundamental	SILVA, Mariane Bassfeld Maceno.	2012	TCC
“Ver com as mãos”: a tecnologia 3D como recurso educativo para pessoas cegas	SOBRAL, João Eduardo Chagas; CAVALCANTI, Anna Luiza Moraes de Sá; EVERLING, Marli Teresinha.	2015	Artigo
Development of tactile floor plan for the blind and the visually impaired by 3D printing technique	URBAS, Rasa <i>et al.</i>	2016	Artigo
Maquetes 3D e realidade aumentada como ferramentas de apoio à educação	URQUIZA, M. A. <i>et al.</i>	2015	Artigo
Zoo Arthropoda: um recurso didático para o ensino de ciências para deficientes visuais	VALE, Ricardo Ferreira; SILVA, Ronaldo Adriano Ribeiro da.	2019	Artigo
Construção de maquete tátil para a aprendizagem de probabilidade por alunos cegos baseada no design centrado no usuário	VITA, Aida Carvalho; KATAOKA, Verônica Yumi.	2016	Artigo

Fonte: a autora (2020)

Como mostra o Quadro 5, no total de 41 documentos, 37 são artigos acadêmicos, 3 são dissertações de mestrado e apenas 1 documento é um trabalho de conclusão de curso. Isto indica que muitas iniciativas são feitas e publicadas de forma isolada, sem que seja feita uma pesquisa mais abrangente sobre o tema, como é o caso de trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado ou teses de doutorado. Além disso, também foi possível notar que a maioria dos documentos, aproximadamente 63%, foram publicados entre os anos de 2016 e 2020, enquanto 34% foram publicados entre 2011 e 2015 e apenas 1, representando

3%, foi publicado entre o período de 2006 e 2010, indicando o aumento de pesquisas sobre o tema desta dissertação com o passar dos anos (Tabela 2).

Tabela 2: Anos de publicação dos resultados da RBS

Ano	Quantidade de documentos	Porcentagem
2010	01	3%
2011	01	3%
2012	01	3%
2013	01	3%
2014	04	9%
2015	06	14%
2016	08	19%
2017	05	12%
2018	05	12%
2019	08	19%
2020	01	3%

Fonte: a autora (2020)

Já a RBA foi utilizada nesta pesquisa de forma complementar aos resultados obtidos anteriormente pela RBS, ajudando assim na revisão sistemática, no desenvolvimento do mapeamento da literatura, na definição do problema de pesquisa, nos objetivos geral e específicos, no estado da arte e na fundamentação teórica. Posteriormente foram selecionadas diretrizes e recomendações a partir destes documentos, descritas no tópico 5.2. Foram pesquisados documentos normativos, *sites*, artigos, dissertações e teses que abordassem temas pertinentes à pesquisa. Dentre eles, destaca-se no Quadro 5 os documentos onde investigou-se diretrizes e recomendações para tradução de imagens bidimensionais para imagens audiotáteis na fase seguinte. Sendo assim, seus resultados surgiram através das indicações de outros pesquisadores e grupos de pesquisa e também a partir de pesquisas sem critérios definidos.

Quadro 5: Obras resultantes da RBA

Nome	Autores	Ano	Tipo de Publicação
Impressão 3D baixo custo versus impressão em equipamentos de elevado custo	ABREU, Sofia Alexandra Chaves.	2015	Dissertação
Arte visual, multimodalidade e acessibilidade: proposta de audiodescrição	ADERALDO, Marisa Ferreira	2021	Artigo
Guidelines and Standards for tactile graphics	BANA – The Braille Authority of North America	2017	Documento normativo
Imprimindo o espaço para as pessoas com deficiência visual: uma revisão sistemática	BEM, G. M.; PUPO, R. T.	2015	Artigo
Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações	CARVALHO, Jonas de; VOLPATO, Neri.	2013	Livro
Audiodescrição: primeiros passos	COSTA, Larissa; Maria Paula.	2011	Artigo
The Cross-Sensory Globe: Participatory Design of a 3D Audio-Tactile Globe Prototype for Blind and Low-Vision Users to Learn Geography	GHODKE, U. <i>et al.</i>	2019	Artigo
Visually augmented audio-tactile graphics for visually impaired people	GÖTZELMANN, T.	2018	Artigo
Impressão 3d: lendo imagens através do tato	GRUENWALD, Lucy.	2014	Artigo
Design guidelines for na interactive 3D model as a supporting tool for exploring a cultural site by visually impaired and sighted people	LEPORINI, B. <i>et al.</i>	2020	Artigo
Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis	MACEDO, Claudia Mara Scudelari	2010	Tese
Normas técnicas para produção de textos em Braille	MEC – Ministério da Educação	2018	Documento Normativo
An interactive multimodal guide to improve art accessibility for blind people	QUERO, L. C. <i>et al.</i>	2018	Artigo
Artefato de auxílio ao desenvolvimento de imagens audiotáteis impressas em 3D para a educação inclusiva de cegos	SANCHES, Emilia Christie Picelli.	Não publicado (2021).	Tese
Recomendações para o design de imagens audiotáteis impressas em 3D com foco na educação inclusiva de cegos	SANCHES, E. C. P.; BUENO, J.; OKIMOTO, M. L. L. R.	2021	Artigo
Designing interactions for 3D printed models with blid people	SHI, L.; ZHAO, Y.; AZENKOT, S.	2017	Artigo
Imágenes que podemos tocar	SILVA, Maria del Pilar Correa.	2011	Livro
Audiodescrição didática	VERGARA-NUNES, E.	2016	Tese

Fonte: a autora (2020)

Foram selecionados 19 documentos, sendo: 11 artigos, 2 documentos normativos, 1 dissertação de mestrado, 3 teses e 2 livros. Assim como na RBS, a grande maioria dos documentos foi produzida entre o período de 2016 a 2021 (Tabela 3), reforçando a afirmação de que o interesse no tema e as publicações vêm crescendo conforme o passar dos anos.

Tabela 3: Anos de publicação dos resultados selecionados da RBA

Ano	Quantidade de documentos	Porcentagem
2010	01	5%
2011	03	16%
2013	01	5%
2014	01	5%
2015	02	11%
2016	01	5%
2017	02	11%
2018	03	16%
2019	01	5%
2020	01	5%
2021	03	16%

Fonte: a autora (2020)

Ao término da RBS e da RBA, foram feitas entrevistas com os especialistas em temas relativos à pesquisa.

5.1.2 Entrevistas Semi-estruturadas

As entrevistas ocorreram em caráter exploratório, coletando informações com especialistas em temas relacionados ao escopo da pesquisa, com o objetivo de trazer informações, diretrizes e recomendações não encontradas durante as revisões bibliográficas. As diretrizes, em específico, estão descritas no tópico 5.2.

Ao início foi formulado o TCLE (Apêndice 2), para posteriormente ser feita a definição do protocolo de entrevista. Após estes dois momentos, foi realizado o

contato com os especialistas e as entrevistas, de forma online. Desta forma, foram conduzidas cinco entrevistas semi-estruturadas com os seguintes especialistas:

- Especialista em Prototipagem Rápida (Apêndice 4)
- Especialista em Acessibilidade (Apêndice 5)
- Especialista em Educação Artística (Apêndice 6)
- Especialista Empírico em Deficiência Visual (Apêndice 7)
- Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual (Apêndice 8)

Apesar de serem perfis diferentes, tanto do ponto de vista profissional quanto de experiências pessoais, todas as entrevistas foram relacionadas ao redor do tema da pesquisa. A Figura 31 demonstra de forma sintética, o perfil de cada especialista entrevistado.

Figura 31: Perfil dos especialistas entrevistados

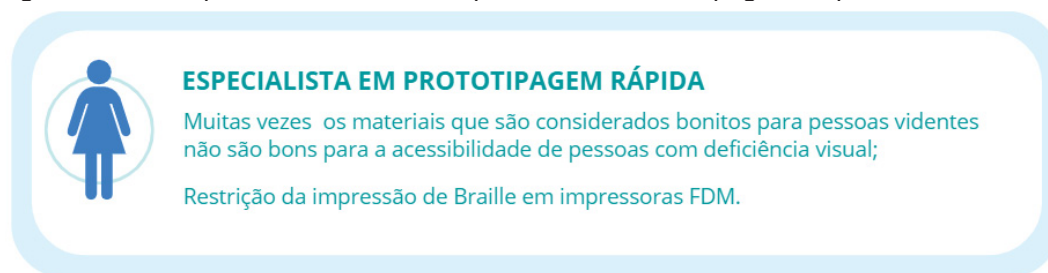


Fonte: a autora (2022)

A primeira entrevista foi realizada com uma especialista em prototipagem rápida. Entre os tópicos trazidos durante a entrevista, ressaltam-se através da Figura

32 os dois pontos mais conectados com o escopo da pesquisa. A especialista destacou a necessidade da escolha do material de acordo com as especificidades do usuário e também dissertou sobre as restrições da impressão em Braille em Impressoras FDM, que muitas vezes traz uma textura áspera e desconfortável ao toque.

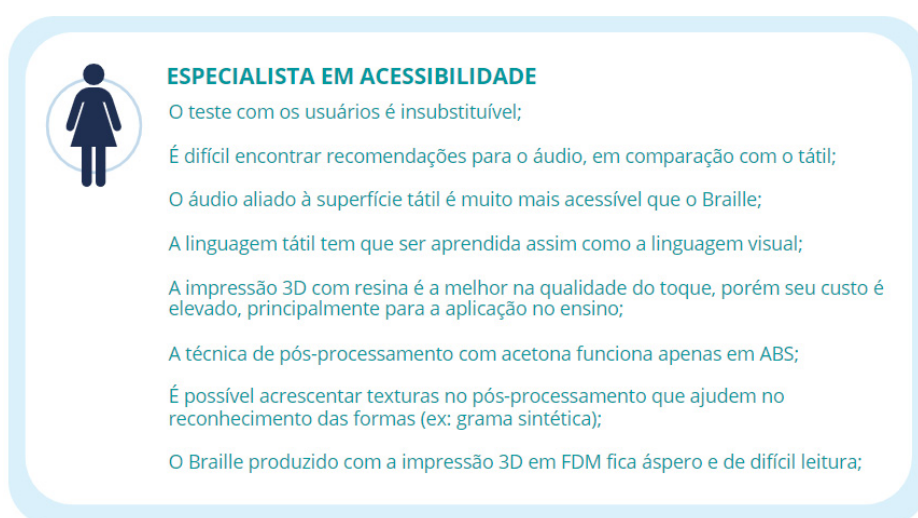
Figura 32: Destaques da entrevista – Especialista em Prototipagem Rápida



Fonte: a autora (2022)

A segunda entrevistada foi a Especialista em Acessibilidade (Figura 33), com sua tese de doutorado voltada para imagens audiotáteis. Durante a entrevista, foram ressaltados diversos pontos pertinentes sobre o tema, devido à proximidade das pesquisas, entrando em temas como testes de usuários, impressão 3D, audiodescrição, Braille e pós-processamento da imagem audiotátil.

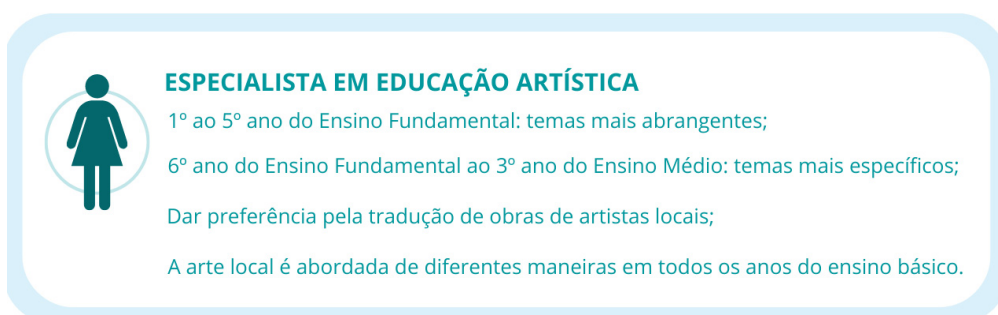
Figura 33: Destaques da entrevista – Especialista em Acessibilidade



Fonte: a autora (2022)

A terceira entrevista foi realizada com uma Especialista em Educação Artística, Professora de Artes da Educação Básica (Figura 34). A especialista ressaltou as legislações de ensino vigentes e falou sobre os conteúdos tratados em cada ano, destacando o fato de que a arte local é abordada de diferentes formas em todos os anos da educação básica. Por isto e pelo fato de aproximar o aluno do artista, sugeriu que as imagens audiotáteis escolhidas fossem de artistas locais.

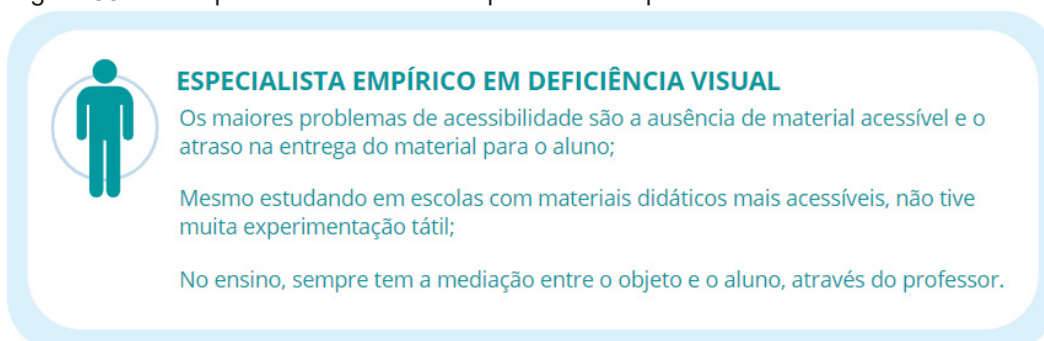
Figura 34: Destaques da Entrevista – Especialista em Educação Artística



Fonte: a autora (2022)

Já a quarta entrevista foi realizada com o Especialista Empírico em Deficiência Visual (Figura 35), homem cego e professor de Geografia. De sua experiência como um aluno cego, relatou que os maiores problemas que enfrentava no quesito de materiais didáticos acessíveis foram a ausência de material e o atraso na entrega, o que concorda com as informações trazidas por Jacob e Cardoso (2018), Heidrich e Radai (2018) e Mendonça *et al.* (2008) no tópico 1.2 desta dissertação. Além disso, relatou que mesmo tendo materiais acessíveis, não teve uma educação tátil e que a mediação sempre foi feita através do professor, que o auxiliava no entendimento dos materiais acessíveis.

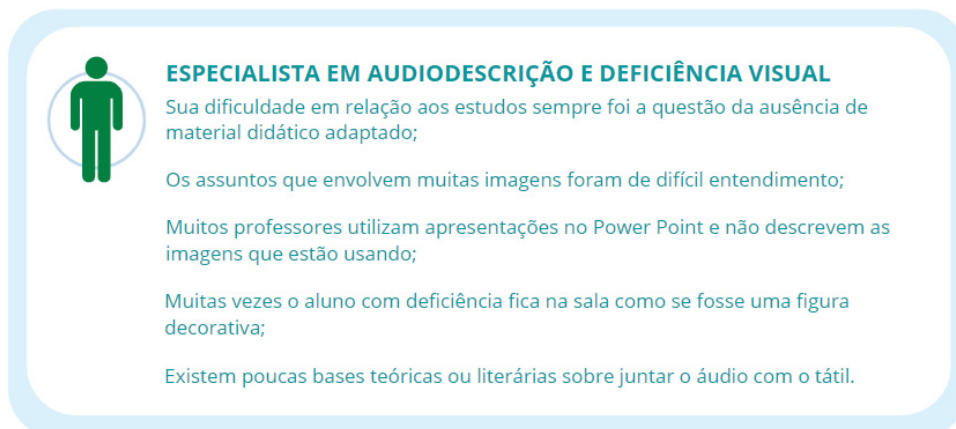
Figura 35: Destaques da Entrevista – Especialista Empírico em Deficiência Visual



Fonte: a autora (2022)

Por fim, foi realizada a última entrevista, com um Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual (Figura 36). O profissional, que também é cego, relatou sua experiência estudantil em relação aos materiais didáticos acessíveis, que muitas vezes estavam ausentes em sua educação, assim como relatado pelo quarto entrevistado e pela a bibliografia citada no tópico anterior. Entre as suas maiores dificuldades, estão os materiais que se utilizam principalmente de imagens, citando como exemplo apresentações de Slides feitas com o programa *Power Point*, da empresa *Microsoft*, sem a devida audiodescrição. Estes tipos de barreiras ocasionam, segundo o entrevistado, a exclusão dos alunos com deficiência, onde podem se tornar uma figura decorativa e não um sujeito disposto a aprender dentro deste ambiente escolar. Por fim, ressaltou-se que existem poucas bases teóricas ou literárias que juntam o áudio com o tátil em materiais acessíveis, corroborando com as declarações da segunda entrevistada.

Figura 36: Destaques da Entrevista – Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual



Fonte: a autora (2022)

Concomitantemente às entrevistas, foi aplicado o questionário com educadores artísticos, que descrito no tópico seguinte.

5.1.3 Questionário

A aplicação do questionário, assim como as entrevistas, ocorreu em caráter exploratório, com o objetivo de coletar informações sobre o ensino de Artes para pessoas com deficiência visual. Além disso, também foram encontradas

recomendações e diretrizes, que estão especificadas no tópico 5.2 desta dissertação.

Inicialmente, foi formulado tanto o TCLE (Apêndice 3) quanto o Roteiro do Questionário (Apêndice 9). Posteriormente, foi realizada a divulgação do questionário em grupos de professores de Artes Visuais e o preenchimento dos questionários, de forma online. Foram obtidas 13 respostas, durante o período de duas semanas.

As primeiras seis perguntas fazem parte da seção “Perfil dos Educadores Artísticos”, levantando dados sobre idade, gênero, cidade, grau de instrução, formação e local de trabalho. Em sua maioria, como demonstra a Figura 37, os participantes do questionário possuem mais de 51 anos, são do gênero feminino e lecionam no estado de Santa Catarina, com destaque para a cidade de Florianópolis.

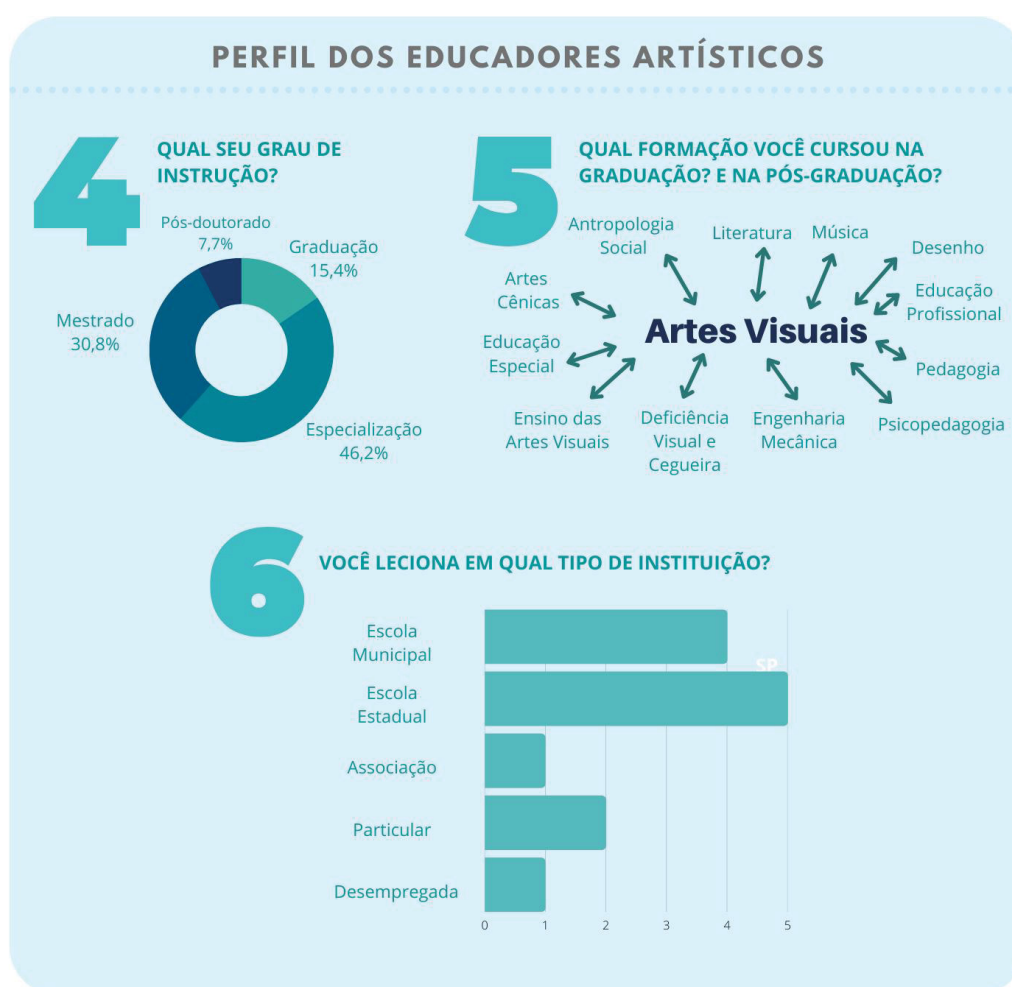
Figura 37: Perfil dos Educadores Artísticos – Perguntas 1 a 3



Fonte: a autora (2022)

Já as perguntas 4, 5 e 6 do questionário (Figura 38), tratam sobre o grau de instrução, formação e local de trabalho. Em sua maioria, os participantes possuem graduação e especialização. Sobre a formação, percebeu-se que apesar de uma graduação em Artes Visuais, os professores partem para áreas diversas na pós-graduação, abordando temas como pedagogia, engenharia, artes cênicas, antropologia, música entre outros. No que condiz ao local de atuação, a maioria trabalha em escolas estaduais.

Figura 38: Perfil dos Educadores Artísticos – Perguntas 4, 5 e 6



Fonte: a autora (2022)

As perguntas 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 fazem parte da seção “Experiência dos Educadores Artísticos”, que trata da experiência do professor como um todo dentro das artes visuais, e mais especificamente sobre o ensino de pessoas com deficiência visual. Através das respostas das perguntas 7, 8 e 9 (Figura 39), foi possível perceber que 69% dos educadores já tiveram alguma experiência com

peças com deficiência visual e que a maioria deles sentiu alguma dificuldade para poder transmitir esse conhecimento. Além disso, a grande maioria relata o uso de materiais didáticos adaptados de forma artesanal para proporcionar as atividades e/ou o uso da audiodescrição feita das imagens que já encontram nos materiais didáticos utilizados.

Figura 39: Experiência dos Educadores Artísticos – Perguntas 7 a 9



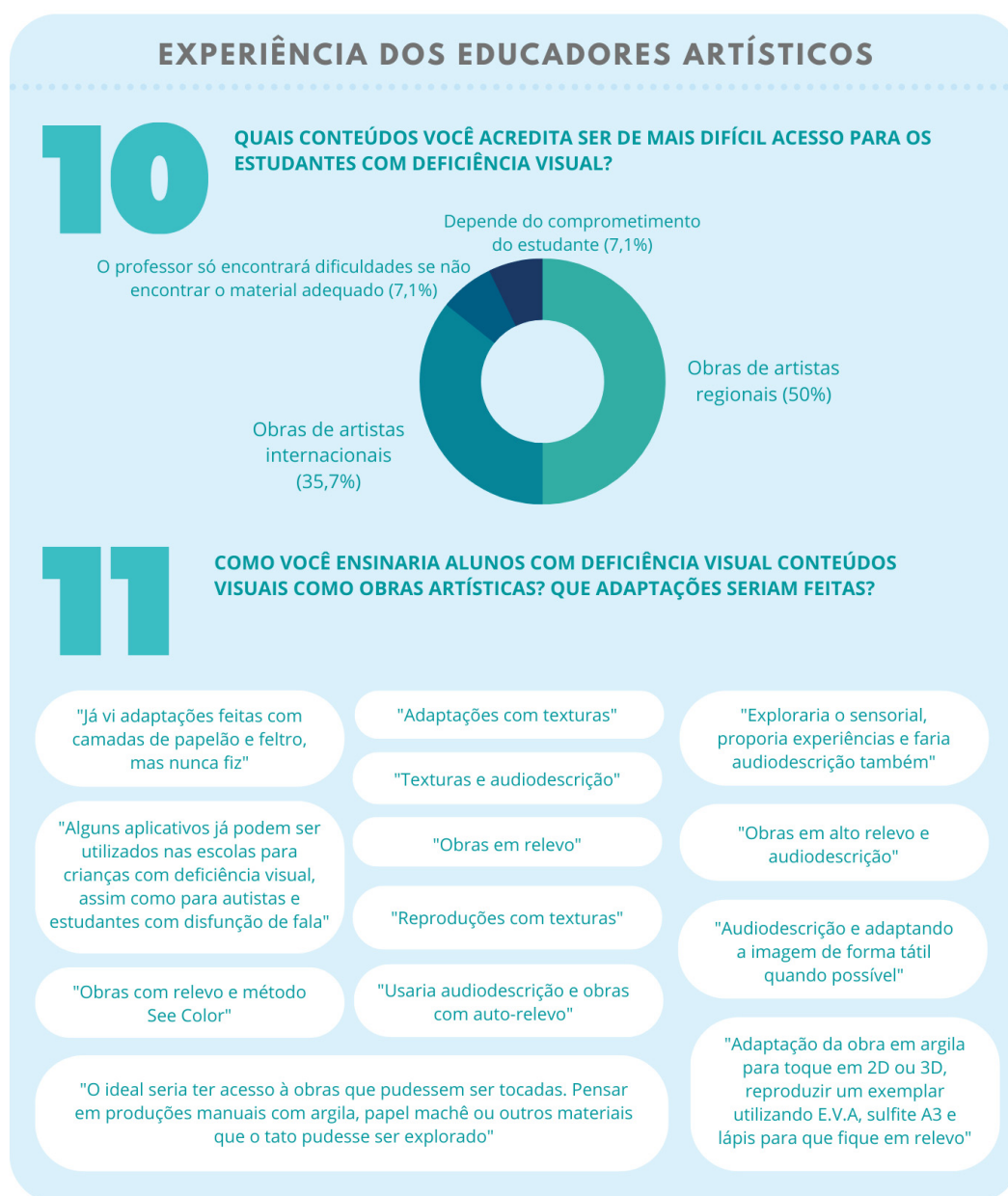
Fonte: a autora (2022)

O fato de alguns professores relatarem a utilização de “cópias”, “impressão de materiais” e apresentações “*Power Point*” confirma o fato de que muitas vezes a acessibilidade é algo improvisado dentro da educação artística, onde a única modificação feita é apenas uma descrição verbal, de forma improvisada, as imagens durante a apresentação em aula. Além disso, somente um participante relatou utilizar do Braille como forma de acessibilidade — o que também ressalta a sua subutilização dentro da acessibilidade.

As perguntas 10 e 11 continuam abordando as experiências dos educadores artísticos (Figura 40), levantando temas como o conteúdo e quais adaptações seriam feitas caso o professor fosse transmitir o conteúdo para estudantes com deficiência visual. Entre os conteúdos visuais de mais difícil acesso para estudantes cegos estão as obras de artistas regionais, seguido por obras de artistas internacionais. O dado corrobora para a informação levantada anteriormente pela especialista em educação artística entrevistada (Apêndice 6), que ressaltou a importância de tornar acessível obras de artistas regionais pela proximidade de vivências com os alunos.

Ademais, também foi perguntado quais outras estratégias os professores utilizariam para ensinar conteúdos como obras para alunos com deficiência visual, além das que já são utilizadas. Neste momento foram citadas de forma ampla a utilização do alto relevo, audiodescrição e uso de texturas, características que conversam diretamente com as imagens audiotáteis, por também possuírem estímulos táteis e auditivos. Apesar disto, notou-se que a maioria das estratégias foram pensadas sempre com materiais artesanais, para uso imediato, sem prever uma longa preservação do artefato e a utilização do artefato em diferentes contextos.

Figura 40: Experiência dos Educadores Artísticos – Perguntas 10 e 11

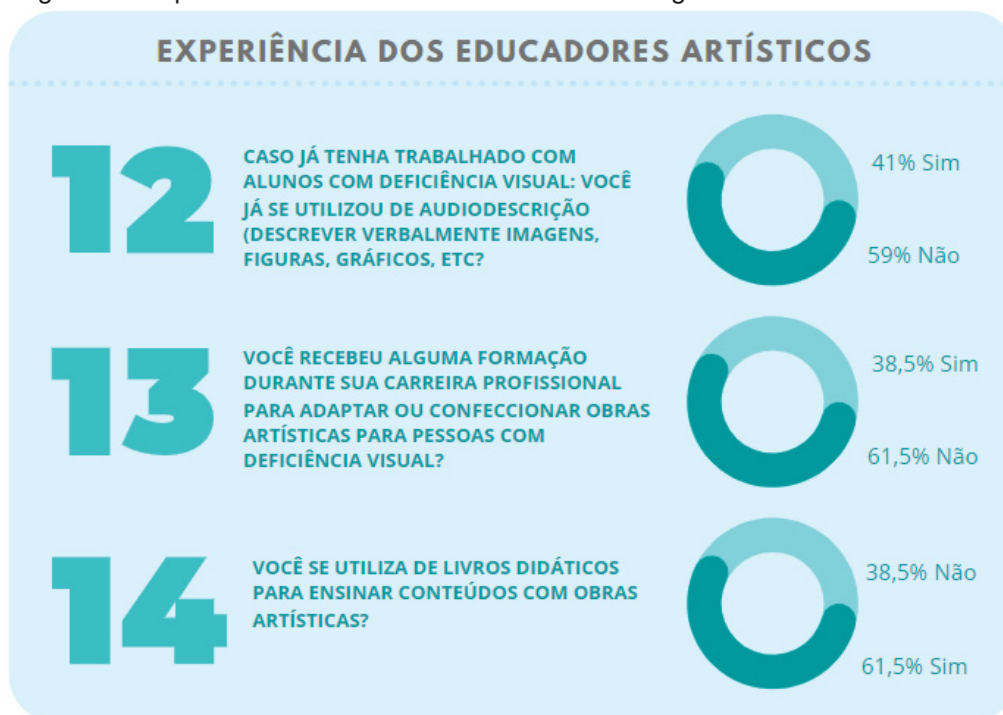


Fonte: a autora (2022)

Posteriormente, nas perguntas 12, 13 e 14 (Figura 41) foram tratados temas como a audiodescrição, formação complementar e utilização de livros didáticos. Percebeu-se que a maioria dos professores participantes não utilizou a audiodescrição quando lecionou para estudantes com deficiência visual. Além disso, conclui-se que a grande maioria não recebeu uma formação complementar para educar de forma acessível os alunos com deficiências visuais, fato já ressaltado pelo especialista em audiodescrição e deficiência visual entrevistado (Apêndice 8). O fato constatado de que as audiodescrições não são usualmente utilizadas em conjunto

com os livros didáticos para o ensino de obras, pode ser uma razão para a falta de acessibilidade encontrada pelos alunos com deficiência visual.

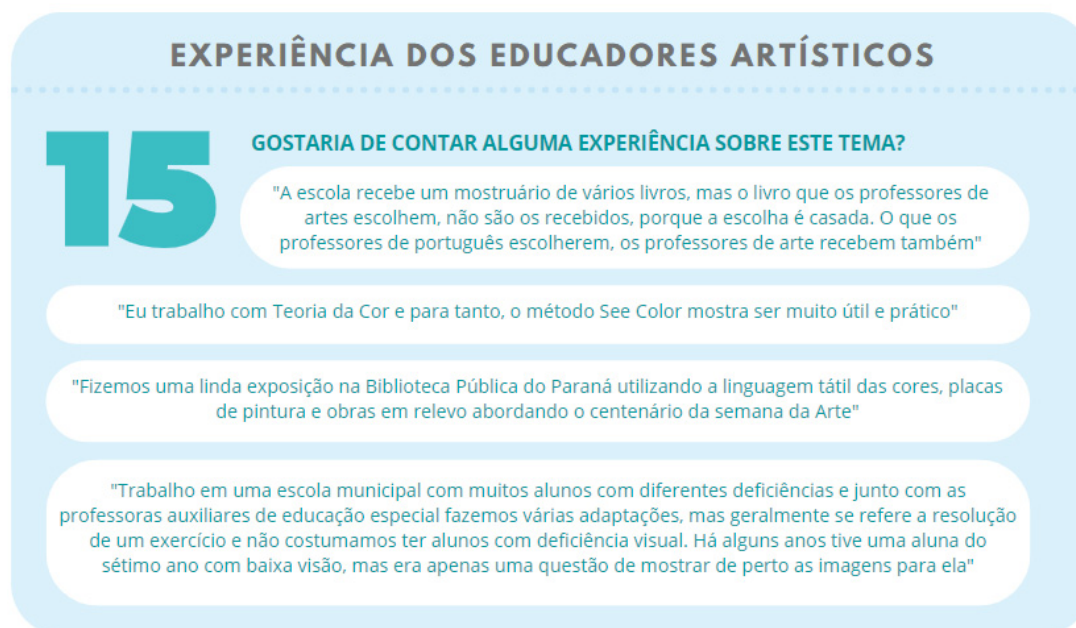
Figura 41: Experiência dos Educadores Artísticos – Perguntas 12 a 14



Fonte: a autora (2022)

O último momento do questionário permitiu um espaço para o compartilhamento de experiências de forma livre dos professores sobre o tema da educação de pessoas com deficiência visual (Figura 42). Como destaque, foi possível ressaltar o comentário de que os livros didáticos e os conteúdos de artes visuais acabam sendo escolhidos de forma casada com os livros de língua portuguesa, o que acaba trazendo uma falta de autonomia na escolha de conteúdos pelo professor. Outros destaques são a utilização do *Kit See Color* (linguagem tátil de símbolos para cores) e o fato de que a acessibilidade normalmente é feita para exercícios específicos, não pensando em materiais didáticos desenvolvidos através do Desenho Universal, de uso contínuo.

Figura 42: Experiência dos Educadores Artísticos – Pergunta 15 (Destaques)



Fonte: a autora (2022)

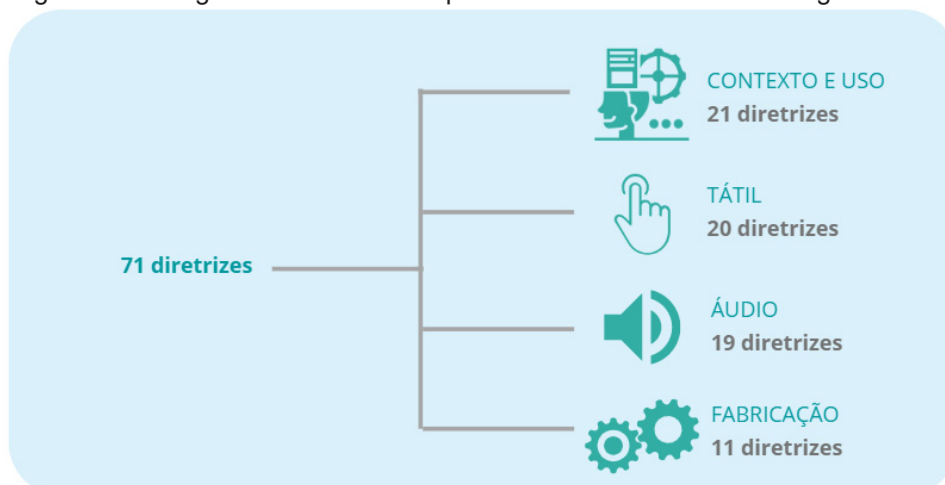
Após a finalização da Fase 1, de Compreensão do Problema, deu-se início à Fase 2, de Diretrizes de Tradução.

5.2 DIRETRIZES DE TRADUÇÃO

Vencida a etapa anterior, apresentado no item 5.1. Compreensão do Problema, passou-se para a etapa de compilação de diretrizes. Assim sendo, delimitaram-se as diretrizes para tradução de imagens bidimensionais para imagens audiotáteis no ensino de Artes. Estas diretrizes foram então introduzidas em uma proposta de material didático para se atingir o segundo objetivo específico: **delimitar diretrizes para a tradução de imagens bidimensionais e imagens audiotáteis no ensino de Artes.**

Desta forma, foram reunidas 71 diretrizes, divididas em quatro categorias com base em Sanches, Bueno e Okimoto (2021): Contexto e Uso, Tátil, Áudio e Fabricação (Figura 43). As diretrizes foram redigidas agrupando informações similares e complementando informações, quando possível. Assim sendo, não foi feita uma cópia das diretrizes encontradas, mas sim uma interpretação através das informações recolhidas pela RBA, RBS, entrevistas e questionário.

Figura 43: Categorias das Diretrizes para o desenvolvimento de imagens audiotáteis – Versão Inicial



Fonte: a autora (2022)

Em seguida, são apresentadas as diretrizes organizadas de acordo com a sua categoria e a fonte de onde foram retiradas (Quadro 6).

Quadro 6: Diretrizes de tradução – Versão Inicial

Nº	Categoria	Recomendação	Fonte	Bibliografia
01	Contexto e Uso	As imagens devem ser confeccionadas com materiais resistentes , considerando o manuseio frequente pelos alunos.	RBA	- BEM; PUPO, 2015;
			RBS	- ARICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - BERBETZ, 2019; - BRENDLER <i>et al.</i> , 2014; - POHLMANN <i>et al.</i> , 2016;
02	Contexto e Uso	Levar em consideração que a hierarquia de interação da imagem audiotátil segue: (1) Exploração Tátil; (2) Gestos táteis para ouvir áudios; Comandos de voz para ouvir informações adicionais.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
03	Contexto e Uso	As informações táteis e sonoras são complementares entre si, entretanto, se dá maior ênfase à informação tátil . O tátil pode melhor representar informações espaciais – dimensão, forma, volumetria, texturas; e o áudio pode melhor retratar descrições – cores, expressões faciais, aspectos históricos, sonoplastia, exemplos de formas similares, ou outras informações onde relações espaciais não sejam importantes.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.

04	Contexto e Uso	Sempre que possível, envolver os usuários no processo de criação das imagens audiotáteis, além dos educadores.	RBS	- POSCA, 2017; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019; - POHLMANN <i>et al.</i> , 2016; - MATATLA <i>et al.</i> , 2015; - PAGANO; MARTINS, 2014.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021;
			Entrevistas	- Especialista em Educação Artística.
05	Contexto e Uso	Usar métodos faça-você-mesmo (<i>do-it-yourself</i> , DIY), para proporcionar um conteúdo personalizado. Exemplos: estudantes gravando os próprios áudios, professores aprendendo e desenvolvendo as próprias impressões 3D.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
06	Contexto e Uso	Explorar o lúdico e o reflexivo em imagens audiotáteis para crianças, estimulando o engajamento e acesso às representações simbólicas. Exemplos: tom de voz, cheiros, brincadeiras e peças de encaixas.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
07	Contexto e Uso	Instruir aos novos usuários como ler uma imagem audiotátil, pois a dinâmica é diferente de imagens táteis comuns. Se necessário, ter um tutorial disponível a todo momento.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - LEPORINI, 2020.
08	Contexto e Uso	Ter um educador ou tutor para auxiliar o estudante cego, contextualizando o conteúdo e tirando dúvidas sobre o uso da imagem audiotátil.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista Empírico em Deficiência Visual.
09	Contexto e Uso	Busque desenvolver a imagem audiotátil com o menor custo possível , para que possa ser mais disseminada.	RBS	- SANCHES, 2018; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019; - MICHALIK; FRYAZINOV, 2016; - KARASTOYANOV; STOIMENOV; GYOSHEV, 2019; - JO <i>et al.</i> , 2016.
10	Contexto e Uso	Ao planejar o conteúdo, priorizar o desenvolvimento de materiais que não são facilmente encontrados em 3D, inacessíveis (por exemplo, arquitetura ou objetos grandes), ou que são pouco abordados no currículo.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista em Educação Artística.
			Questionários	Respostas do questionário.
11	Contexto e Uso	Assegurar o máximo possível de independência (de uso e de interpretação do conteúdo) ao estudante cego.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - LEPORINI, 2020.
12	Contexto e	O estudante deve identificar a imagem	RBA	- SANCHES; BUENO;

	Uso	audiotátil na sua posição correta , seja nas mãos ou na mesa, e encontrar um ponto de partida para a exploração tátil.		OKIMOTO, 2021; - SILVA, 2011.
13	Contexto e Uso	Utilizar-se de mais de uma exploração aos sentidos , além do tato e do áudio, sempre que possível, tornando a atividade multissensorial.	RBS	- POSCA, 2017; - METATLA <i>et al.</i> , 2015; - JAIN <i>et al.</i> , 2018; - BALLARIN; BALLETTI; VERNIER, 2018; - BRAIER <i>et al.</i> , 2014; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2011;
			Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida.
			Questionário	Respostas do Questionário.
14	Contexto e Uso	A imagem audiotátil pode ser reutilizada por outras pessoas, em outros contextos, ou de acordo com os objetivos pedagógicos, bastando trocar os áudios em cada ponto de interação tátil.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2011; - MACEDO, 2010.
15	Contexto e Uso	É importante que a imagem audiotátil tenha cores de alto contraste , para que auxilie o entendimento para pessoas com baixa visão, incluindo assim outros estudantes.	RBS	- GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2011; - AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - ARAÚJO, 2018; - BRAIER <i>et al.</i> , 2014; - ARCAND <i>et al.</i> , 2019; - DIAS; SANTOS, 2016; - SILVA, 2012; - HOLLOWAY <i>et al.</i> , 2019;
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
16	Contexto e Uso	As imagens audiotáteis precisam ser portáteis .	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
17	Contexto e Uso	Em caso de um conjunto de imagens audiotáteis sobre o mesmo assunto, criar também uma única, simplificada, que representa o todo.	RBS	- SANCHES, 2018; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
18	Contexto e Uso	Caso seja um conjunto de imagens audiotáteis, é recomendado que sigam um nível de dificuldade crescente .	RBS	- SILVA, 2012.
19	Contexto e Uso	Manter a consistência entre diferentes imagens , evitando fazer mudanças de estética,	RBS	- SANCHES, 2018.

		nas formas e posições dos elementos táteis, principalmente se forem parte de um mesmo conjunto.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - MACEDO, 2010.
20	Contexto e Uso	Reconhecer que cada estudante traz sua bagagem de conhecimentos , que servem de base para a criação de novos conhecimentos. Os estudantes cegos, por exemplo, trazem suas experiências a partir da não visão.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - MACEDO, 2010.
			Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida. - Especialista em Acessibilidade. - Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual.
21	Contexto e Uso	As imagens audiotáteis devem estar prontas e testadas antes do início das atividades e aulas , garantindo o aprendizado de forma equivalente aos alunos videntes.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista Empírico em Deficiência Visual. - Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual.
01	Tátil	Imagens audiotáteis podem variar desde apenas relevo até completamente tridimensionais (3D) . Podem ser modeladas em estilos diferentes, por exemplo, quebra-cabeça, globo, com uma base fixa, etc.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
02	Tátil	É necessário capturar apenas o essencial da imagem estática para ser traduzido, não causando assim confusões de leitura. A simplificação não deve descaracterizar o objeto representado, devendo-se manter características que remetam ao objeto real, em um balanço entre simplificação e detalhes.	RBS	- SANCHES, 2018; - ARAÚJO; SANTOS, 2015; - JO <i>et al.</i> , 2016; - VITA; KATAOKA, 2016; - ARAÚJO, 2018.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021. - SILVA, 2011.
			Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida.
03	Tátil	As superfícies devem ser sensíveis ao toque , priorizando formas sem reentrâncias, não provocando rejeição ao manuseio.	RBS	- AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - POHLMANN <i>et al.</i> , 2016; - BALLARIN; BALLETTI; VERNIER, 2018; - ARCAND <i>et al.</i> , 2019; - JO <i>et al.</i> , 2016; - SILVA <i>et al.</i> , 2010; - BRAIER <i>et al.</i> , 2014; - BERBETZ, 2019.

			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida. - Especialista em Acessibilidade.
04	Tátil	As formas gráficas devem ser facilmente identificáveis , simples e esquemáticas para facilitar a leitura tátil do aluno.	RBS	- SANCHES, 2018; - AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - URBAS <i>et al.</i> , 2016; - ARAÚJO, 2018.
			RBA	- SILVA, 2011.
05	Tátil	As dimensões devem ser adequadas e deve apresentar um tamanho em que seja possível sua leitura por meio das duas mãos sem cansar o usuário. Por isso, evitar imagens menores que a falange do dedo ou que ultrapassem ao alcance dos braços.	RBS	- SILVA <i>et al.</i> , 2010; - BRAIER <i>et al.</i> , 2014; - ARAÚJO, 2018; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019; - GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2011; - VITA; KATAOKA, 2016; - FERNANDES <i>et al.</i> , 2016.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
06	Tátil	Levar em consideração que todos os pontos devem ter tamanho, elevação e espaço compatíveis para serem explorados e alcançados pelos dedos, exceto para objetos que tenham orifícios originalmente (ex: boca). Os símbolos mais simples podem ter um tamanho menor, enquanto os mais complexos precisam de um tamanho maior para que as diferenças sejam percebidas de maneira eficaz pelo tato.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			RBS	- FERNANDES <i>et al.</i> , 2016.
07	Tátil	Os elementos táteis devem ser feitos em escala , preferencialmente indicadas na imagem, existindo assim um respeito às proporções dos elementos gráficos.	RBS	- ARCAND <i>et al.</i> , 2019; - AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - JAIN <i>et al.</i> , 2018; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019;
08	Tátil	Colocar mais de um elemento na imagem audiotátil, para que facilite o reconhecimento das proporções (ex: mão e bola, árvore e ser humano).	RBA	- SILVA, 2011.
09	Tátil	Utilizar texturas de forma que sejam facilmente diferenciadas entre si, com um máximo de cinco texturas por imagem.	RBS	- SANCHES, 2018; - AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - SILVA <i>et al.</i> , 2010; - DIAS; SANTOS, 2016; - FERNANDES <i>et al.</i> , 2016;

				- FERREIRA; SILVA, 2014; - PAGANO; MARTINS, 2014; - HOLLOWAY <i>et al.</i> , 2019.
			Questionário	Respostas do questionário.
			RBA	- BEM; PUPO, 2015.
10	Tátil	É necessário que apareça na apresentação gráfica todas as partes que constituem um objeto ou animal (ex: as quatro patas de um animal, mesmo que esteja de perfil).	RBA	- SILVA, 2011.
11	Tátil	Não utilize imagens que estejam em posição de escorço (na qual um objeto ou uma distância parecem mais curtas do que são na realidade), em perspectiva ou em sobreposição, porque se torna de difícil identificação. Nesse caso, busque representar em vista frontal e/ou lateral.	RBA	- SILVA, 2011; - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
12	Tátil	Ter preferência por elementos 3D ao invés de 2D, com altura mínima igual a do Braille. Elas são melhores percebidas quanto mais contraste existir entre as diferenças de nível que as compõe.	RBS	- SANCHES, 2018; - BERBETZ, 2019; - AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017.
			RBA	- SILVA, 2011; - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - LEPORINI, 2020.
			Questionário	Respostas do questionário;
13	Tátil	Caso sejam utilizados símbolos táteis , é necessário que a forma e o significado filosófico dos símbolos sejam previamente conhecidos pelos usuários.	RBS	- ARAÚJO, 2018; - POSCA, 2017; - BERBETZ, 2019; - POHLMANN <i>et al.</i> , 2016;
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
14	Tátil	Quando for preciso diferenciar o mesmo elemento tátil (exemplo: dois círculos com significados diferentes), usar tamanhos diferentes.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
15	Tátil	Sempre deve ser indicado por um marcador tátil o local onde possui uma interação de áudio. O marcador deve ser projetado para que não prejudique o entendimento completo da imagem.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
16	Tátil	Quando for utilizado o Braille , é necessário respeitar suas dimensões . O diâmetro do ponto	RBS	- SANCHES, 2018; - POHLMANN <i>et al.</i> ,

		é de 2 mm e possui altura de 0,65mm. A cela Braille possui largura de 4,7 mm e altura de 7,4 mm.		2016.
			RBA	- MEC, 2018.
17	Tátil	Quando a área for muito pequena para ser utilizada uma textura, deve-se substituir pelo Braille , sendo recomendável colocar o mais próximo possível da forma a qual é referida, caso seja possível.	RBS	- SANCHES, 2018.
			RBA	- SILVA, 2011.
18	Tátil	Caso seja melhor para o reconhecimento tátil da imagem, pode-se adicionar outros materiais em conjunto com a impressão 3D. (ex: areia para representar a praia).	Entrevistas	- Especialista em Acessibilidade.
19	Tátil	Levar em consideração posturas de mão frequentemente utilizadas na exploração tátil. Exemplos: (1) Agarrar: segurar a imagem com uma mão e explorar com a outra; (2) Estabilizar: usar uma mão para fixar a imagem na mesa e usar a outra para explorar; (3) Divergir: exploração com as duas mãos em elementos diferentes; (4) Convergir: exploração com as duas mãos em um elemento só.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - SHI; ZHAO; AZENKOT, 2017.
20	Tátil	Levar em consideração movimentos importantes da exploração tátil . Exemplos: (1) Sentir: sentir as texturas e a forma da imagem; (2) Medir: uso das mãos para medir aproximadamente o tamanho dos elementos táteis; (3) Comparar: comparar dois elementos táteis para conferir se representam o mesmo conceito; (4) Contar: contagem de elementos táteis iguais na imagem; (5) Comunicar: indicar, explicar ou indagar sobre a imagem. O movimento pode ser para sentir a imagem como um todo ou elementos individualmente.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
01	Áudio	Caso não se tenha recursos para montar uma equipe para realizar a audiodescrição , é necessário ter ao menos dois profissionais . O primeiro atuará realizando a observação da imagem estática, elaboração do roteiro, ensaio para a gravação e a gravação do roteiro e o segundo profissional, necessariamente um profissional cego, deve realizar a revisão da gravação.	Entrevistas	- Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual.
			RBA	- COSTA; FROTA, 2011.

02	Áudio	Devem-se selecionar as informações mais relevantes sobre o elemento que se descreve, para evitar a fadiga do usuário.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
03	Áudio	A interação deve permitir que o estudante cego tenha controle sobre a interação da imagem audiotátil, permitindo que possa, por exemplo, ligar e desligar, ajustar o volume do áudio, etc.	RBS	- ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
04	Áudio	Ter preferência pela utilização de palavras do cotidiano , quando possível.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista Empírico em Deficiência Visual.
05	Áudio	Substituir sempre que possível toda ou a maior parte das informações em Braille por gravações em áudio. O Braille deve ser priorizado em pequenas marcações ou como recurso extra.	RBS	- MATATALA <i>et al.</i> , 2015.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista em Acessibilidade.
06	Áudio	Considerar que não existe linguagem neutra, nem tradução sem intermediação. Cuidar para o direito à interpretação do conteúdo seja dos estudantes.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
07	Áudio	A interação deve permitir que o estudante cego tenha controle de informação . Ou seja, permitir que o estudante possa ligar e desligar, repetir, avançar ou voltar o áudio (para gravações pequenas, pode-se suprimir essa função), ajustar a velocidade e o volume do áudio.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
08	Áudio	Descrever uma imagem que contenha apelo emocional, provocando o mesmo impacto à pessoa cega que a imagem provoca aos videntes. Para isso, utilizar emoções diferentes , através do tom da voz ou por edições.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
09	Áudio	Deve-se fazer uso de recursos sonoros não verbais , como por exemplo, músicas e sons de animais.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
10	Áudio	Prover informação sonora em caso de erros , quando se demonstre necessário.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
11	Áudio	Para evitar ativações acidentais de áudio pela exploração tátil, incluir uma ação específica para que o áudio seja liberado (exemplo: pressionar	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.

		ou tocar por 1 segundo para que o áudio comece a tocar). Ativar um áudio deve ser resultado de uma ação definitiva.		
12	Áudio	Os botões podem ser usados como componentes auxiliares para obter informações de áudio, onde se recomenda que sejam utilizados botões iguais para os mesmos temas.	RBS	- ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021. - LEPORINI, 2020.
13	Áudio	Comentários em áudio podem ser adicionados para contextualizar o estudante cego. Exemplos: para instruir o uso da imagem, exemplificar comandos, prover um contexto geral, etc.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
14	Áudio	Comando de voz pode ser usado como forma de ativar informações sonoras. No comando de voz, deve-se implementar uma palavra-chave ou um botão para ser pressionado que reconhecerá o comando, evitando assim ativações não intencionais. Exemplos: “mais informação”, “distância”, “o que é isso?”, “salvar informação”.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
15	Áudio	Fazer a descrição verbal de maneira simples, concisa e objetiva , buscando oferecer o máximo de informação, respeitando o momento de desenvolvimento de cada estudante e seu potencial de compreensão. Não suprimir informações nem subestimar a capacidade de compreensão do estudante cego.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
16	Áudio	As informações sonoras devem ser fáceis de serem adicionadas ao modelo tátil, e devem ser intuitivas e fáceis de serem acessadas pelos estudantes cegos.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
17	Áudio	Evitar sobrecarga de informação sonora de uma só vez. Ao invés de um áudio longo, gravar várias faixas de áudio curtas, sem passar de dois minutos cada. Deve-se selecionar quais são as informações mais relevantes sobre o elemento que se descreve.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
18	Áudio	As informações por áudio podem explorar níveis de complexidade ou tipo de informação, de acordo com o gesto aplicado ou botão pressionado (por exemplo, um toque - nome do elemento; dois toques – explicação breve)	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
19	Áudio	Fazer uso de gestos táteis/hápticos familiares aos cegos, para ativar informações sonoras. Podem ser similares aos utilizados em	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.

		<i>smartphones</i> ou em gestos naturais de exploração tátil. Exemplos: apontar, bater com o dedo, escanear com o indicador, escanear com o dedão, beliscar, seguir a borda com o dedo, fricção com o dedo, um toque, dois toques, três toques, dois toques com dois dedos, manter toque pressionado, pincelada rápida, pincelada devagar.		
01	Fabricação	Usar plástico PLA, ABS e/ou resina como materiais de impressão 3D. Além disso, a impressão 3D pode ser combinada com outros processos de fabricação digital, como corte a laser.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
02	Fabricação	Manter o processo simples ou prover as ferramentas necessárias para que mesmo pessoas não especialistas (em impressão 3D e eletrônicos) possam desenvolver suas próprias imagens audiotáteis.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
03	Fabricação	A visão computacional pode ser integrada no desenvolvimento de imagens audiotáteis. Exemplos: para o reconhecimento de formas, posições do dedo.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
04	Fabricação	O escaneamento 3D é uma maneira de se adquirir modelos fiéis e detalhados do objeto real.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
05	Fabricação	Levar em consideração as limitações e características da impressora 3D e ser utilizada (por exemplo, tamanho máximo de impressão, material disponível, necessidade de pós-processamento). Se necessário, dividir o modelo digital 3D em diversas partes para serem impressas. Os parâmetros de impressão devem ser ajustados de forma a evitar que imperfeições sejam confundidas com texturas ou componentes da imagem.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
06	Fabricação	Indica-se não utilizar impressoras FDM para impressão do Braille , devido à qualidade de impressão e dificuldade de pós-processamento em pequenas áreas. Para tal, sugere-se utilizar outras impressoras ou imprimir o Braille em papel e colar posteriormente na imagem audiotátil.	Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida. - Especialista em Acessibilidade.
07	Fabricação	Material condutivo pode ser impresso em 3D onde há pontos de interação por áudio ou como	RBA	- SANCHES; OKIMOTO, 2021.

		forma de integrar um dispositivo eletrônico. Uma alternativa é o uso de tinta condutiva.		
08	Fabricação	Levar em consideração ter entrada para fores de ouvido , para que o estudante cego possa focar na informação.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
09	Fabricação	Tablets e smartphones são ferramentas que podem ser integradas no desenvolvimento de imagens audiotáteis. Exemplos: uso de aplicativos, tela <i>touch</i> , câmeras, reconhecimento de <i>QR code</i> .	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista em Protipagem Rápida. - Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual.
			Questionário	Respostas do Questionário.
10	Fabricação	Caso a textura da imagem audiotátil não tenha ficado sensível ao toque, considere utilizar um ou mais dos seguintes materiais e procedimentos no pós-processamento da Impressão 3D: (1) vapor de acetona para ABS; (2) massa plástica; (3) massa corrida.	Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida. - Especialista em Acessibilidade.
			RBA	- ABRE, 2015.
11	Fabricação	Realize a pintura da imagem audiotátil, de forma que contemple também pessoas videntes, para promover a inclusão.	Entrevistas	- Especialista em Acessibilidade.

Fonte: a autora (2022)

5.3 TRADUÇÃO AUDIOTÁTIL

A Fase 3, de Tradução Audiotátil” compreendeu seis etapas: seleção das imagens bidimensionais; modelagem digital; impressão 3D; programação da placa eletrônica; audiodescrição e finalização. Por meio desta fase, é possível alcançar o objetivo específico 3: **Aplicar as diretrizes no desenvolvimento de duas imagens audiotáteis para o ensino de artes através da impressão 3D e placas eletrônicas.**

5.3.1 Seleção das Imagens Bidimensionais

A primeira etapa desta fase tratou da seleção das imagens bidimensionais que foram traduzidas para imagens audiotáteis. Inicialmente, foram adotados os critérios definidos por Bana (2010), descritos anteriormente na página 58. Além destes critérios, também foram levadas em consideração as seguintes diretrizes já estabelecidas (Quadro 7) para a escolha das imagens bidimensionais:

Quadro 7: Diretrizes utilizadas para a seleção da imagens bidimensionais

Nº	Categoria	Recomendação
10	Contexto e Uso	Ao planejar o conteúdo, priorizar o desenvolvimento de materiais que não são facilmente encontrados em 3D, inacessíveis (por exemplo, arquitetura ou objetos grandes), ou que são poucos abordados no currículo.
18	Contexto e Uso	Caso seja um conjunto de imagens audiotáteis, é recomendado que sigam um nível de dificuldade crescente .

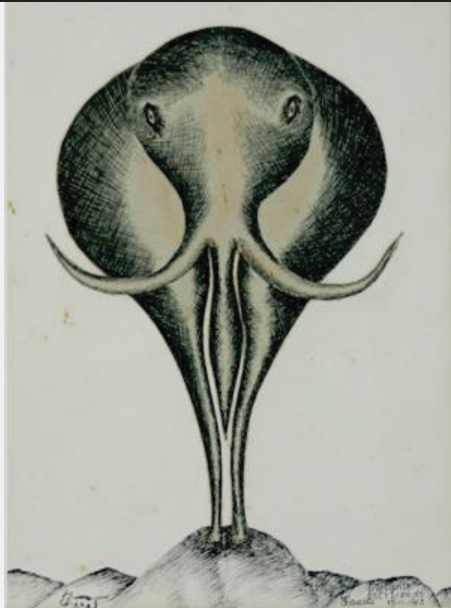
Fonte: a autora (2022)

Desta forma, considerando o escopo desta pesquisa, onde foi proposta a confecção de protótipos de material didático audiotátil utilizando-se da impressão 3D e de recursos eletrônicos, foi feita uma seleção inicial de dez possíveis imagens a serem traduzidas (Quadro 8). A escolha por obras de artistas residentes e/ou nascidos na cidade de Florianópolis deu-se pelo motivo de que em um primeiro momento, os testes seriam realizados na Fundação Catarinense de Educação Especial – FCEE, localizada na Grande Florianópolis — o que não foi possível posteriormente por uma obra de grandes proporções na instituição. Além disso, foram escolhidas obras de artistas locais por recomendação da Especialista em Educação Artística (Apêndice 6).

Quadro 8: Seleção Inicial de imagens bidimensionais

Nº	Artista	Título	Imagens Bidimensionais Seleccionadas
01	Eli Heil	A ave dentro da árvore	
02	Eli Heil	Os animais	
03	Rodrigo de Haro	Gêmeos (representação do zodíaco)	
04	Ernesto Meyer Filho	Sem título	

05	Martinho de Haro	Composição	
06	Marinho de Haro	Natureza Morta	
07	Vera Sabino	Quadro 11	
08	Vera Sabino	Quadro 44	

09	Franklin Cascaes	Boi-tatá	
10	Franklin Cascaes	Sem Título	

Fonte: a autora (2022)

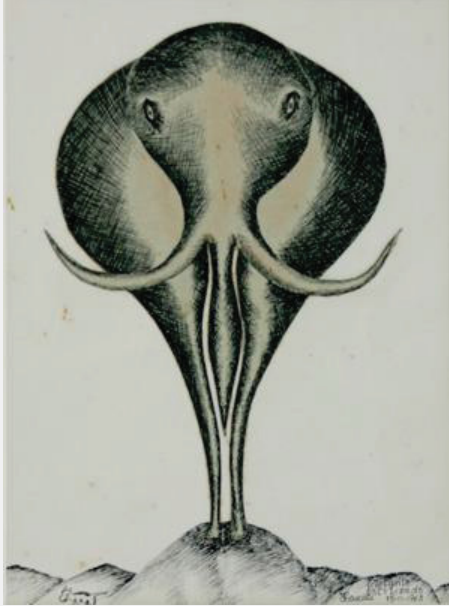
A partir da seleção de dez obras, foram escolhidas duas delas: *Composição*, de Martinho de Haro e *Sem título*, de Franklin Cascaes (Quadro 9). As duas obras foram selecionadas pelos seguintes critérios:

- Escolha de uma obra com orientação vertical e outra na horizontal, para entender a configuração de dois formatos distintos de imagens audiotáteis;
- Imagens com um fundo mais simplificado, dando destaque nos objetos desenhados e pintados de forma mais próxima ao espectador;
- Imagens com poucas variações de cores;
- Escolha de imagens figurativas, sendo uma representando objetos mais cotidianos e outra um animal fantástico, possivelmente nunca conhecido antes pelo espectador cego, com o objetivo de comparar posteriormente o

reconhecimento de figuras cotidianas a figuras incomuns, com um nível crescente de dificuldade;

- Imagens com formas mais simplificadas.

Quadro 9: Obras bidimensionais selecionadas para tradução

Artista	Título	Imagens Bidimensionais Selecionadas
Martinho de Haro	Composição	
Franklin Cascaes	Sem Título	

Fonte: a autora (2022)

Com as imagens bidimensionais escolhidas, foram iniciadas as etapas de Modelagem Digital e Impressão 3D.

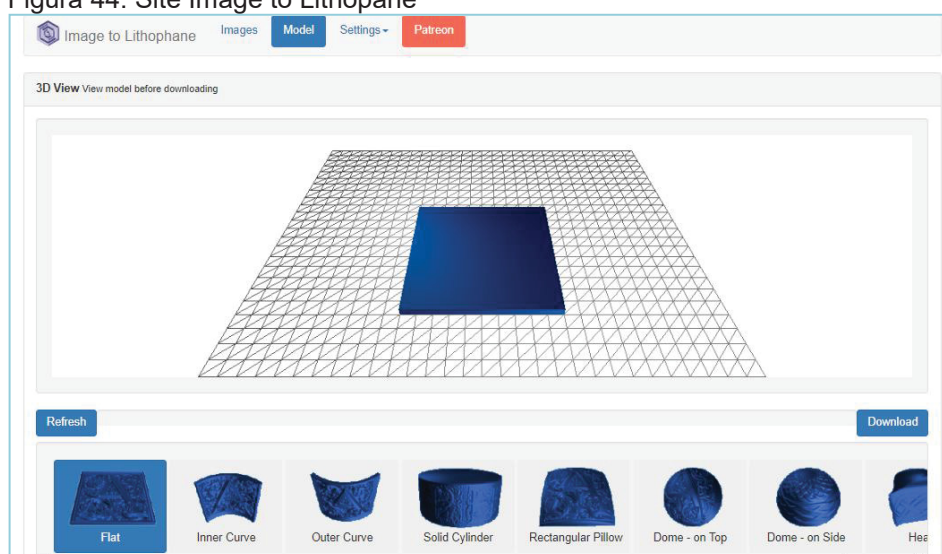
5.3.2 Modelagem Digital e Impressão 3D

Apesar de a Modelagem Digital e a Impressão 3D constituírem duas etapas distintas na metodologia, elas foram agrupadas nesta pesquisa, dado que se demonstrou necessário reiniciar as etapas cinco vezes durante o processo. Para tal, este tópico está dividido em: testes de modelagem e impressão 3D; botões; modelagem e impressão 3D final; caixa base e pós-processamento. Apesar de serem descritas de forma individual, as etapas teste de modelagem e impressão 3D, botões e caixa base foram desenvolvidas de forma simultânea.

5.3.2.1 Testes de Modelagem e Impressão 3D

Inicialmente, houve a tentativa de testar a modelagem 3D de forma automática através de *sites online*, a fim de simplificar o processo, excluindo a necessidade de instalação de um *software*. Através de pesquisas, foi encontrado o site “Image to Lithophane” (Figura 44), que tem como objetivo transformar imagens bidimensionais em imagens com relevo, através da técnica de litofania 3D. Apesar dessa técnica necessitar da manipulação da luz para criar a representação de imagens para pessoas videntes, ela também cria relevos que são sensíveis ao usuário cego (WISHBOX TECHNOLOGIES, 2020).

Figura 44: Site Image to Lithophane



Fonte: <https://3dp.rocks/lithophane/> (2022). Acesso em 02 jan. 2022.

Neste site é possível fazer o *upload* de uma imagem bidimensional e, por meio da definição de alguns parâmetros, o site automaticamente gera uma imagem tridimensional, onde o usuário pode realizar o *download* em formato STL. Como o *download* é feito automaticamente neste formato, não é possível uma posterior edição caso alguma parte esteja em desacordo com o resultado previsto, já que este formato está pronto para a impressão 3d.

Desta forma, foram feitas duas alternativas iniciais com a imagem previamente selecionada, “*Composição*”, do artista Rodrigo de Haro. Abaixo, no Quadro 10 é possível ver os parâmetros adotados e o resultado final da modelagem gerada automaticamente pela plataforma online.

Quadro 10: Parâmetros e Resultados da Modelagem 3D no site Image to Lithophane

Alternativas	Parâmetros Adotados	Resultado Final
01	- Espessura: 3 mm - Borda: 10 mm - Tamanho de cada camada: 1mm - Vetores por pixel: 7 - Curvatura: 0 - Imagem positiva (partes mais escuras ficam mais altas e partes mais claras ficam mais baixas)	
02	- Espessura: 5mm - Borda: 10mm - Tamanho de cada camada: 1mm - Vetores por pixel: 7 - Curvatura: 0 - Imagem Negativa (partes mais escuras ficam mais baixas e partes mais claras ficam mais altas)	

Fonte: a autora (2022)

Entre as duas alternativas realizadas, a segunda foi a que melhor criou volumes. Com isso, foi feito o primeiro teste de impressão 3D da modelagem (Figura

45) em velocidade acelerada, em tamanho 17 x 10 cm em PLA branco, para testar a materialização física das formas geradas.

Figura 45: Primeiro teste de impressão - Image to Lithophane



Fonte: a autora (2022)

Com isso, foram listados os pontos positivos e negativos, tanto da técnica utilizada na modelagem digital quanto da impressão realizada (Quadro 11):

Quadro 11: Pontos positivos e negativos do primeiro teste de impressão

Teste	Pontos Positivos	Pontos Negativos
01	- Rapidez da modelagem digital; - Rapidez na impressão. - Facilidade de utilização da plataforma digital.	- Impossibilidade de edição depois da geração da imagem tridimensional em formato STL; - Reconhece a altura final de cada objeto de acordo com a sombra e luz, não reconhecendo variáveis da cor específica de cada objeto. Por exemplo, o socador encontrado na obra, é preto, mas nem por isso está no último plano, como reconhece a plataforma. O mar por ser mais claro, fica reconhecido em primeiro plano, apesar de ser o plano mais distante do expectador; - Formas de relevo não definidas; - Não reconhece as diferenças de planos (mesa e objetos mais próximos do espectador e o mar, mais distante); - Impressão com muitas ranhuras, o que gera uma textura desagradável; - Impossibilidade de representar de modo mais

		aproximado as formas originais de cada objeto (ex: o limão pode ser representado em semicírculo); - Não é realizada a simplificação da imagem, obtendo muitos pontos que poderiam ser retirados para melhor compreensão do usuário.
--	--	--

Fonte: a autora (2022)

A partir do primeiro teste, percebeu-se que seria necessário transformar a imagem em uma escala de cinza, para que a plataforma Image to Lithophane reconhecesse melhor os objetos contidos na imagem. Primeiramente, foi feita uma tentativa de utilizar algum dos modelos pré-definidos de escalas de cinza no *software* Illustrator e também na plataforma online gratuita Avepdf (<https://avepdf.com/pt/convert-to-grayscale>), como demonstra o Quadro 12.

Quadro 12: Testes Iniciais da Escala de Cinza

Programa Utilizado	Nome da escala de cinza pré-definida	Resultado Final
Avepdf	Gerador automático	
Illustrator	High Fidelity	
Illustrator	Low Fidelity	
Illustrator	3 colours	

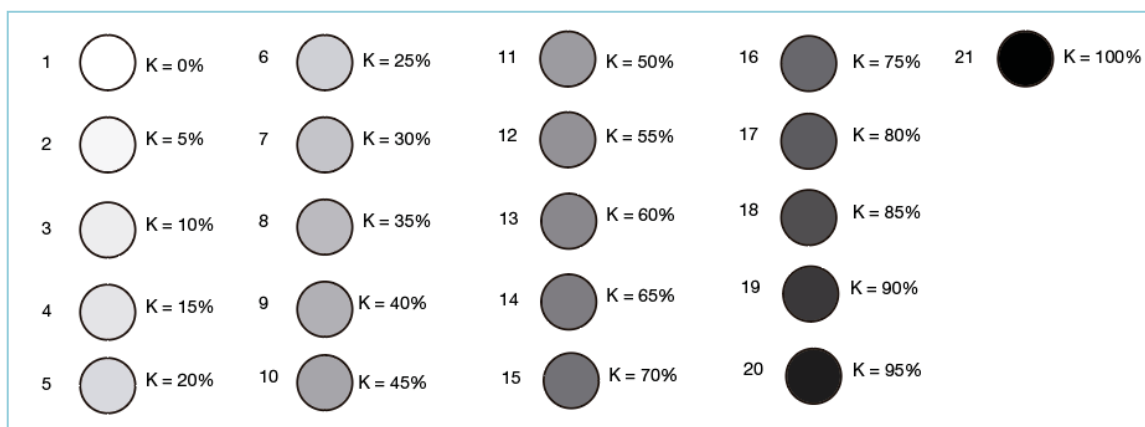
Illustrator	6 colours	
Illustrator	16 colours	
Illustrator	Shades of grey	
Illustrator	Black and White Logo	

Fonte: a autora (2022)

Apesar de oito diferentes alternativas de escala de cinza, compreendeu-se que nenhuma das alternativas seria uma boa solução, já que as linhas que contornam cada figura ficam mais ressaltadas. Pelas linhas serem pretas, a plataforma automaticamente reconhece como um ponto que deve ter uma altura mais baixa, independente do plano em que ela está localizada.

A partir disto, foi desenvolvido um modelo de escala de cinza (Figura 46), tendo em consideração a altura máxima de 2 cm da imagem, para não prejudicar a leitura da imagem audiotátil. Com isso, a escala possui 21 diferentes tons de cinza, indo desde 0% de preto até 100%, aumentando 1mm por cada um dos tons.

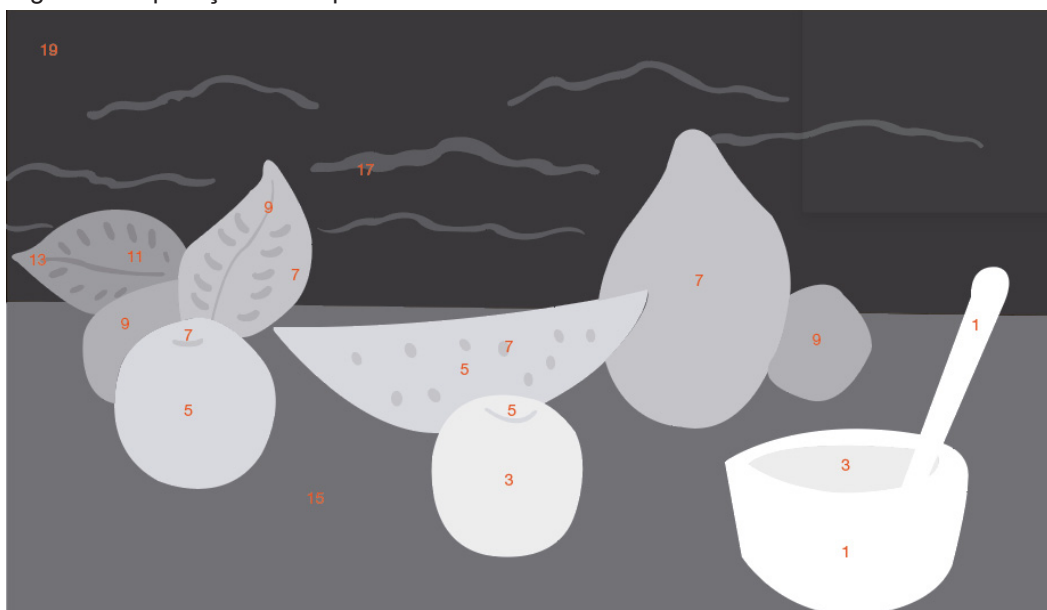
Figura 46: Escala de Cinza - versão 1



Fonte: a autora (2022)

Desta forma, foi feita a aplicação da escala de cinza na imagem (Figura 47), selecionando as partes tidas como essenciais e não descaracterizando os objetos representados, assim como recomendado na diretriz 02 do grupo tátil, explicitada no tópico 5.2. Além disso, foram retiradas as linhas de contorno. Os objetos mais próximos do espectador possuem uma altura maior e consequentemente uma cor com uma porcentagem inferior de preto, ao contrário das formas mais distantes do espectador, que possuem uma altura menor e uma porcentagem maior de preto em sua composição.

Figura 47: Aplicação 01 da primeira versão da escala de cinza



Fonte: a autora (2022)

. Após ter a simplificação da imagem em escala de cinza, foi feita uma nova modelagem digital através do site Image to Lithophane, e a posterior impressão 3D (Figura 48) do arquivo resultante. O teste 2 foi realizado em velocidade acelerada, em tamanho 17 x 10 cm em PLA branco.

Figura 48: Segundo teste de impressão - Image to Lithophane



Fonte: a autora (2022)

Da mesma forma como realizado no teste 1, foram listados os pontos positivos e negativos do segundo teste (Quadro 13). O fato de aplicar a escala de cinza trouxe à impressão mais pontos positivos que negativos, em comparação com o primeiro teste. Apesar disso, acreditou-se que existem pontos que precisam de melhora, como a representação das formas, a plataforma utilizada, textura desagradável e a pouca diferença de altura entre os objetos.

Quadro 13: Pontos positivos e negativos do segundo teste de impressão

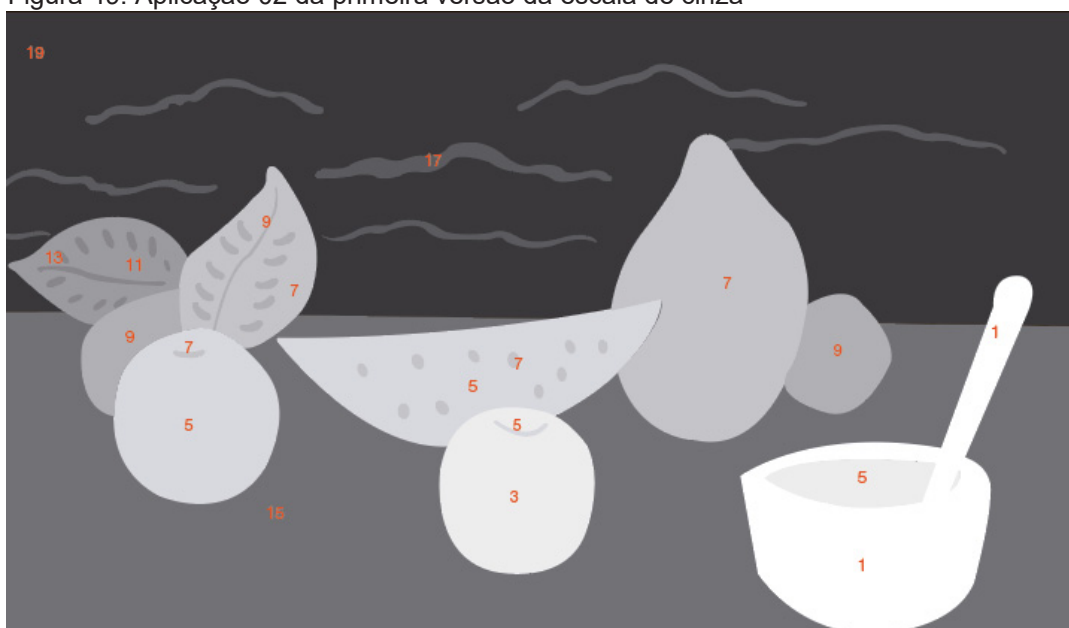
Teste	Pontos Positivos	Pontos Negativos
02	- Rapidez da modelagem digital; - Rapidez na impressão; - Facilidade de utilização da plataforma digital; - Reconhece a altura final de cada objeto de acordo com a escala de cinza; - Formas definidas;	- Impossibilidade de edição depois da geração da imagem tridimensional em formato STL; - Impressão com algumas ranhuras, o que gera uma textura desagradável; - Impossibilidade de representar de modo mais aproximado as formas originais de cada objeto (ex: o limão pode ser representado em semicírculo);

	- Reconhece as diferenças de plano, de acordo com a escala de cinza.	- Altura dos objetos muito parecida, o que facilita a diferenciação entre eles.
--	--	---

Fonte: a autora (2022)

Após a realização dos dois primeiros testes, perceberam-se as limitações apresentadas pela plataforma Image to Lithophane e por isso, foi necessária a utilização de outra plataforma ou *software* que possibilitasse melhor resultado final. Com isso, foi utilizado o *software* Solid Works, disponibilizado de forma gratuita aos estudantes da UFPR. Desta forma, foi iniciada uma nova modelagem digital, utilizando-se da imagem em escala de cinza, com algumas modificações (Figura 49). As mudanças de tons de alguns objetos da imagem foram feitas com o objetivo de aumentar a diferenciação entre as camadas, o que foi apontado como um ponto negativo no teste anterior.

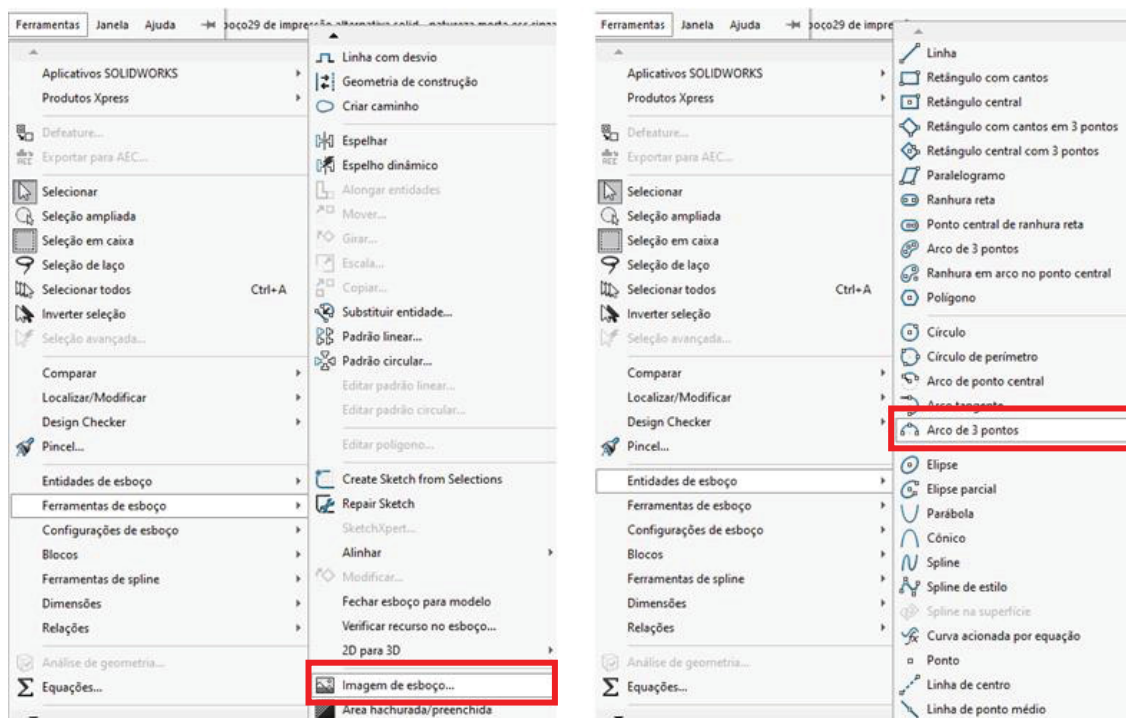
Figura 49: Aplicação 02 da primeira versão da escala de cinza



Fonte: a autora (2022)

Para realizar a modelagem digital, foi utilizada a ferramenta de esboço “Imagem de Esboço”. Através desta ferramenta, foi possível introduzir a imagem em escala de cinza no *software* e desenhar através da entidade de esboço “Arco de três pontos” (Figura 50). Por fim, foi feito o ressalto extrudado de cada forma.

Figura 50: Ferramenta e Entidade de Esboços utilizadas para a modelagem digital



Fonte: a autora (2022)

Após o processo de modelagem digital no SolidWorks, foi feito o terceiro teste de impressão 3D (Figura 51), realizado em velocidade acelerada, em tamanho 16 x 9 cm em PLA branco.

Figura 51: Terceiro teste de impressão - Solidworks



Fonte: a autora (2022)

Apesar de a imagem apresentar erros de impressão, foi possível listar os pontos positivos e negativos da nova alternativa (Quadro 14). Mesmo que seja notável a melhora de pontos como a textura, a possibilidade de edição do arquivo e

a definição de formas, julgou-se necessário ter a melhora em dois pontos negativos encontrados: falta de proximidade com as formas originais de cada objeto e a diferença exacerbada de altura.

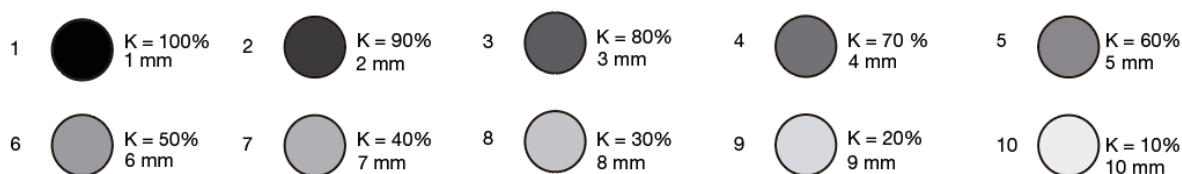
Quadro 14: Pontos positivos e negativos do terceiro teste de impressão

Teste	Pontos Positivos	Pontos Negativos
03	- Reconhece a altura final de cada objeto de acordo com a escala de cinza; - Formas definidas; - Reconhece as diferenças de plano, de acordo com a escala de cinza; - Possibilidade de edição a qualquer momento da modelagem; - Impressão com boa textura.	- Impressão demorada; - É necessário conhecimentos prévios para a utilização do <i>software</i>; - Não foram representadas de maneira mais aproximada as formas originais de cada objeto (ex: o limão pode ser representado em semicírculo); - Muita diferença de alturas entre os objetos, o que gerou desconforto para a leitura das formas.

Fonte: a autora (2022)

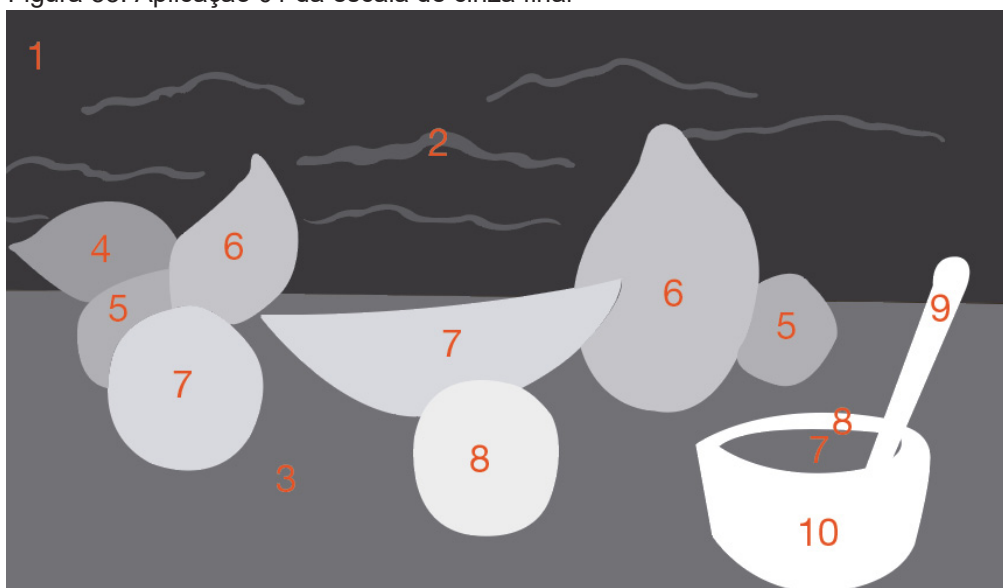
Desta forma, iniciou-se uma nova utilização da escala de cinza, priorizando que a altura entre as formas não prejudicasse a leitura dos elementos táteis. Nota-se que até o momento, a utilização da escala estava sendo realizada partindo do tom mais claro, para o mais escuro, o que criou uma altura excessiva no teste 03. Com isso, inverteu-se a ordem, iniciando primeiro pelos tons mais escuros da escala sendo aplicados nos objetos mais distantes do espectador. Outro fator importante foi a redução de tons na escala de cinza, reduzindo para 10 ao invés de 21, o que possibilita uma altura mais uniforme das aplicações. Além disto, foram retirados mais alguns detalhes da imagem, simplificando as formas, garantindo assim menos ranhuras na posterior impressão. Nas Figuras 52 e 53, é possível observar a versão final da escala de cinza e a sua respectiva aplicação.

Figura 52: Escala de Cinza – Versão Final



Fonte: a autora (2022)

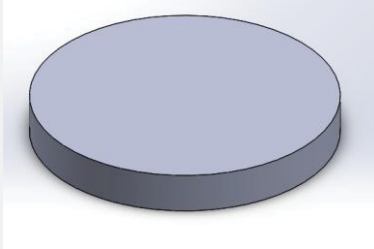
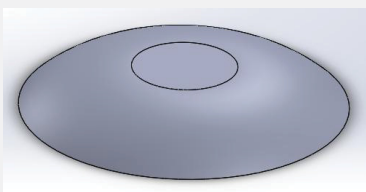
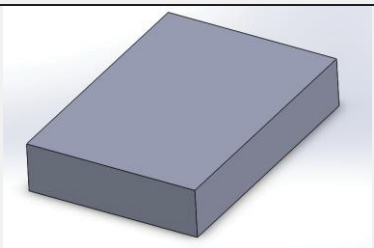
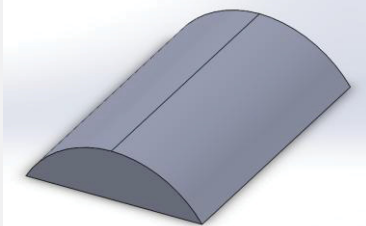
Figura 53: Aplicação 01 da escala de cinza final



Fonte: a autora (2022)

Para solucionar o ponto negativo da falta de proximidade com as formas originais, foi utilizada a Ferramenta de Filete, disponível no *software*. Para tal, foram desenvolvidos dois testes (Quadro 15), utilizando duas formas tridimensionais: a esfera e o cilindro. Percebeu-se através dos testes que a ferramenta cumpria com o objetivo proposto, tornando as formas mais próximas do objeto real.

Quadro 15: testes da ferramenta filete em formas geométricas

Formas	Formas antes da ferramenta de filete	Formas com a ferramenta de filete	Local de aplicação do filete
Esfera			Ao longo de toda aresta superior
Cilindro			Arestas superiores laterais

Fonte: a autora (2022)

Apesar disto, dependendo da altura de cada objeto, não é possível realizar um filete que atinja toda a forma de modo completo, como foi o caso do cilindro na figura acima. Por isto, recomenda-se aplicar o maior raio possível de filete, dentro das medidas utilizadas, assim como no exemplo da esfera, que ainda possui um plano na parte superior.

Durante o teste, também foi constatado que a ferramenta do filete poderia ser utilizada com um raio menor, para diminuir as partes mais pontiagudas da imagem, trazendo mais segurança para seu uso. Desta forma, foram aplicados filetes de raio 3mm nas bordas superiores dos outros objetos da modelagem digital.

Após o processo de modelagem, foi feito o quarto teste de impressão 3D (Figura 54), realizado em velocidade acelerada, em tamanho 16 x 9 cm em PLA branco.

Figura 54: Quarto teste de impressão - SolidWorks



Fonte: a autora (2022)

Apesar de a imagem apresentar alguns defeitos de impressão, foi possível estabelecer os pontos positivos e negativos do quarto teste de impressão (Quadro 16). Nota-se que nesta comparação entre os pontos positivos e negativos, foi atingido um resultado satisfatório, e por isso, foram encerrados os testes de modelagem e impressão 3D.

Quadro 16: Pontos positivos e negativos do quarto teste de impressão

Teste	Pontos Positivos	Pontos Negativos
01	- Reconhece a altura final de cada objeto de acordo com a escala de cinza; - Formas definidas; - Reconhece as diferenças de plano, de acordo com a escala de cinza; - Possibilidade de edição a qualquer momento da modelagem; - Impressão com boa textura; - Representação das formas de maneira aproximada do formato original de cada objeto (ex: limão pode ser representado em semicírculo); - Alturas de cada objeto proporcional.	- É necessário conhecimentos prévios para a utilização do <i>software</i>.

Fonte: a autora (2022)

5.3.2.2 Botões

Para proporcionar os estímulos auditivos dentro da imagem audiotátil são utilizados botões, onde o usuário interage durante o uso. Os botões estão divididos em duas categorias diferentes:

- **Descrição dos objetos:** botões localizados juntamente à impressão 3D, onde é feita a descrição dos objetos em que o usuário está tocando;
- **Informações da obra:** botões localizados abaixo da impressão 3D, contendo a audiodescrição da obra completa, informações sobre o artista e curiosidades sobre a obra.

Inicialmente, foram levantadas quatro alternativas de botões e seus respectivos pontos positivos e negativos, como demonstra o Quadro 17. Para tal, serão escolhidas duas alternativas, sendo um tipo de botão para cada categoria descrita acima.

Quadro 17: Alternativas de Botões para a Imagem Audiotátil

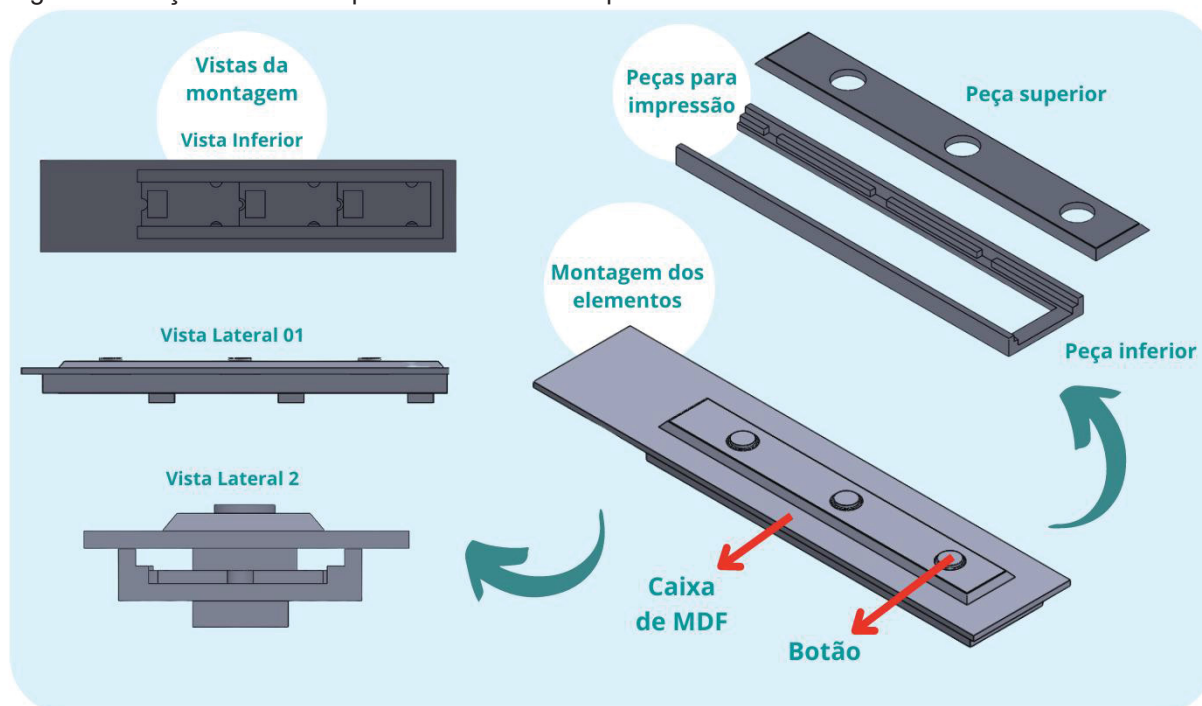
Tipo de Botão	Imagem	Pontos Positivos	Pontos Negativos
Botão de Clique		- Possui feedback para o usuário; - Fácil reconhecimento tátil.	- Possui tamanho fixo, não sendo adaptável a cada imagem audiotátil.
Botão Touch		- Tamanho reduzido.	- Não possui feedback para o usuário; - Difícil reconhecimento tátil; - Possui tamanho fixo, não sendo adaptável a cada imagem audiotátil.
Botão Condutivo	Exemplo sem imagem (realização de teste)	- Fácil reconhecimento tátil a partir da textura; - Possui tamanho adaptável a cada imagem audiotátil.	- Não possui feedback para o usuário.
Superfície com tinta condutiva	Exemplo sem imagem (realização de teste)	- Possui tamanho adaptável a cada imagem audiotátil; - Facilidade de encontrar os materiais.	- Não possui feedback para o usuário; - Difícil reconhecimento tátil.

Fonte: a autora (2022)

A partir da comparação feita no quadro, foi possível escolher o botão de clique para a categoria “Informações da Obra”, dado que possui pontos positivos como o *feedback* para o usuário e um fácil reconhecimento tátil. Para a seleção do tipo de botão para a categoria “Descrição dos Objetos”, foi necessária a realização de testes do botão condutivo e da superfície com tinta condutiva, com o objetivo de comprovar o funcionamento das alternativas.

Para acomodar os botões de clique na caixa base da imagem audiotátil, descrita em maior profundidade no tópico 5.3.2.4, foi necessária a criação de uma estrutura impressa em 3D para que os botões ficassem firmes e na altura desejada, sem prejudicar tatilmente a experiência do usuário. Com isso, foi feita a modelagem digital (Figura 55) e a posterior impressão 3D da peça, em PLA branco.

Figura 55: Peças Estruturais para os botões de clique

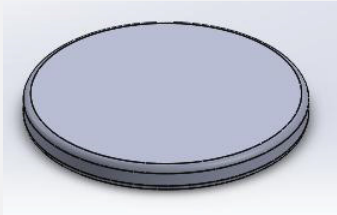


Fonte: a autora (2022)

A estrutura criada é composta por duas peças, sendo uma superior e outra inferior. Desta forma, uma é posicionada na parte superior da tampa em MDF e a outra na parte inferior através de cola instantânea.

A partir disto, iniciaram-se os testes com o botão e tinta condutiva. O botão condutivo foi primeiramente modelado e posteriormente impresso em ABS condutivo na cor preta (Quadro 18). Para a impressão com este material, é necessário o derretimento do filamento até 250° C. Recomenda-se também que a impressora 3D seja fechada, sem interferência externa. Apesar disto, pelas medidas do botão (circulo com diâmetro de 2 cm de largura e 2 mm de altura), não se demonstrou necessário que a impressora seja fechada pois o tempo de impressão foi diminuto.

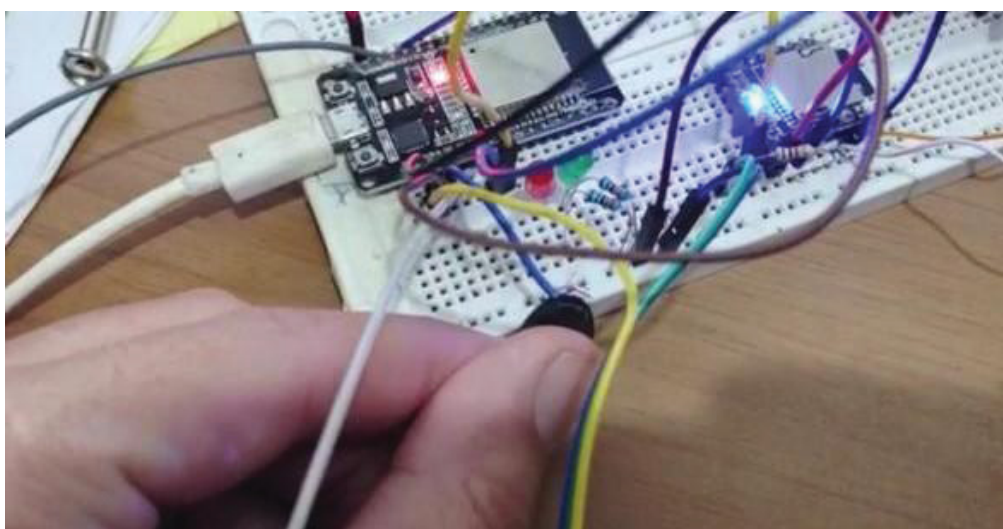
Quadro 18: Teste do Botão Condutivo

Tipo de Botão	Modelagem Digital	Impressão 3D
Botão Condutivo		

Fonte: a autora (2022)

Com base na impressão 3D, foi feito o teste de funcionamento, a fim de constatar se ao ser tocado, o botão conduziria a informação para a placa eletrônica. Através da Figura 56, é possível observar que no momento em que o botão é tocado, ele transmite a informação para a placa eletrônica, que confirma o recebimento da informação através do acendimento do led localizado na parte direita superior da imagem. Com isso, conclui-se que o funcionamento do botão condutivo foi satisfatório.

Figura 56: Teste de funcionamento do botão condutivo



Fonte: a autora (2022)

Após o teste do botão condutivo, foi realizado o teste da superfície com tinta condutiva. Para produzir a tinta, foi utilizado grafite em pó e tinta acrílica em cor preta, que foram misturados em quatro proporções diferentes, para testar a resistência de cada uma, como demonstrado no Quadro 19. Ao medir a resistência por meio de um multímetro, é perceptível que quanto maior a concentração de grafite, menor será a resistência — o que acarreta em uma melhor condução ao toque. Apesar disto, também foi constatado que em lugares diferentes da mesma área pintada, existem resistências diferentes, o que ocasiona uma grande variação de condução em um mesmo botão. Por isto, a alternativa foi descartada para utilização.

Quadro 19: Testes da tinta condutiva

Teste de Botão	Quantidade de Tinta e Grafite	Resistência em Ohm (Ω)
Botão Condutivo	12 ml de tinta + 12 g de grafite em pó	Média de 400 Ω
	15 ml de tinta + 12 g de grafite em pó	Média de 500 Ω
	18 ml de tinta + 12 g de grafite em pó	Média de 1.400 Ω
	24 ml de tinta + 12 g de grafite em pó	Média de 30.000 Ω

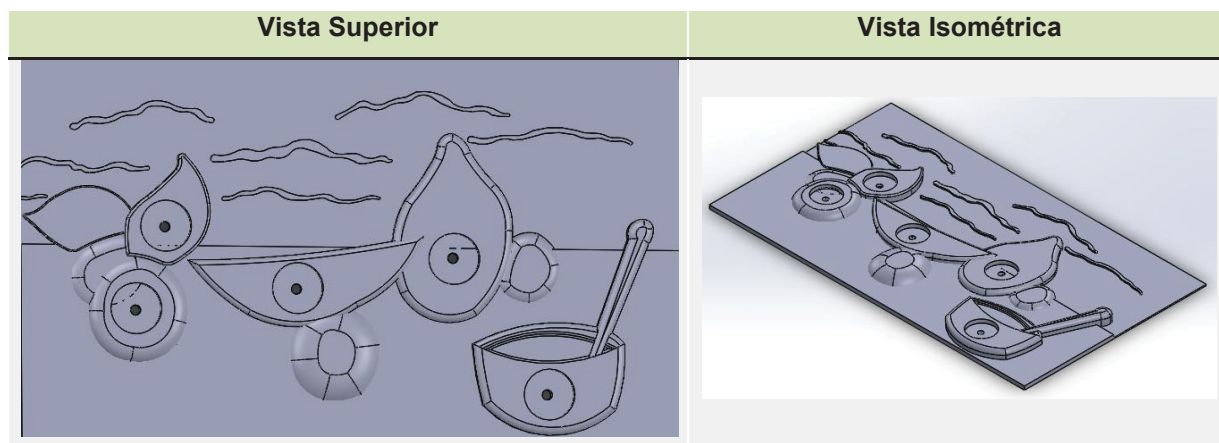
Fonte: a autora (2022)

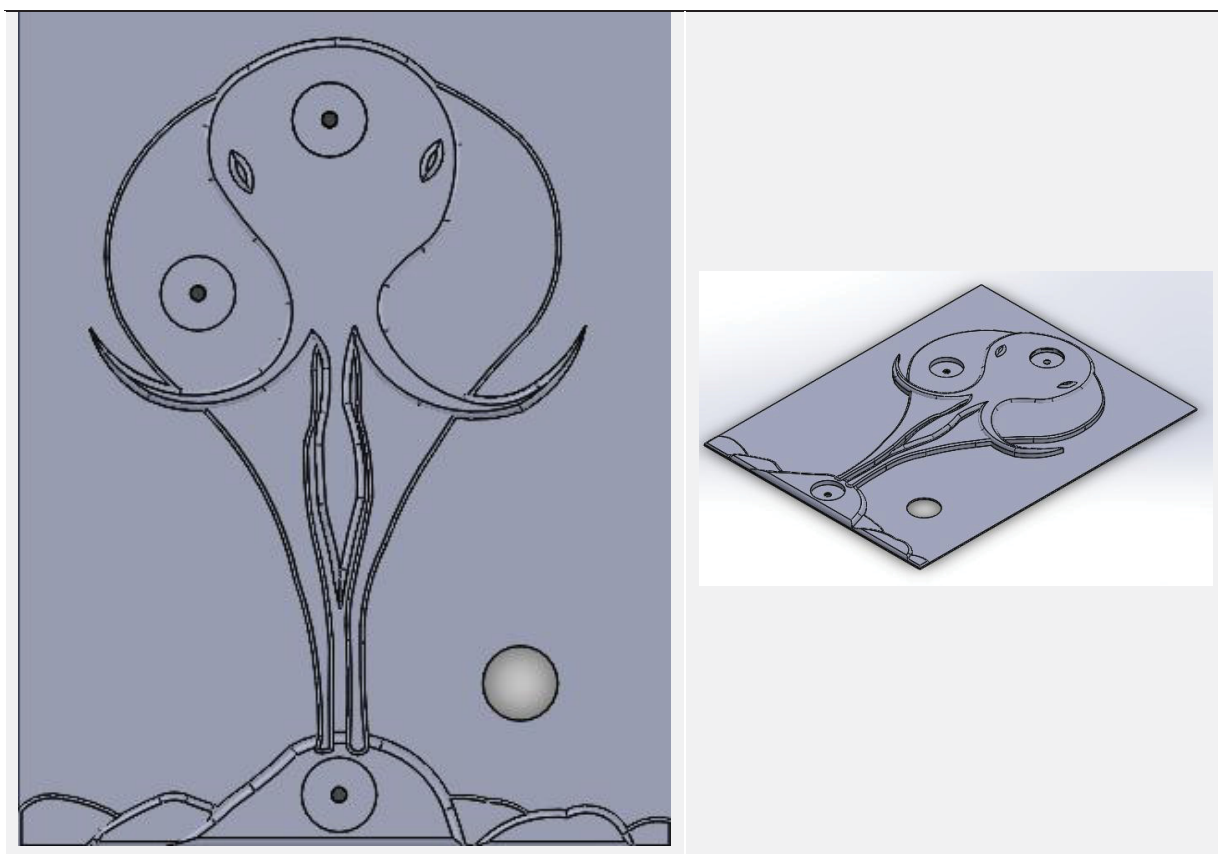
Desta forma, entre as duas alternativas testadas, foi escolhido o botão condutivo para a categoria de “Descrição dos Objetos”.

5.3.2.3 Modelagem e Impressão 3D Final

Após os testes de modelagem, impressão 3D e dos botões, foi possível chegar à alternativa final de modelagem e impressão 3D. A partir do passo a passo desenvolvido até o momento, foram aplicados os resultados obtidos também na segunda imagem selecionada, “Sem Título”, de Franklin Cascaes. O Quadro 20 demonstra as modelagens digitais finalizadas, já com o recorte necessário para posterior inserção dos botões condutivos. Os pequenos furos desenvolvidos no local onde serão colocados os botões têm como objetivo passar os fios que serão soldados no material condutivo, permitindo assim que o toque seja reconhecido pela placa eletrônica.

Quadro 20: Modelagens Digitais Finais





Fonte: a autora (2022)

Respeitando a diretriz de tamanho máximo da imagem audiotátil como um tamanho que tenha a dimensão de duas mãos abertas, definiu-se que o tamanho total da imagem deveria ser baseado no tamanho de uma folha A4, totalizando a medida de 21 x 30 cm. Tendo em consideração outros elementos que compõe a imagem audiotátil, descritos nos próximos tópicos, as imagens foram modeladas nas seguintes dimensões, respeitando a proporção natural das obras: 14,8 x 25,8 cm (obra “Composição”) e 22,5 x 17,5 cm (obra “Sem Título”).

Para a impressão 3D, foi necessário dividir as duas imagens ao meio, em razão do tamanho da mesa da impressora 3D. As partes posteriormente foram coladas, na etapa de Pós-processamento (tópico 5.3.2.5). Neste momento, foram definidos os principais parâmetros da impressão 3D final, assim como das peças estruturais para o botão de clique:

- **Espessura da Camada:** 0,2mm;
- **Espessura da Primeira Camada:** 0,3mm;
- **Preenchimento do Modelo:** 15%

- **Tipo de preenchimento:** retilíneo;
- **Velocidade de Impressão para Perímetros:** 45 mm/s;
- **Velocidade de Impressão para Preenchimentos:** 70mm/s;
- **Temperatura de Impressão:** 210°;
- **Temperatura de Impressão da Mesa:** 60°.

Em seguida, foram realizadas as impressões das obras “Composição” (Figura 57), ‘Sem Título” e a estrutura do botão de clique, conforme os parâmetros estabelecidos.

Figura 57: Impressão 3D final da obra “Composição”



Fonte: a autora (2022)

Também foram impressos os 9 botões condutivos, respeitando os seguintes parâmetros de impressão:

- **Espessura da Camada:** 0,1 mm;
- **Espessura da Primeira Camada:** 0,2mm;
- **Preenchimento do Modelo:** 30%;
- **Tipo de Preenchimento:** retilíneo;
- **Velocidade de Impressão para Perímetros:** 45 mm/s;
- **Velocidade de Impressão para Preenchimentos:** 70 mm/s;
- **Temperatura de Impressão:** 250°;
- **Temperatura de Impressão da Mesa:** 90°.

Ao mesmo tempo em que foi feita a impressão final, também foi realizada a Caixa Base da imagem audiotátil.

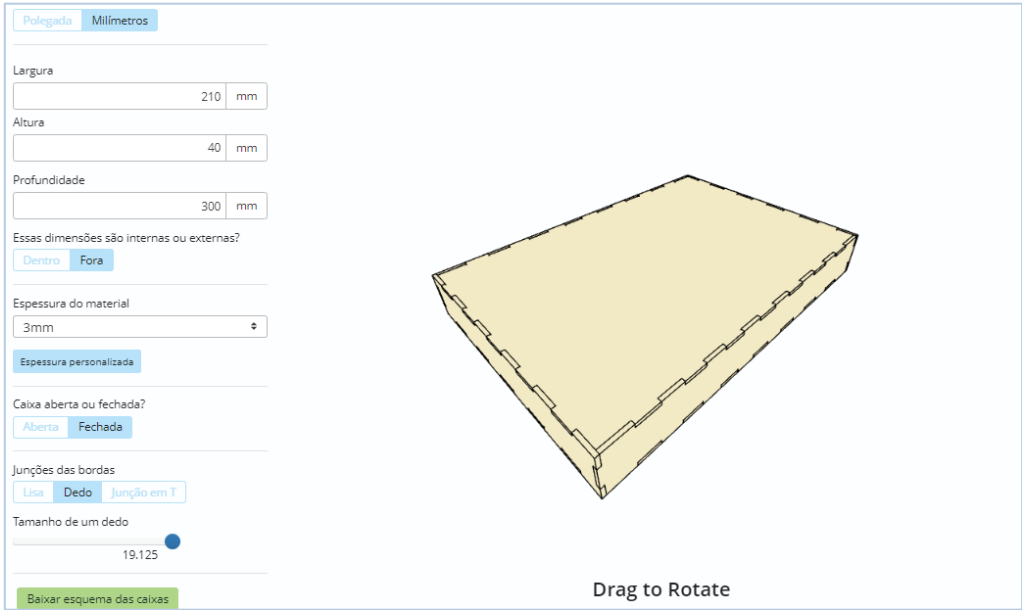
5.3.2.4 Caixa Base

Durante a definição dos botões e da impressão 3D, percebeu-se a necessidade de confeccionar uma caixa que atuasse como base para a obra, além de abrigar a placa eletrônica e sensores necessários para os estímulos táteis em sua parte interna. Desta forma, o usuário cego não teria distrações táteis por ter contato com outros objetos que não fazem parte da obra.

Assim sendo, foram desenvolvidas duas caixas base, sendo uma para obras em orientação vertical e outra para orientação horizontal. Ambas as versões foram realizadas através de duas ferramentas: Plataforma Online MakerCase e o *software* Illustrator.

A primeira ferramenta (www.makercase.com/#/basicbox) foi utilizada para gerar os planos que compõe a caixa, para que ela fosse cortada a laser em um momento posterior. A plataforma possui ferramentas onde são escolhidas largura, profundidade, altura, espessura do material e o tipo de junção da caixa. Desta forma, foram preenchidos os dados necessários, como demonstra a Figura 58. Após o término da geração da caixa, foi feito o *download* do arquivo.

Figura 58: Etapa 01 do desenvolvimento da caixa base – Plataforma Digital MakerCase



Polegada Milímetros

Largura 210 mm

Altura 40 mm

Profundidade 300 mm

Essas dimensões são internas ou externas?

Dentro Fora

Espessura do material 3mm

Espessura personalizada

Caixa aberta ou fechada?

Aberta Fechada

Junções das bordas Lisa Dedo Junção em T

Tamanho de um dedo 19.125

Baixar esquema das caixas

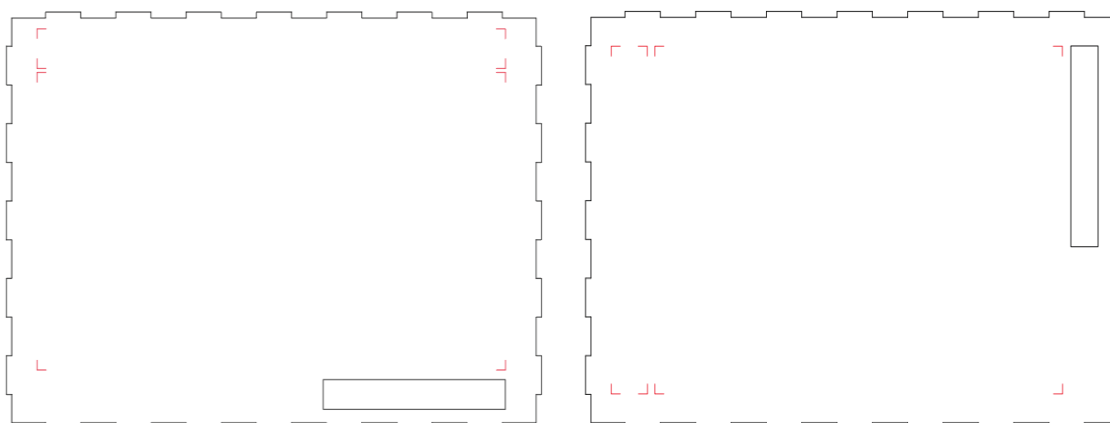
Drag to Rotate

Fonte: a autora (2022)

A partir disto, foi editado o plano superior das caixas no Illustrator, onde foram feitas as marcações e áreas de corte (Figura 59). Em ambas as orientações, a superfície da parte superior foi dividida em:

- **Marcações:** espaço máximo para título e nome do autor em Braille e espaço máximo para a impressão tridimensional das obras (linhas vermelhas);
- **Cortes:** espaço destinado aos botões de clique e sua estrutura de sustentação (linhas pretas).

Figura 59: Etapa 02 do desenvolvimento da caixa base – *software* Illustrator



Fonte: a autora (2022)

Com todos os planos prontos, foi feito corte a laser em MDF 3mm e o encaixe das peças. Com todos os itens táteis e estruturais desenvolvidos, iniciou-se a etapa de pós-processamento.

5.3.2.5 Pós-processamento

Na etapa de pós-processamento foi feito o tratamento da superfície do objeto impresso, com o objetivo de garantir a segurança do usuário, além de assegurar que as formas sejam distinguíveis entre si. O processo feito para as peças com impressão 3D (Quadro 21) envolveu seis atividades, sendo elas: remoção de saliências indesejadas; junção das peças; vedação de pequenas partes ocas; impermeabilização; pintura; e envernizamento das peças.

No que concerne à pintura das imagens audiotáteis, a obra “Composição” foi pintada com tinta acrílica e a obra “Sem Título”, foi realizada com desenho em cima da superfície, através de lápis 6B, deixando assim sua aparência mais próxima da obra original. Ressalta-se que os botões impressos em material condutivo não podem passar pela etapa de pós-processamento, para não perderem sua função condutiva.

Quadro 21: Processo de pós-processamento

Atividades desenvolvidas	Materiais utilizados
Remação de saliências indesejadas	Lixas
Junção das peças	Cola instantânea
Vedação de pequenas partes ocas	Massa Corrida
Impermeabilização	Base seladora e pincel
Pintura	Tinta acrílica e pincel
Envernizamento	Verniz Acrílico Fosco e pincel

Fonte: a autora (2022)

A caixa base de MDF também passou por alguma das atividades do processo de pós-processamento, sendo elas: retirada de saliências indesejadas; junção das peças; pintura; e envernizamento.

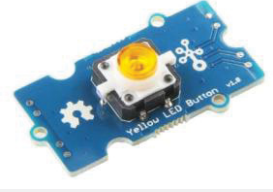
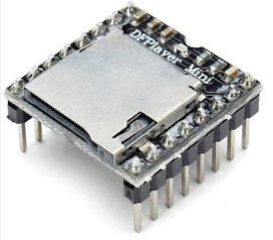
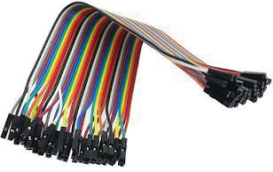
Com a finalização da parte tátil e estrutural da imagem audiotátil por meio do pós-processamento, foi iniciada a programação da placa eletrônica, que conferirá os estímulos auditivos.

5.3.3 Programação da Placa Eletrônica

Na etapa da Programação da Placa Eletrônica, foram definidos a placa eletrônica e itens complementares, além da realização da programação. É a partir dos itens selecionados e da programação, que a audiodescrição será acionada através do toque, conferindo os estímulos auditivos da imagem audiotátil.

Primeiramente, foi feita a seleção da placa eletrônica e seus acessórios (Quadro 22), a partir de critérios como a disponibilidade do material, conhecimento da autora sobre a tecnologia, custo dos itens e a possibilidade de utilização em conjunto com a impressão 3D. A quantidade citada é relativa à produção de uma imagem audiotátil. No que concerne à necessidade de um baixo custo da imagem audiotátil, considera-se que os itens selecionados nesta etapa cumprem com esta recomendação, a partir do momento em que as alternativas demonstradas no capítulo 3 possuem um preço mais elevado.

Quadro 22: Itens utilizados

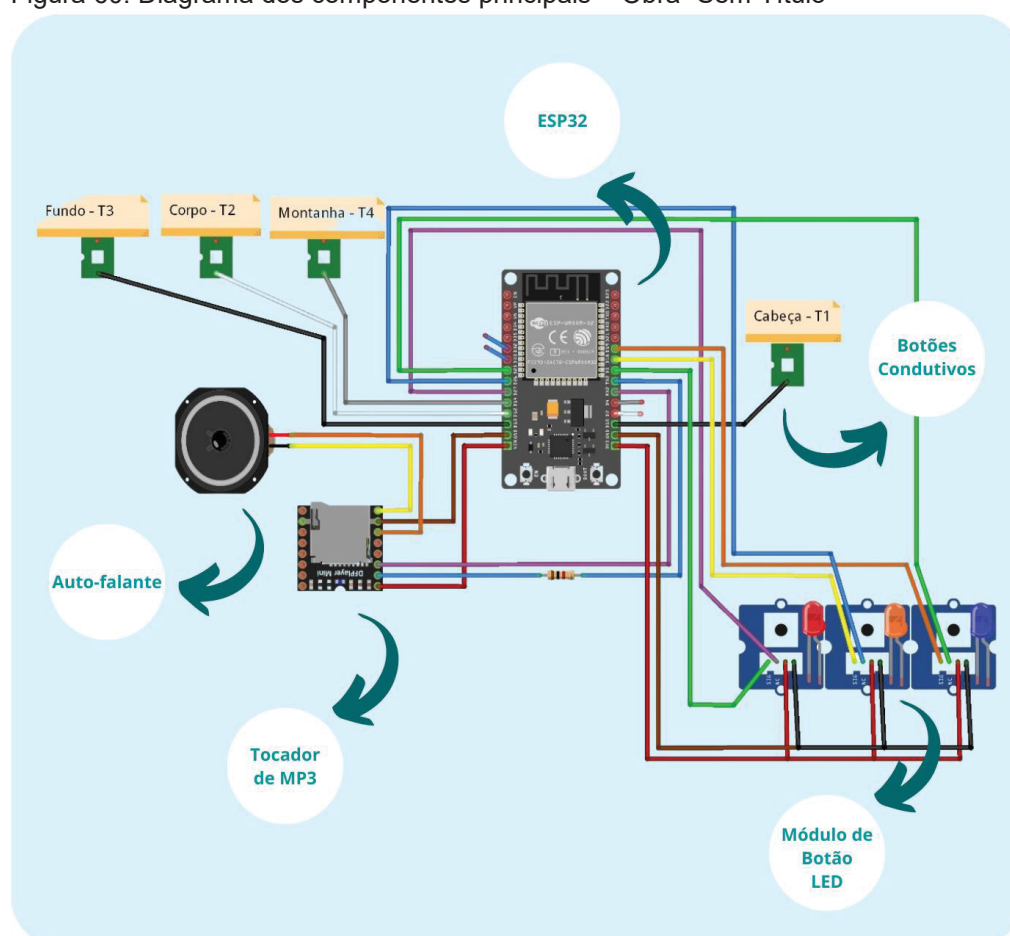
Nome	Fotos	Valor
Placa ESP 32		R\$ 37,00
Módulo de Botão LED Grove (3 unidades)		R\$ 32,70
Auto-falante		R\$ 00,00 (objeto de descarte)
Tocador de MP3 WAV dfplayer Player mini		R\$ 12,00
Cartão de Memória Micro com 2G		R\$ 00,00 (objeto de descarte)
Barra de Pinos Mini 2.0 Fêmea		R\$ 2,00
20x Fios Femea-Femea 20 cm Dupont		R\$ 7,00

Cabo mini USB e Fonte		R\$ 30,00
Valor Total:		R\$ 120,00

Fonte: a autora (2022)

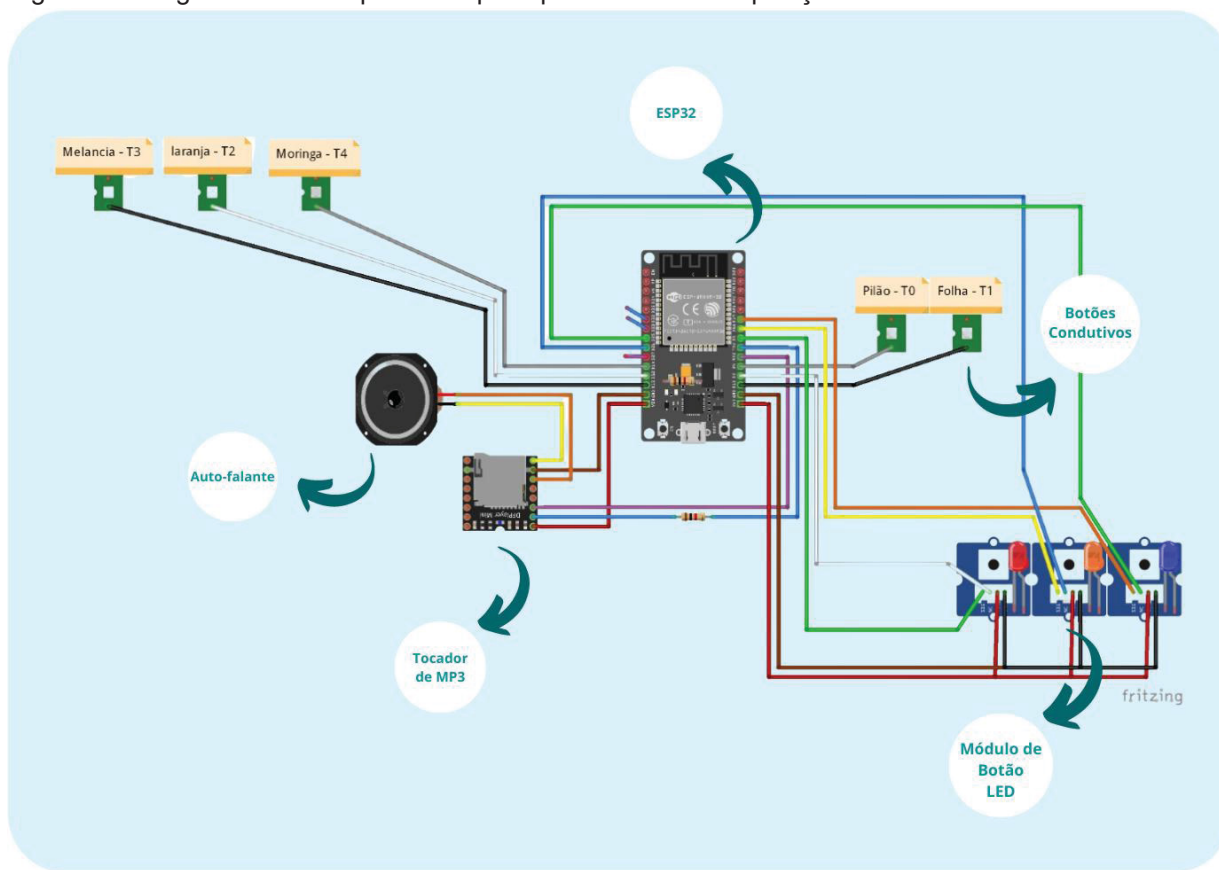
Com os itens selecionados, foi possível fazer a conexão entre eles, configurando seu funcionamento. Os botões condutivos e botões de clique funcionam como a entrada de informações, enquanto o tocador de MP3 e o alto-falante proporcionam a saída da informação, através dos áudios. Para ligar a imagem audiotátil, foi utilizado um carregador de celular (cabo mini USB + fonte). As Figuras 60 e 61 demonstram esta junção dos itens.

Figura 60: Diagrama dos componentes principais – Obra “Sem Título”



Fonte: a autora (2022)

Figura 61: Diagrama dos componentes principais – Obra “Composição”



Fonte: a autora (2022)

Por fim, foi realizada a programação (Apêndice 10) no *software* gratuito Arduino 1.8.10. Por meio da escrita do código, foi possível o processamento das informações de entrada e saída pela placa eletrônica, conferindo o funcionamento adequado de acordo com o esperado.

Com toda a programação configurada, foram gravados os áudios que compõe a imagem audiotátil, através da audiodescrição.

5.3.4 Audiodescrição

A audiodescrição foi realizada por meio de cinco passos: observação da imagem estática; elaboração do roteiro; ensaio para a gravação; revisão da gravação; e gravação do roteiro. Como descrito no capítulo de metodologia, este processo foi realizado por duas pessoas, sendo uma delas a autora e a outra, o

especialista em audiodescrição Ednilson Sacramento, que revisou o conteúdo das gravações.

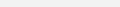
Por meio da observação da imagem, foi feito o roteiro preliminar, que posteriormente foi revisado pelo profissional correspondente. A revisão explicitou pontos de melhora, com o objetivo de tornar a audiodescrição mais objetiva e sintética, retirando palavras e informações redundantes e desnecessárias. Após a revisão, foram feitas as devidas correções, gerando as audiodescrições finais, que foram salvas em arquivo MP3 e inseridas no cartão de memória do Tocador MP3.

Além das audiodescrições das obras, também foram inseridos mais dois áudios nos botões de clique, “Sobre o Artista” e “Curiosidades”, completando assim a categoria de “Informações da Obra” (Quadro 23), definida anteriormente no tópico 5.3.2.2.

Quadro 23: Áudios da Categoria “Informações da Obra”

Obra	Botões	Versão Inicial	Versão Final	Duração Final
“Composição”	Botão de Clique 01 (azul) – Audiodescrição da obra	O quadro “Composição” do artista Rodrigo de Haro é uma natureza morta com orientação paisagem, na horizontal, com vista frontal. Está dividido em dois planos principais. O plano mais próximo está uma mesa, com frutas e objetos. Do lado esquerdo para o direito, é possível encontrar uma laranja de cor amarela e laranja, um limão de cor verde com suas folhas de cor verde claro, uma fatia de melancia de cor vermelha, outra laranja com tons de amarelo e laranja, uma moringa feita de barro, um limão verde e, ao lado	O quadro “Composição” do artista Martinho de Haro é uma natureza morta, com orientação paisagem, em vista frontal. Está dividido em dois planos. No plano mais próximo, está uma mesa com frutas e objetos. Do lado esquerdo para o direito, encontra-se uma laranja de cor amarela e laranja; um limão de cor verde com suas folhas de cor verde claro; uma fatia de melancia em cor vermelha; outra laranja com tons de amarelo e laranja; uma moringa; um limão verde e ao lado direito, mais próximo do espectador, um pilão amarelo com um socador preto. Ao fundo, está o mar em tons azuis e verdes, com cinco ondas,	47 segundos

		direito, mais próximo do espectador, um pilão amarelo com um socador preto. Ao fundo, é possível identificar o mar em tons azuis e verdes, com cinco ondas, ocasionando uma espuma branca onde as ondas quebram.	ocasionando uma espuma branca onde as ondas quebram.	
	02 (amarelo) – Sobre o Artista		Martinho de Haro é pintor, desenhista e muralista. Nasceu na cidade de São Joaquim, Santa Catarina, em 1907. Estudou na Escola Nacional de Belas Artes do Rio de Janeiro e com Otto Friesz em Paris. Devido ao início da guerra, retorna à sua cidade natal em 1939, permanecendo até o ano de 1944, quando se muda para Florianópolis, cidade em que vive até seu falecimento em 1985.	29 segundos
	03 (vermelho) - Curiosidades		Martinho de Haro é pai de Rodrigo de Haro, artista reconhecido, nascido durante a estadia de Martinho em Paris. Rodrigo foi poeta, musaicista e artista. Seus trabalhos mais reconhecidos são seus mosaicos instalados na Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis.	18 segundos
Sem Título	01 (azul) – Audiodescriçã o da obra	A obra do artista Franklin Cascaes retrata em seu primeiro plano um animal fantástico sobre montanhas. O desenho feito com hachuras em grafite, ou seja, linhas que	A obra “Sem Título”, do artista Franklin Cascaes, retrata um animal fantástico, sobre montanhas, na orientação retrato. O desenho feito com hachuras em grafite, ou seja, linhas que formam volumes,	30 segundos

		formam volumes, está localizado no centro da imagem de orientação retrato, tendo fortes contrastes através de luz e sombra. O animal está em vista frontal e lembra um elefante, sem as orelhas, com duas grandes presas em marfim, uma de cada lado da cabeça. Seu corpo é de um grande formato oval, que vai afinando conforme desce para as pernas, lembrando o formato de funil. O animal está localizado no topo de uma montanha. Ao redor desta montanha, é possível identificar mais cinco morros, sendo dois ao lado esquerdo e três ao lado direito.	está localizado no centro da imagem, tendo fortes contrastes através de luz e sombra. O animal está em vista frontal e lembra um elefante sem as orelhas, com duas grandes presas de marfim. O corpo é de um grande formato oval, que vai afinando conforme desce para as pernas, lembrando o formato de um funil. O animal está localizado no topo de uma montanha e ao redor desta montanha, estão mais cinco morros, sendo dois do lado esquerdo e três do lado direito.	
	02 (amarelo) – Sobre o Artista		Franklin Cascaes nasceu em 16 de outubro de 1908, em Florianópolis. Desde sua infância desenhava utilizando carvão, moldava bonecos imitativos das imagens dos altares e miniaturas de animais de cerâmica feitos nas olarias. Durante 40 anos, pesquisou diversos temas envolvendo o homem do litoral catarinense e as comunidades pesqueiras da Ilha de Santa Catarina. O artista faleceu em 15 de março de 1983.	28 segundos
	03 (vermelho) - Curiosidades		O acervo de obras e pesquisas deixados pelo artista encontra-	11 segundos

			se hoje no Museu Universitário Professor Oswaldo Rodrigues Cabral, na Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis.	
--	--	--	---	--

Fonte: a autora (2022)

Já a categoria “Descrição dos objetos” (Quadro 24), foi feita de forma distinta entre as duas imagens audiotáteis. Na obra “Composição”, onde os objetos apresentados são mais próximos do cotidiano das pessoas, foram adicionadas além da descrição dos objetos, informações sobre a origem ou história. Na obra “Sem Título”, por tratar-se de um animal fantástico e não fazer parte do cotidiano, foram mantidas apenas as descrições de cada parte da obra, retiradas da audiodescrição. O fato de ser possível utilizar áudios com diferentes informações também explicita a capacidade de adequar as gravações de acordo com a necessidade de ensino.

Quadro 24: Áudios da Categoria “Descrição dos objetos”

Obra	Botões	Versão Final	Duração Final
“Compo- sição”	Folha	A folha é a parte da planta especializada na captação de luz e trocas gasosas com a atmosfera para realizar a fotossíntese, transpiração, gutação e respiração.	13 segundos
	Laranja	A laranja é um fruto de origem híbrida, de forma circular. Sua história é tão longa como a história da humanidade, sendo originária da Índia, onde é conhecida como <i>nareng</i> .	12 segundos
	Melancia	A melancia é uma fruta originária da Ásia, porém sua domesticação só ocorreu na África Central, há mais de cinco mil anos atrás. Foi trazida ao Brasil por negros de origem Banto e Sudanês durante o processo de escravidão.	14 segundos
	Moringa	A moringa de barro é utilizada para armazenar a água, mantendo o líquido sempre fresco. As moringas produzidas no Brasil, são resultado de objetos confeccionados há muito tempo pela cultura indígena e africana.	14 segundos
	Pilão	O pilão é um utensílio culinário de origem africana que tem como objetivo moer alimentos.	6 segundos
“Sem Título”	Cabeça	Esta é a cabeça do animal, com dois olhos, dentes de marfim e uma larga tromba.	6 segundos

	Corpo	Este é o corpo do animal, que se inicia grande e corpulento e vai afunilando em direção às patas.	6 segundos
	Fundo	Este é o fundo do desenho, totalmente em branco.	4 segundos
	Montanhas	Esta é a montanha em que está localizado o animal.	4 segundos

Fonte: a autora (2022)

Com o término da etapa de audiodescrição, iniciou-se a última etapa da Fase 3: Finalização.

5.3.5 Finalização

Nesta última etapa, foram feitos os últimos ajustes para o funcionamento da imagem audiotátil. Desta forma, foram instalados os componentes eletrônicos dentro da caixa base, onde os botões condutivos foram soldados em fios, interligando-se à placa eletrônica e seus acessórios. Neste momento também foram confeccionados e colados na imagem audiotátil os textos em Braille, produzidos a partir de papel e deposição de material. As informações adicionadas em Braille são:

- **Parte superior da imagem audiotátil:** título e nome do artista de cada obra (“Composição – Martinho de Haro” e “Sem Título – Franklin Cascaes”).
- **Na parte inferior, ao lado dos botões de clique:** letras que simbolizam o conteúdo auditivo de cada botão de clique, sendo: letra O (descrição da obra), letra A (artista) e letra C (curiosidades). Esta parte foi feita de igual forma nas duas imagens audiotáteis.

Por último, foram feitos os detalhes faltantes, como um furo lateral para a saída do cabo mini USB e na parte lateral superior, foram feitos alguns furos com o objetivo de fazer a saída do som (Figura 62).

Figura 62: Furos laterais para a saída de som



Fonte: a autora (2022)

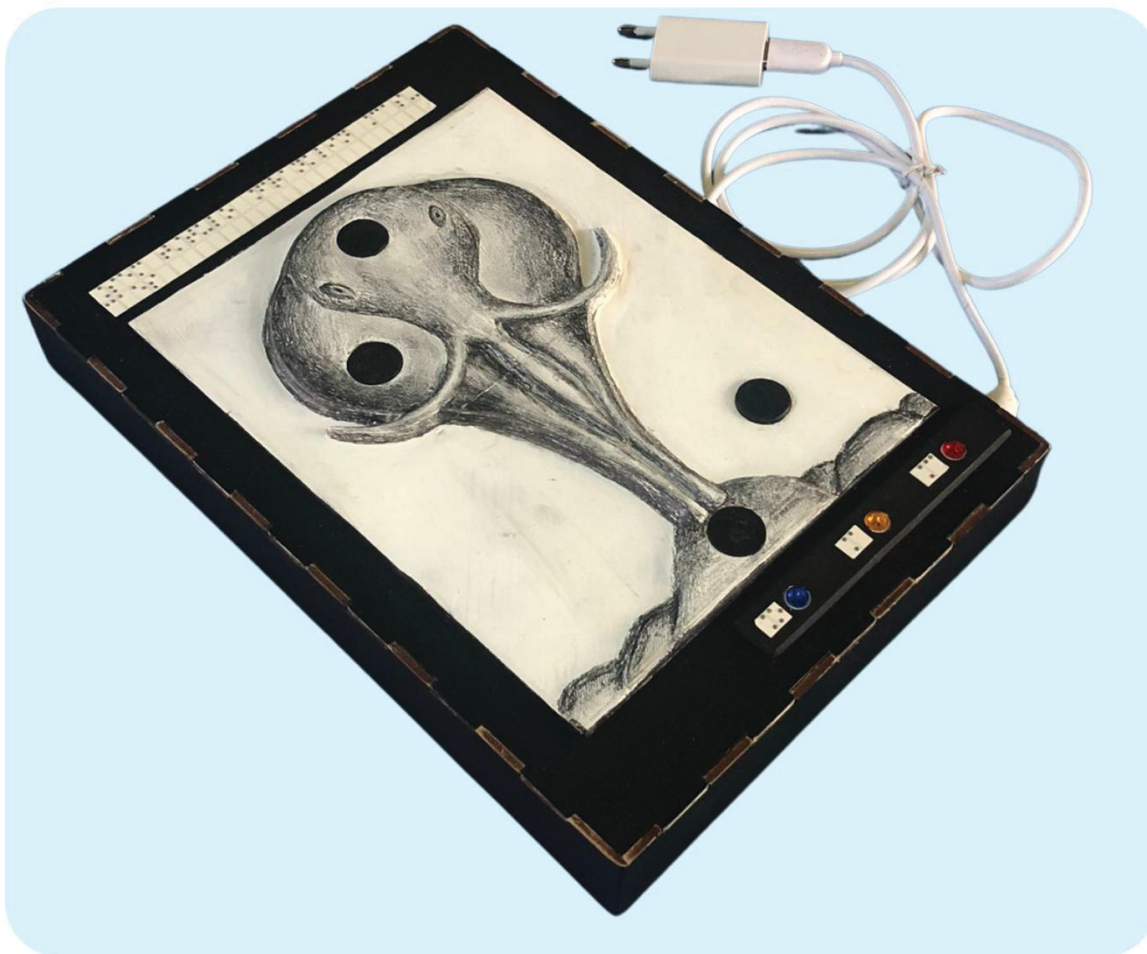
Em seguida, apresenta-se as imagens audiotáteis finalizadas (Figura 63 e 64).

Figura 63: Imagem audiotátil da obra “Composição” finalizada



Fonte: a autora (2022)

Figura 64: Imagem audiotátil da obra “Sem Título” finalizada



Fonte: a autora (2022)

A descrição técnica exposta até o momento, incluindo utilização de *softwares*, parâmetros de impressão e todo o passo a passo do desenvolvimento das imagens táteis, teve como objetivo a possibilidade de replicação dos protótipos para os demais profissionais que atuem com acessibilidade.

Em conclusão, a Fase 3 foi encerrada, dando início à fase de avaliação.

5.4 AVALIAÇÃO

Na Fase 4, de avaliação, foram desenvolvidos testes de compreensão com pessoas com deficiência visual, com o objetivo de avaliar as imagens audiotáteis desenvolvidas, cumprindo assim o objetivo específico 4: **“Avaliar a aplicabilidade das imagens audiotáteis produzidas com pessoas com deficiência visual”**. Apesar desta pesquisa ser direcionada às pessoas cegas, os testes também foram

realizados em pessoas com baixa visão, com o objetivo de avaliar a usabilidade do material por diferentes tipos de deficiência visual, garantindo assim a acessibilidade do maior número de pessoas possível.

A fase foi dividida em 4 etapas: seleção dos usuários; aplicação do teste de compreensão; tabulação dos dados; e análise dos dados.

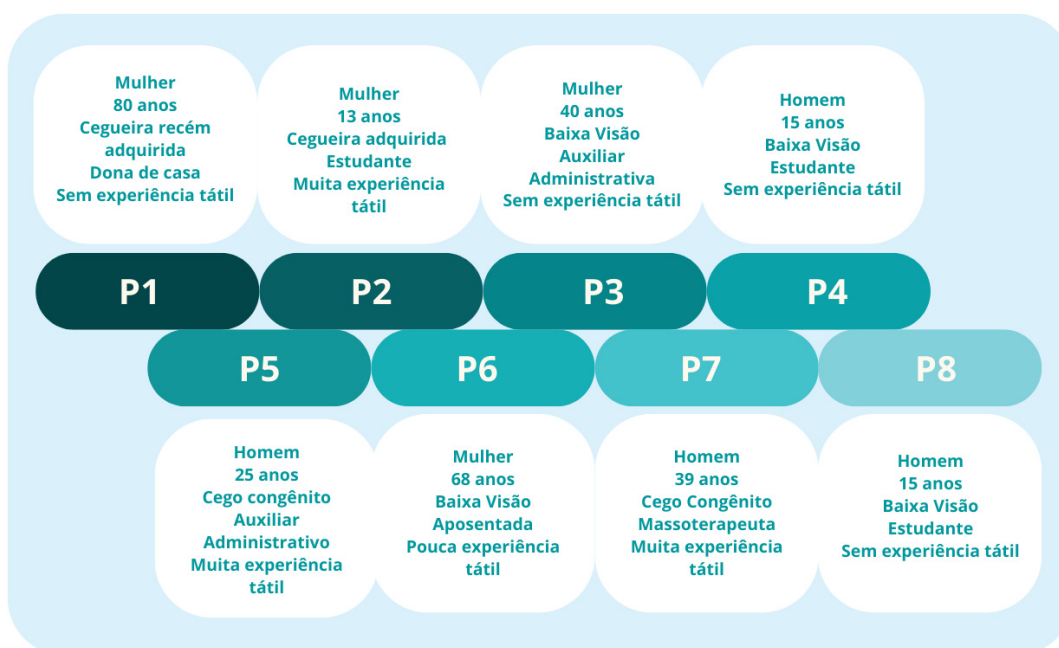
A amostra do estudo é não probabilística, conforme descrito no capítulo 4, Método de Pesquisa. Os participantes voluntários são pertencentes às seguintes instituições: FACE e Biblioteca Pública do Paraná, na Sessão Braille, ambas na cidade de Curitiba. Inicialmente, foram estabelecidos os critérios de seleção:

- Pessoas com deficiência visual, independentemente de ser congênita ou adquirida;
- Independente de gênero;
- Independente da experiência tátil dos usuários;
- Que esteja cursando ou tenha finalizado o Ensino Fundamental;
- Independente de idade, desde que atendam os critérios anteriores.

A partir disto, foram selecionados oito participantes, que atenderam aos critérios de seleção estabelecidos. Além disto, é importante mencionar que todos os participantes maiores de 18 anos consentiram com os testes mediante leitura e assinatura do TCLE do Teste de Compreensão (Apêndice 11 e 12, a depender da instituição realizada). Em caso de participantes menores de idade, foi necessária a assinatura de dois documentos: o responsável legal assinou o TCLE para Pais e Responsáveis (Apêndice 13) e os participantes entre 12 e 18 anos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (Apêndice 14). Conjuntamente com a elaboração dos TCLEs e TALE, foi elaborado o Protocolo do Teste de Compreensão, disponível no Apêndice 15.

Em seguida, a Figura 65 mostra o perfil dos voluntários para o teste de compreensão. Para proporcionar o anonimato dos participantes, seus nomes foram trocados por códigos, onde a letra “P” significa participante. Os testes foram realizados por 4 mulheres e 4 homens, com idades entre 13 e 80 anos, sendo 4 pessoas cegas e 4 com baixa visão, a maioria com nenhuma experiência tátil.

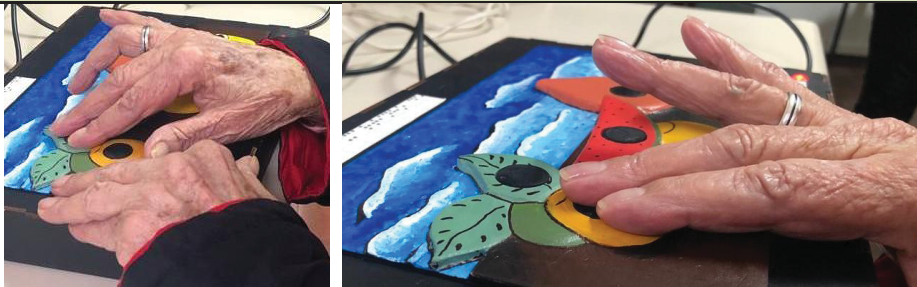
Figura 65: Perfil dos Participantes do Teste de Compreensão

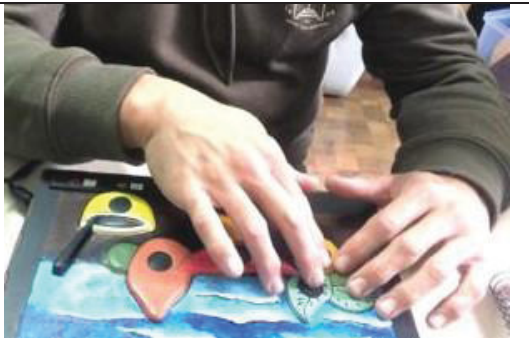


Fonte: a autora (2022)

Desta forma, o teste de compreensão foi aplicado nas duas imagens audiotáteis por cada um dos oito participantes, gravado em vídeo e, em seguida, seus dados foram tabulados e analisados. O Quadro 25 expõe alguns registros fotográficos dos testes enquanto o Quadro 26 mostra os resultados dos testes de forma individual, por cada participante:

Quadro 25: Registros fotográficos dos testes de compreensão

Participante	Fotos
P1	
P2	

P3		
P4		
P5		
P6		
P7		



Quadro 26: Resultado do Teste de Compreensão

Participante	Pontos Positivos	Pontos Negativos	Sugestões	Observações da Pesquisadora
P1	- Curiosidades contidas nos botões condutivos da imagem audiotátil “Composição”; - Boa sensibilidade ao toque; - Facilidade de Uso; - Volume do áudio.	_____	_____	- Encontrou os botões condutivos pela textura; - Guiou-se tatilmente a partir das descrições dos áudios.
P2	- Sensibilidade ao toque; - Leitura do Braille - Volume do áudio; - Facilidade de Uso; - O fato de ter áudio em conjunto com o tátil.	- O botão condutivo é muito sensível, o que faz ativar muito fácil; - Altura baixa do Braille; - Textura da caixa parecida com a da obra.	- Utilizar mais botões como de clique; - Utilizar o Braille fabricado por pressão; - Modificar a textura da caixa, para não existir equívocos entre a caixa e a impressão 3D.	- Só formou a imagem mental do animal fantástico da obra “Sem Título” pela audiodescrição da obra.
P3	- Sensibilidade ao toque; - Facilidade de Uso; - Todas as informações dadas em áudio são bem esclarecidas e diretas.	- Volume do áudio um pouco baixo; - Falta de título e nome da obra escrito, além da utilização do Braille.	- Utilização de um fone de ouvido; - Colocar um botão condutivo nos olhos do animal fantástico na imagem audiotátil “Sem Título”; - Colocar botões condutivos em todos os objetos da imagem audiotátil “Composição”;	- Pessoas com baixa visão diferenciaram facilmente os botões condutivos das demais partes da obra, por ter sido feito em cor contrastante (Preto).

			- Colocar próximo ao Braille, o nome da obra e artista escritos.	
P4	- Facilidade para ativar o botão condutivo; - Facilidade de uso; - Sensibilidade ao toque; - Volume do áudio adequado.	- Botão de clique demorou muito para ativar; - O áudio parecia um pouco distorcido.	- Botar a dimensão da obra original na audiodescrição; - Mostrar as dimensões entre um elemento e outro da imagem; - Adicionar o controle do volume do áudio.	- A demora pela ativação do botão de clique causou impaciência.
P5	- Sensibilidade ao toque; - Volume do Áudio; - Facilidade de Uso; - Acredita que tenha muita aplicação prática dentro de escolas; - A junção do áudio com o tátil facilitou muito a formação da imagem mental das obras (em comparação com a utilização de só um dos sentidos).	- Braille com pouca altura; - Texto em Braille cortada muito rente aos pontos; - Linhas de Braille muito próximas; - Demora na ativação do áudio do botão de clique; - O botão condutivo é muito sensível, o que faz ativar muito fácil.	- Poderiam ser feitas diferentes texturas para diferenciar os objetos (ex: textura de casca de laranja onde está a laranja na imagem audiotátil “Composição”); - Refazer o Braille no sistema de Pressão; - Deixar uma borda ao cortar os textos em Braille; - Adicionar o controle do volume do áudio; - Não repetir tantas vezes a palavra “cor” na audiodescrição da imagem audiotátil “Composição”; - Utilizar materiais diversos para adicionar texturas ao tátil; - Retirar as letras em Braille ao lado do botão de clique (não há necessidade).	- O participante possui muita experiência com Braille; - A audiodescrição e os outros áudios ajudaram muito o participante a se guiar pelos elementos táteis; - Preferiu mais a imagem audiotátil “Sem Título” pela objetividade dos áudios dos botões condutivos.
P6	- Sensibilidade ao toque; - Volume do áudio; - Facilidade de Uso; - O contraste o preto com branco na imagem audiotátil “Sem Título” facilitou muito para encontrar os botões condutivos (participante	- O botão de clique demora muito para ativar. - Áudio um pouco abafado;	- Adicionar o controle do volume do áudio; - Colocar o botão condutivo em todos os objetos da imagem audiotátil “Composição”.	- A participante só conseguiu reconhecer as formas da imagem audiotátil “Sem Título” através dos áudios”.

	com baixa visão); - O áudio ajuda muito para identificar as formas; - Os botões são facilmente identificáveis; - Curiosidades contidas na imagem audiotátil “Composição”. - Audiodescrição muito bem feita, o que auxiliou a reconhecer as formas, principalmente na imagem audiotátil “Sem Título”;			
P7	- Audiodescrição das obras; - Volume do áudio; - Facilidade de uso; - O trabalho como um todo, por utilizar-se do tato e do áudio, o que ajudou a identificação das formas.	- O botão de clique demora em ativar; - Textura do botão condutivo parecida com a da impressão 3D; - Braille irreconhecível.	- Deixar mais espaço entre o Braille e a impressão 3D; - A diferença de altura dos elementos deve ser maior; - Utilizar o Braille fabricado com sistema de pressão; - Adicionar o controle do áudio.	_____
P8	- Sensibilidade ao toque; - Facilidade de uso; - Curiosidades da imagem audiotátil “Composição”; - Audiodescrição bem estruturada; - Boa diferenciação entre a altura dos objetos nas duas imagens;	- Volume do áudio baixo; -- O botão condutivo é muito sensível, o que faz ativar muito fácil.	- Adicionar o controle do volume do áudio.	_____

Fonte: a autora (2022)

De forma geral, os testes realizados foram considerados positivos do ponto de vista da satisfação na experiência de uso de um material audiotátil. Entretanto,

alguns pontos negativos foram levantados pelos participantes, bem como pela pesquisadora:

- Botão condutivo ativa muito facilmente, o que pode conduzir ao erro;
- Braille irreconhecível pela grande maioria dos participantes cegos devido a: altura baixa do Braille; e texto em Braille muito rente aos pontos da cela Braille.
- Pequena distorção do áudio devido a pouca saída do som de dentro da caixa;
- Falta do título e nome do artista escritos em conjunto com o Braille na parte superior da imagem audiotátil;
- Demora na ativação do botão de clique;
- Volume do áudio baixo (em alguns dos testes era possível escutar um barulho muito forte da chuva no espaço exterior, o que influenciou no volume dos áudios para alguns participantes).

Já os principais pontos positivos segundo os participantes e a pesquisadora foram:

- Curiosidades contidas nos botões condutivos da imagem audiotátil “Composição”;
- Boa sensibilidade ao toque;
- Facilidade de uso de todos os participantes após a explicação inicial;
- Volume do áudio adequado;
- Fato de juntar os estímulos táteis aos auditivos;
- Áudios com informações objetivas;
- Contraste alto dos elementos na imagem audiotátil “Sem Título”, o que facilitou a leitura dos participantes com baixa visão;
- Boa diferenciação entre os objetos contidos nas imagens audiotáteis.

Como ponto a destacar, esperava-se que o áudio atuasse como complementar ao tátil, porém observou-se que o áudio atuou como guia para os elementos impressos em 3D, em igual condição de importância. Na imagem audiotátil “Composição”, a maioria dos participantes só conseguiu reconhecer as

formas dos objetos pela audiodescrição e pelos áudios de descrição das partes. Esta proporção é maior na imagem audiotátil “Sem Título”, onde todos os participantes só reconheceram as formas através dos áudios. Isto se deve principalmente pelo motivo de que a obra remete a um animal fantástico, longe da realidade dos participantes, onde o áudio ajudou a detalhar cada uma das partes do animal. Assim sendo, também acredita-se que quando a imagem é figurativa, existe uma maior identificação através do tato. Já quando a obra se demonstra mais abstrata ou com formas não tão conhecidas, as informações sonoras auxiliam mais na identificação que o tato de forma isolada.

Outro ponto percebido durante os testes foram as posturas e gestos típicos da interação pelo usuário cego, apontados por Shi, Zao e Azenkot (2017) e citados por Sanches (2021), exemplificados na Figura 13 (página 70), foram executados pelos participantes, tanto pelos cegos como os com baixa visão.

Por fim, foram ressaltadas as principais sugestões para a melhora dos protótipos, tanto da parte dos voluntários como da pesquisadora:

- Utilizar o Braille fabricado por pressão através da utilização de uma máquina de escrever especial, conhecida como Máquina Perkins, ao invés do utilizado nos protótipos;
- Colocar os botões condutivos em todos os objetos da imagem audiotátil (ex: na obra “Composição” na mesa e no mar; na obra “Sem Título” nos olhos do animal);
- Inserir a dimensão da obra original na audiodescrição;
- Adicionar um acessório que permita o controle do volume do áudio;
- Deixar uma borda em branco ao cortar os textos em Braille;
- Não repetir tantas vezes a palavra “cor” na audiodescrição da imagem audiotátil “Composição”.

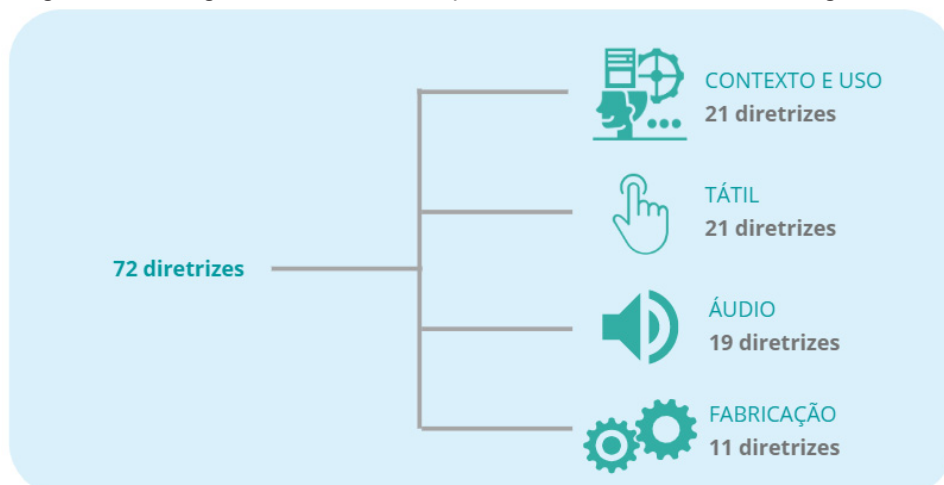
Com isto, encerrou-se a fase de avaliação e foram estabelecidas as diretrizes finais.

5.5 DIRETRIZES FINAIS

A partir dos dados compilados nas fases de tradução audiotátil e avaliação, foi possível atualizar as diretrizes propostas na Fase 2. Para isto, algumas diretrizes foram modificadas e retiradas, além da proposição de novas diretrizes para a tradução de imagens bidimensionais a imagens audiotáteis, atualizando para sua versão final.

Por fim, foram totalizadas 72 diretrizes (Figura 66), divididas em quatro categorias: Contexto e Uso (21 diretrizes); Tátil (21 diretrizes); Áudio (19 diretrizes); e Fabricação (11 diretrizes).

Figura 66: Categorias das Diretrizes para o desenvolvimento de imagens audiotáteis – Versão Final



Fonte: a autora (2022)

Em seguida, são apresentadas as diretrizes finais organizadas de acordo com a sua categoria e a fonte de onde foram retiradas (Quadro 27).

Quadro 27: Diretrizes de tradução – Versão Final

Nº	Categoria	Recomendação	Fonte	Bibliografia
01	Contexto e Uso	As imagens devem ser confeccionadas com materiais resistentes , considerando o manuseio frequente pelos alunos.	RBA	- BEM; PUPO, 2015;
			RBS	- ARICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - BERBETZ, 2019; - BRENDLER <i>et al.</i> , 2014; - POHLMANN <i>et al.</i> , 2016.
			Tradução	- Processo de

			Audiotátil	desenvolvimento dos protótipos.
02	Contexto e Uso	Levar em consideração que a hierarquia de interação da imagem audiotátil segue: (1) Exploração Tátil; (2) Gestos táteis para ouvir áudios; Comandos de voz para ouvir informações adicionais.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
03	Contexto e Uso	As informações táteis e sonoras são complementares entre si . O tátil pode melhor representar informações espaciais – dimensão, forma, volumetria, texturas; e o áudio pode melhor retratar descrições – cores, expressões faciais, aspectos históricos, sonoplastia, exemplos de formas similares, ou outras informações onde relações espaciais não sejam importantes.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
04	Contexto e Uso	Sempre que possível, envolver os usuários no processo de criação das imagens audiotáteis, além dos educadores.	RBS	- POSCA, 2017; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019; - POHLMANN <i>et al.</i> , 2016; - MATATLA <i>et al.</i> , 2015; - PAGANO; MARTINS, 2014.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021;
			Entrevistas	- Especialista em Educação Artística.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
05	Contexto e Uso	Usar métodos faça-você-mesmo (<i>do-it-yourself</i> , DIY), para proporcionar um conteúdo personalizado. Exemplos: estudantes gravando os próprios áudios, professores aprendendo e desenvolvendo as próprias impressões 3D.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
06	Contexto e Uso	Explorar o lúdico e o reflexivo em imagens audiotáteis para crianças, estimulando o engajamento e acesso às representações simbólicas. Exemplos: tom de voz, inserir curiosidades nos áudios, cheiros, brincadeiras e peças de encaixes.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
07	Contexto e Uso	Instruir aos novos usuários como ler uma imagem audiotátil, pois a dinâmica é diferente de imagens táteis comuns. Se necessário, ter um tutorial disponível a todo momento.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - LEPORINI, 2020.
			Avaliação	- Teste de compreensão.

08	Contexto e Uso	Ter um educador ou tutor para auxiliar o estudante cego, contextualizando o conteúdo e tirando dúvidas sobre o uso da imagem audiotátil.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista Empírico em Deficiência Visual.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
09	Contexto e Uso	Busque desenvolver a imagem audiotátil com o menor custo possível , para que possa ser mais disseminada.	RBS	- SANCHES, 2018; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019; - MICHALIK; - FRYAZINOV, 2016; - KARASTOYANOV; - STOIMENOV; - GYOSHEV, 2019; - JO <i>et al.</i> , 2016.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
10	Contexto e Uso	Ao planejar o conteúdo, priorizar o desenvolvimento de materiais que não são facilmente encontrados em 3D, inacessíveis (por exemplo, arquitetura ou objetos grandes), ou que são pouco abordados no currículo.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista em Educação Artística.
			Questionários	Respostas do questionário.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
11	Contexto e Uso	Assegurar o máximo possível de independência (de uso e de interpretação do conteúdo) ao estudante cego.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - LEPORINI, 2020.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
12	Contexto e Uso	O estudante deve identificar a imagem audiotátil na sua posição correta , seja nas mãos ou na mesa, e encontrar um ponto de partida para a exploração tátil.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - SILVA, 2011.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
13	Contexto e Uso	Utilizar-se de mais de uma exploração aos sentidos , além do tato e do áudio, sempre que possível, tornando a atividade multissensorial.	RBS	- POSCA, 2017; - METATLA <i>et al.</i> , 2015; - JAIN <i>et al.</i> , 2018; - BALLARIN; BALLETTI; - VERNIER, 2018; - BRAIER <i>et al.</i> , 2014; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2011;
			Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida.
			Questionário	Respostas do Questionário.

14	Contexto e Uso	A imagem audiotátil pode ser reutilizada por outras pessoas, em outros contextos, ou de acordo com os objetivos pedagógicos, bastando trocar os áudios em cada ponto de interação tátil.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2011; - MACEDO, 2010.
			Tradução audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
15	Contexto e Uso	É importante que a imagem audiotátil tenha cores de alto contraste , para que auxilie o entendimento para pessoas com baixa visão, incluindo assim outros estudantes.	RBS	- GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2011; - AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - ARAÚJO, 2018; - BRAIER <i>et al.</i> , 2014; - ARCAND <i>et al.</i> , 2019; - DIAS; SANTOS, 2016; - SILVA, 2012; - HOLLOWAY <i>et al.</i> , 2019;
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
16	Contexto e Uso	As imagens audiotáteis precisam ser portáteis .	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
17	Contexto e Uso	Em caso de um conjunto de imagens audiotáteis sobre o mesmo assunto, criar também uma única, simplificada, que representa o todo.	RBS	- SANCHES, 2018; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
18	Contexto e Uso	Caso seja um conjunto de imagens audiotáteis, é recomendado que sigam um nível de dificuldade crescente .	RBS	- SILVA, 2012.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
19	Contexto e Uso	Manter a consistência entre diferentes imagens , evitando fazer mudanças de estética, nas formas e posições dos elementos táteis, principalmente se forem parte de um mesmo conjunto.	RBS	- SANCHES, 2018.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - MACEDO, 2010.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.

20	Contexto e Uso	Reconhecer que cada estudante traz sua bagagem de conhecimentos , que servem de base para a criação de novos conhecimentos. Os estudantes cegos, por exemplo, trazem suas experiências a partir da não visão.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - MACEDO, 2010.
			Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida. - Especialista em Acessibilidade. - Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
21	Contexto e Uso	As imagens audiotáteis devem estar prontas e testadas antes do início das atividades e aulas , garantindo o aprendizado de forma equivalente aos alunos videntes.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista Empírico em Deficiência Visual. - Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual.
01	Tátil	Imagens audiotáteis podem variar desde apenas relevo até completamente tridimensionais (3D) . Podem ser modeladas em estilos diferentes, por exemplo, quebra-cabeça, globo, com uma base fixa, etc.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
02	Tátil	É necessário capturar apenas o essencial da imagem estática para ser traduzido, não causando assim confusões de leitura. A simplificação não deve descaracterizar o objeto representado, devendo-se manter características que remetam ao objeto real, em um balanço entre simplificação e detalhes.	RBS	- SANCHES, 2018; - ARAÚJO; SANTOS, 2015; - JO <i>et al.</i> , 2016; - VITA; KATAOKA, 2016; - ARAÚJO, 2018.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021. - SILVA, 2011.
			Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
03	Tátil	As superfícies devem ser sensíveis ao toque , priorizando formas sem reentrâncias, não provocando rejeição ao manuseio.	RBS	- AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - POHLMANN <i>et al.</i> , 2016; - BALLARIN; BALLETTI; VERNIER, 2018; - ARCAND <i>et al.</i> , 2019; - JO <i>et al.</i> , 2016; - SILVA <i>et al.</i> , 2010;

				- BRAIER <i>et al.</i> , 2014; - BERBETZ, 2019.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida. - Especialista em Acessibilidade.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
04	Tátil	As formas gráficas devem ser facilmente identificáveis , simples e esquemáticas para facilitar a leitura tátil do aluno.	RBS	- SANCHES, 2018; - AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - URBAS <i>et al.</i> , 2016; - ARAÚJO, 2018.
			RBA	- SILVA, 2011.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
05	Tátil	As dimensões devem ser adequadas e deve apresentar um tamanho em que seja possível sua leitura por meio das duas mãos sem cansar o usuário. Por isso, sugere-se o tamanho máximo de uma folha A4 (21 x 30 cm).	RBS	- SILVA <i>et al.</i> , 2010; - BRAIER <i>et al.</i> , 2014; - ARAÚJO, 2018; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019; - GUAL; PUYUELO; LLOVERAS, 2011; - VITA; KATAOKA, 2016; - FERNANDES <i>et al.</i> , 2016.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
			Avaliação	- Teste de compreensão
06	Tátil	Levar em consideração que todos os pontos devem ter tamanho, elevação e espaço compatíveis para serem explorados e	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.

		alcançados pelos dedos, exceto para objetos que tenham orifícios originalmente (ex: boca). Os símbolos mais simples podem ter um tamanho menor, enquanto os mais complexos precisam de um tamanho maior para que as diferenças sejam percebidas de maneira eficaz pelo tato.	RBS	- FERNANDES <i>et al.</i> , 2016.
07	Tátil	Os elementos táteis devem ser feitos em escala , preferencialmente indicadas na imagem, existindo assim um respeito às proporções dos elementos gráficos.	RBS	- ARCAND <i>et al.</i> , 2019; - AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - JAIN <i>et al.</i> , 2018; - ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019;
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
08	Tátil	Utilizar texturas de forma que sejam facilmente diferenciadas entre si, com um máximo de cinco texturas por imagem.	RBS	- SANCHES, 2018; - AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017; - SILVA <i>et al.</i> , 2010; - DIAS; SANTOS, 2016; - FERNANDES <i>et al.</i> , 2016; - FERREIRA; SILVA, 2014; - PAGANO; MARTINS, 2014; - HOLLOWAY <i>et al.</i> , 2019.
			Questionário	Respostas do questionário.
			RBA	- BEM; PUPO, 2015.
09	Tátil	É necessário que apareça na apresentação gráfica todas as partes que constituem um objeto ou animal (ex: as quatro patas de um animal, mesmo que esteja de perfil).	RBA	- SILVA, 2011.
10	Tátil	Não utilize imagens que estejam em posição de escorço (na qual um objeto ou uma distância parecem mais curtas do que são na realidade), em perspectiva ou em sobreposição, porque se torna de difícil identificação. Nesse caso, busque representar em vista frontal e/ou lateral.	RBA	- SILVA, 2011; - SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
11	Tátil	Ter preferência por elementos 3D ao invés de 2D, com altura mínima igual a do Braille. Elas são melhores percebidas quanto mais contraste existir entre as diferenças de nível que as compõe.	RBS	- SANCHES, 2018; - BERBETZ, 2019; - AURICCHIO <i>et al.</i> , 2017.
			RBA	- SILVA, 2011; - SANCHES; BUENO;

				OKIMOTO, 2021; - LEPORINI, 2020.
			Questionário	Respostas do questionário;
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
12	Tátil	Caso sejam utilizados símbolos táteis , é necessário que a forma e o significado filosófico dos símbolos sejam previamente conhecidos pelos usuários.	RBS	- ARAÚJO, 2018; - POSCA, 2017; - BERBETZ, 2019; - POHLMANN <i>et al.</i> , 2016;
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
13	Tátil	Quando for preciso diferenciar o mesmo elemento tátil (exemplo: dois círculos com significados diferentes), usar tamanhos diferentes.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
14	Tátil	Sempre deve ser indicado por um marcador tátil o local onde possui uma interação de áudio. O marcador deve ser projetado para que não prejudique o entendimento completo da imagem. Este marcador pode ser reconhecido através da diferença de textura, relevo e/ou formato.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
15	Tátil	Quando for utilizado o Braille , é necessário respeitar suas dimensões . O diâmetro do ponto é de 2 mm e possui altura de 0,65mm. A cela Braille possui largura de 4,7 mm e altura de 7,4 mm. Caso seja fabricado em papel e posteriormente colado na imagem audiotátil, é preferível que seja realizado através do sistema de pressão, já que este é mais facilmente identificado pelos usuários.	RBS	- SANCHES, 2018; - POHLMANN <i>et al.</i> , 2016.
			RBA	- MEC, 2018.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
16	Tátil	Caso o Braille seja feito sobre papel, é necessário deixar uma borda em branco ao redor das celas Braille no momento de cortar, para não induzir a erros de leitura.	Avaliação	- Teste de compreensão
17	Tátil	Quando a área for muito pequena para ser utilizada uma textura, deve-se substituir pelo	RBS	- SANCHES, 2018.

		Braille , sendo recomendável colocar o mais próximo possível da forma a qual é referida, caso seja possível.	RBA	- SILVA, 2011.
18	Tátil	Além da utilização do Braille, adicionar também os textos escritos em língua portuguesa , para que pessoas com baixa visão e pessoas videntes possam ter acesso ao conteúdo.	Avaliação	- Teste de compreensão
19	Tátil	Caso seja melhor para o reconhecimento tátil da imagem, pode-se adicionar outros materiais em conjunto com a impressão 3D. (ex: areia para representar a praia).	Entrevistas	- Especialista em Acessibilidade.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
20	Tátil	Levar em consideração posturas de mão frequentemente utilizadas na exploração tátil. Exemplos: (1) Agarrar: segurar a imagem com uma mão e explorar com a outra; (2) Estabilizar: usar uma mão para fixar a imagem na mesa e usar a outra para explorar; (3) Divergir: exploração com as duas mãos em elementos diferentes; (4) Convergir: exploração com as duas mãos em um elemento só.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021; - SHI; ZHAO; AZENKOT, 2017.
			Avaliação	- Teste de compreensão,
21	Tátil	Levar em consideração movimentos importantes da exploração tátil . Exemplos: (1) Sentir: sentir as texturas e a forma da imagem; (2) Medir: uso das mãos para medir aproximadamente o tamanho dos elementos táteis; (3) Comparar: comparar dois elementos táteis para conferir se representam o mesmo conceito; (4) Contar: contagem de elementos táteis iguais na imagem; (5) Comunicar: indicar, explicar ou indagar sobre a imagem. O movimento pode ser para sentir a imagem como um todo ou elementos individualmente.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
01	Áudio	Caso não se tenha recursos para montar uma equipe para realizar a audiodescrição , é necessário ter ao menos dois profissionais . O primeiro atuará realizando a observação da imagem estática, elaboração do roteiro, ensaio para a gravação e a gravação do roteiro e o segundo profissional, necessariamente um profissional cego, deve realizar a revisão da gravação.	Entrevistas	- Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual.
			RBA	- COSTA; FROTA, 2011.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
02	Áudio	Devem-se selecionar as informações mais relevantes sobre o elemento que se descreve,	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.

		para evitar a fadiga do usuário. Algumas informações que devem constar são: (1) título da obra; (2) nome do artista; (3) dimensão original da obra; (4) orientação da imagem; (5) descrição geral dos elementos; (6) divisão dos planos; e (7) cores utilizadas em cada elemento.	Tradução Auditotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
03	Áudio	A interação deve permitir que o estudante cego tenha controle sobre a interação da imagem auditotátil, permitindo que possa, por exemplo, ligar e desligar, ajustar o volume do áudio, etc.	RBS	- ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Avaliação	- Teste de compressão.
04	Áudio	Ter preferência pela utilização de palavras do cotidiano , quando possível.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista Empírico em Deficiência Visual.
			Tradução Auditotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
05	Áudio	Substituir sempre que possível toda ou a maior parte das informações em Braille por gravações em áudio. O Braille deve ser priorizado em pequenas marcações ou como recurso extra.	RBS	- MATATALA <i>et al.</i> , 2015.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista em Acessibilidade.
			Tradução Auditotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
06	Áudio	Considerar que não existe linguagem neutra, nem tradução sem intermediação. Cuidar para o direito à interpretação do conteúdo seja dos estudantes.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
07	Áudio	A interação deve permitir que o estudante cego tenha controle de informação . Ou seja, permitir que o estudante possa ligar e desligar, repetir, avançar ou voltar o áudio (para gravações pequenas, pode-se suprimir essa função),	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Avaliação	- Teste de compreensão.

		ajustar a velocidade e o volume do áudio.		
08	Áudio	Descrever uma imagem que contenha apelo emocional, provocando o mesmo impacto à pessoa cega que a imagem provoca aos videntes. Para isso, utilizar emoções diferentes , através do tom da voz ou por edições.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
09	Áudio	Deve-se fazer uso de recursos sonoros não verbais , como por exemplo, músicas e sons de animais.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
10	Áudio	Prover informação sonora em caso de erros , quando se demonstre necessário.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
11	Áudio	Para evitar ativações acidentais de áudio pela exploração tátil, incluir uma ação específica para que o áudio seja liberado (exemplo: pressionar ou tocar por 1 segundo para que o áudio comece a tocar). Ativar um áudio deve ser resultado de uma ação definitiva.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
12	Áudio	Os botões podem ser usados como componentes auxiliares para obter informações de áudio, onde se recomenda que sejam utilizados botões iguais para os mesmos temas.	RBS	- ROSSETTI <i>et al.</i> , 2019.
			RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021. - LEPORINI, 2020.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
13	Áudio	Comentários em áudio podem ser adicionados para contextualizar o estudante cego. Exemplos: para instruir o uso da imagem, exemplificar comandos, prover um contexto geral, etc.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
14	Áudio	Comando de voz pode ser usado como forma de ativar informações sonoras. No comando de voz, deve-se implementar uma palavra-chave ou um botão para ser pressionado que reconhecerá o comando, evitando assim ativações não intencionais. Exemplos: “mais informação”, “distância”, “o que é isso?”, “salvar informação”.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
15	Áudio	Fazer a descrição verbal de maneira simples, concisa e objetiva , buscando oferecer o	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.

		máximo de informação, respeitando o momento de desenvolvimento de cada estudante e seu potencial de compreensão. Não suprimir informações nem subestimar a capacidade de compreensão do estudante cego.	Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo
			Avaliação	- Teste de Compreensão.
16	Áudio	As informações sonoras devem ser fáceis de serem adicionadas ao modelo tátil, e devem ser intuitivas e fáceis de serem acessadas pelos estudantes cegos.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
17	Áudio	Evitar sobrecarga de informação sonora de uma só vez. Para audiodescrições e informações gerais sobre a obra, gravar faixas de áudios curtas, sem passar de um minuto cada. Caso sejam utilizados botões localizados no meio da obra, com o objetivo de descrever elementos específicos ou trazer informações adicionais, procure gravar áudios de até 15 segundos. Deve-se selecionar quais são as informações mais relevantes sobre o elemento que se descreve.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
			Avaliação	- Teste de compreensão.
18	Áudio	As informações por áudio podem explorar níveis de complexidade ou tipo de informação, de acordo com o gesto aplicado ou botão pressionado (por exemplo, um toque - nome do elemento; dois toques – explicação breve)	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
19	Áudio	Fazer uso de gestos táteis/hápticos familiares aos cegos, para ativar informações sonoras. Podem ser similares aos utilizados em <i>smartphones</i> ou em gestos naturais de exploração tátil. Exemplos: apontar, bater com o dedo, escanear com o indicador, escanear com o dedão, beliscar, seguir a borda com o dedo, fricção com o dedo, um toque, dois toques, três toques, dois toques com dois dedos, manter toque pressionado, pincelada rápida, pincelada devagar.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
01	Fabricação	Usar plástico PLA, ABS e/ou resina como materiais de impressão 3D. Além disso, a	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.

		impressão 3D pode ser combinada com outros processos de fabricação digital, como corte a laser.	Tradução Auditável	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
02	Fabricação	Manter o processo simples ou prover as ferramentas necessárias para que mesmo pessoas não especialistas (em impressão 3D e eletrônicos) possam desenvolver suas próprias imagens audiotáteis.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Auditável	- Processo de desenvolvimento dos protótipos.
03	Fabricação	A visão computacional pode ser integrada no desenvolvimento de imagens audiotáteis. Exemplos: para o reconhecimento de formas, posições do dedo.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
04	Fabricação	O escaneamento 3D é uma maneira de se adquirir modelos fiéis e detalhados do objeto real.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
05	Fabricação	Levar em consideração as limitações e características da impressora 3D e ser utilizada (por exemplo, tamanho máximo de impressão, material disponível, necessidade de pós-processamento). Se necessário, dividir o modelo digital 3D em diversas partes para serem impressas. Os parâmetros de impressão devem ser ajustados de forma a evitar que imperfeições sejam confundidas com texturas ou componentes da imagem.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Auditável	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
06	Fabricação	Indica-se não utilizar impressoras FDM para impressão do Braille , devido à qualidade de impressão e dificuldade de pós-processamento em pequenas áreas. Para tal, sugere-se utilizar outras impressoras ou imprimir o Braille em papel e colar posteriormente na imagem audiotátil.	Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida. - Especialista em Acessibilidade.
			Tradução Auditável	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
07	Fabricação	Material condutivo pode ser impresso em 3D onde há pontos de interação por áudio ou como forma de integrar um dispositivo eletrônico.	RBA	- SANCHES; OKIMOTO, 2021.
			Tradução Auditável	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
08	Fabricação	Levar em consideração ter entrada para fones de ouvido , para que o estudante cego possa focar na informação.	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Avaliação	- Teste de compreensão.

09	Fabricação	Tablets e smartphones são ferramentas que podem ser integradas no desenvolvimento de imagens audiotáteis. Exemplos: uso de aplicativos, tela <i>touch</i> , câmeras, reconhecimento de <i>QR code</i> .	RBA	- SANCHES; BUENO; OKIMOTO, 2021.
			Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida. - Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual.
			Questionário	Respostas do Questionário.
10	Fabricação	Para ocultar os elementos da placa eletrônica e evitar o contato do usuário com estes objetos, sugere-se a confeção de uma caixa , localizada abaixo do material impresso tridimensionalmente.	Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo.
11	Fabricação	Caso a textura da imagem audiotátil não tenha ficado sensível ao toque e com bom acabamento, considere utilizar um ou mais dos seguintes materiais e procedimentos no pós-processamento da Impressão 3D: (1) remoção de saliências através de lixas; (2) vedação de partes ocas e desníveis através utilização de massa corrida ou massa plástica; (3) impermeabilização da peça com base seladora; (4) pintura com tinta acrílica, de forma a permitir o acesso da imagem audiotátil para pessoas com baixa visão e pessoas videntes; (5) envernizar a peça com verniz acrílico fosco, evitando o desgaste por uso e umidade.	Entrevistas	- Especialista em Prototipagem Rápida. - Especialista em Acessibilidade.
			RBA	- ABREU, 2015.
			Tradução Audiotátil	- Processo de desenvolvimento do protótipo

Fonte: a autora (2022)

De forma a ilustrar as diretrizes modificadas, retiradas e adicionadas, os Quadros 28, 29 e 30 mostram este processo de atualização. Ao total, foram 9 diretrizes modificadas, 2 retiradas e 3 adicionadas.

Quadro 28: Diretrizes modificadas

Modificação 01		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
03	Contexto e Uso	As informações táteis e sonoras são complementares entre si, entretanto, se dá maior ênfase à informação tátil . O tátil pode melhor representar informações espaciais – dimensão, forma, volumetria, texturas; e o áudio pode melhor retratar descrições – cores,

expressões faciais, aspectos históricos, sonoplastia, exemplos de formas similares, ou outras informações onde relações espaciais não sejam importantes.		
Nº	Categoria	Diretriz final
03	Contexto e Uso	As informações táteis e sonoras são complementares entre si . O tátil pode melhor representar informações espaciais – dimensão, forma, volumetria, texturas; e o áudio pode melhor retratar descrições – cores, expressões faciais, aspectos históricos, sonoplastia, exemplos de formas similares, ou outras informações onde relações espaciais não sejam importantes.
Modificação 02		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
06	Contexto e Uso	Explorar o lúdico e o reflexivo em imagens audiotáteis para crianças, estimulando o engajamento e acesso às representações simbólicas. Exemplos: tons de voz, cheiros, brincadeiras e peças de encaixes.
Nº	Categoria	Diretriz final
03	Contexto e Uso	Explorar o lúdico e o reflexivo em imagens audiotáteis para crianças, estimulando o engajamento e acesso às representações simbólicas. Exemplos: tom de voz, inserir curiosidades nos áudios, cheiros, brincadeiras e peças de encaixes.
Modificação 03		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
05	Tátil	As dimensões devem ser adequadas e deve apresentar um tamanho em que seja possível sua leitura por meio das duas mãos sem cansar o usuário. Por isso, evitar imagens menores que a falange do dedo ou que ultrapassem ao alcance dos braços.
Nº	Categoria	Diretriz final
05	Tátil	As dimensões devem ser adequadas e deve apresentar um tamanho em que seja possível sua leitura por meio das duas mãos sem cansar o usuário. Por isso, sugere-se o tamanho máximo de uma folha A4 (21 x 30 cm).
Modificação 04		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
14	Tátil	Sempre deve ser indicado por um marcador tátil o local onde possui uma interação de áudio. O marcador deve ser projetado para que não prejudique o entendimento completo da imagem.
Nº	Categoria	Diretriz final
14	Tátil	Sempre deve ser indicado por um marcador tátil o local onde possui uma interação de áudio. O marcador deve ser projetado para que não prejudique o entendimento completo da imagem. Este marcador pode ser reconhecido através da diferença de textura, relevo e/ou formato.
Modificação 05		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
15	Tátil	Quando for utilizado o Braille , é necessário respeitar suas dimensões . O diâmetro do ponto é de 2mm e possui altura de 0,65mm. A cela Braille possui largura de 4,7 mm e

altura de 7,4 mm.		
Nº	Categoria	Diretriz final
16	Tátil	Quando for utilizado o Braille , é necessário respeitar suas dimensões . O diâmetro do ponto é de 2mm e possui altura de 0,65mm. A cela Braille possui largura de 4,7 mm e altura de 7,4 mm. Caso seja fabricado em papel e posteriormente colado na imagem audiotátil, é preferível que seja realizado através do sistema de pressão, já que este é mais facilmente identificado pelos usuários.
Modificação 06		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
02	Áudio	Devem-se selecionar as informações mais relevantes sobre o elemento que se descreve, pra evitar a fadiga do usuário.
Nº	Categoria	Diretriz final
02	Áudio	Devem-se selecionar as informações mais relevantes sobre o elemento que se descreve, para evitar a fadiga do usuário. Algumas informações que devem constar são: (1) título da obra; (2) nome do artista; (3) dimensão original da obra; (4) orientação da imagem; (5) descrição geral dos elementos; (6) divisão dos planos; e (7) cores utilizadas em cada elemento.
Modificação 07		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
17	Áudio	Evitar sobrecarga de informações sonoras de uma só vez. Ao invés de um áudio longo, gravar várias faixas de áudio curtas, sem passar de dois minutos cada. Deve-se selecionar quais são as informações mais relevantes sobre o elemento que se descreve.
Nº	Categoria	Diretriz final
17	Áudio	Evitar sobrecarga de informação sonora de uma só vez. Para audiodescrições e informações gerais sobre a obra, gravar faixas de áudios curtas, sem passar de um minuto cada. Caso sejam utilizados botões localizados no meio da obra, com o objetivo de descrever elementos específicos ou trazer informações adicionais, procure gravar áudios de até 15 segundos. Deve-se selecionar quais são as informações mais relevantes sobre o elemento que se descreve.
Modificação 08		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
07	Fabricação	Material condutivo pode ser impresso em 3D onde há pontos de interação por áudio ou como forma de integrar um dispositivo eletrônico. Uma alternativa é o uso de tinta condutiva.
Nº	Categoria	Diretriz final
07	Fabricação	Material condutivo pode ser impresso em 3D onde há pontos de interação por áudio ou como forma de integrar um dispositivo eletrônico.
Modificação 09		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
10	Fabricação	Caso a textura da imagem audiotátil não tenha ficado sensível ao toque, considere utilizar um ou mais dos seguintes materiais e procedimentos no pós-processamento da

impressão 3D: (1) valor de acetona para ABS; (2) massa plástica; (3) massa corrida.		
Nº	Categoria	Diretriz final
11	Fabricação	Caso a textura da imagem audiotátil não tenha ficado sensível ao toque e com bom acabamento, considere utilizar um ou mais dos seguintes materiais e procedimentos no pós-processamento da Impressão 3D: (1) remoção de saliências através de lixas; (2) vedação de partes ocas e desníveis através da utilização de massa corrida ou massa plástica; (3) impermeabilização da peça com base seladora; (4) pintura com tinta acrílica, de forma a permitir o acesso da imagem audiotátil para pessoas com baixa visão e pessoas videntes; (5) envernizar a peça com verniz acrílico fosco, evitando o desgaste por uso e umidade.

Fonte: a autora (2022)

Quadro 29: Diretrizes retiradas

Exclusão 01		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
08	Tátil	Colocar mais de um elemento na imagem audiotátil, para que facilite o reconhecimento das proporções (ex: mão e bola, árvore e ser humano).
Motivo:		
A diretriz é redundante, já que existem diretrizes que propõe o reconhecimento da proporção de forma auditiva e da escala de forma tátil.		
Exclusão 02		
Nº	Categoria	Diretriz inicial
11	Fabricação	Realize a pintura da imagem audiotátil, de forma que contemple também pessoas videntes, para promover a inclusão.
Motivo:		
A diretriz foi acoplada na diretriz de nº 11 da categoria de Fabricação.		

Fonte: a autora (2022)

Quadro 30: Diretrizes adicionadas

Adição 01		
Nº	Categoria	Diretriz
16	Tátil	Caso o Braille seja feito sobre papel, é necessário deixar uma borda em branco ao redor das celas Braille no momento de cortar, para não induzir a erros de leitura.
Adição 02		
Nº	Categoria	Diretriz
18	Tátil	Além da utilização do Braille, adicionar também os textos escritos em língua portuguesa , para que pessoas com baixa visão e pessoas videntes possam ter acesso ao conteúdo.

Adição 03		
Nº	Categoria	Diretriz
10	Fabricação	Para ocultar os elementos da placa eletrônica e evitar o contato do usuário com estes objetos, sugere-se a confeção de uma caixa , localizada abaixo do material impresso tridimensionalmente.

Fonte: a autora (2022)

Através das duas versões diferentes das diretrizes: (1) versão inicial, realizada a partir da RBS, RBA, entrevistas e questionário; e (2) versão final, com ajustes após o processo de tradução tátil e avaliação, o objetivo geral desta pesquisa foi atingido (**estabelecer diretrizes de tradução de imagens bidimensionais a imagens audiotáteis para a acessibilidade de estudantes cegos no ensino de Artes**).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo resgata os principais pontos desta pesquisa, por meio de uma análise entre o que foi proposto inicialmente e o que foi executado. Nas conclusões, são avaliados os resultados por meio da recapitulação do problema de pesquisa e dos objetivos propostos, relacionando as fases cumpridas. Por último, são percorridas as principais limitações percebidas, além dos desdobramentos de pesquisas futuras.

6.1 CONCLUSÕES

A partir de uma contextualização acerca de deficiência visual e do indivíduo cego e da falta de acessibilidade em materiais didáticos na disciplina de artes, devido à predominância de materiais didáticos unicamente visuais, foi proposto o problema de pesquisa a ser investigado: **como proporcionar a acessibilidade de imagens bidimensionais presentes em materiais didáticos para estudantes cegos no ensino de Artes?**

A investigação, desenvolvida a partir do método de pesquisa proposto entre as cinco fases, teve como meta responder o problema de pesquisa levantado. Para tal, foi definido o objetivo geral: **estabelecer diretrizes de tradução de imagens bidimensionais a imagens audiotáteis para a acessibilidade de estudantes cegos no ensino de Artes**. Conclui-se que o objetivo definido foi alcançado, através das fases realizadas.

Para guiar a pesquisa e alcançar o objetivo geral, foram definidos quatro objetivos específicos, alcançados durante as cinco fases definidas pelo método. A seguir, foi descrito como cada um desses objetivos específicos foi atingido.

O primeiro objetivo específico, **descrever a representação de imagens audiotáteis no ensino e aprendizagem de pessoas cegas**, deu início à primeira fase da pesquisa, **compreensão do problema**, através da introdução e do referencial teórico, construídos através das revisões bibliográficas (RBS e RBA). Com isso, foi possível justificar esta pesquisa, mostrando sua relevância ao contribuir com a inclusão de pessoas cegas no âmbito escolar durante a disciplina de Artes, além de proporcionar aportes ao campo do design e acessibilidade. Mais

especificamente durante o referencial teórico, foram abordados conceitos e aspectos como: inclusão educacional de pessoas cegas; acessibilidade no ensino de artes, por meio do uso de materiais didáticos inclusivos; Tecnologia Assistiva; Design Universal; imagens audiotáteis; e a percepção por meio do tato e da audição, proporcionadas pela impressão 3D e placas eletrônicas. Ainda na primeira fase, foram realizadas entrevistas semiestruturadas e um questionário, proporcionando em conjunto com a RBS e a RBA, subsídios para a segunda fase.

A partir da base teórica estabelecida e do primeiro objetivo alcançado, foi iniciada a segunda fase, de **diretrizes de tradução**, que cumpriu o segundo objetivo específico: **delimitar diretrizes para a tradução de imagens bidimensionais a imagens audiotáteis no ensino de Artes**. Com base nas informações levantadas através das revisões bibliográficas, transcrição das entrevistas semiestruturadas e das respostas ao questionário, foi possível delimitar 71 diretrizes, que foram construídas a partir de recomendações, diretrizes e sugestões obtidas durante as coletas de dados.

Com a primeira versão das diretrizes estabelecidas, foi possível iniciar a fase três, de **tradução audiotátil**, que alcançou o objetivo específico três: **aplicar as diretrizes no desenvolvimento de duas imagens audiotáteis para o ensino de Artes através da impressão 3D e placas eletrônicas**. Para cumprir com este objetivo, foram realizadas cinco etapas: seleção das imagens bidimensionais; modelagem digital e impressão 3D; programação da placa eletrônica; audiodescrição; e finalização, que ao final, culminaram em dois protótipos de imagens audiotáteis para teste.

Por fim, foi cumprido o objetivo específico quatro, **avaliar a aplicabilidade das imagens audiotáteis produzidas com pessoas com deficiência visual**, através da quarta fase da pesquisa, de **avaliação**. Para realizá-la, foi feito um teste de compreensão com oito participantes deficientes visuais. Os dados obtidos através das fases de tradução audiotátil e avaliação foram analisados e usados de subsídios para a última fase do método de pesquisa, **resultados**. Nela, as diretrizes foram atualizadas, chegando a sua versão final, com 72 diretrizes, divididas entre quatro categorias – (1) Contexto e uso: 21 diretrizes; (2) Tátil: 21 diretrizes; (3) Áudio: 19 diretrizes; e (4) Fabricação, com 11 diretrizes.

Desta forma, conclui-se que todos os objetivos específicos foram alcançados satisfatoriamente, auxiliando o cumprimento e alcance do objetivo geral, apesar das

limitações descritas no tópico 6.2. O resultado final desta pesquisa responde apropriadamente ao problema de pesquisa inicial, sendo as diretrizes propostas uma forma de resposta ao como proporcionar a acessibilidade de imagens bidimensionais presentes em materiais didáticos para estudantes cegos no ensino de Artes.

Por meio desta pesquisa, destaca-se a importância do desenvolvimento de diretrizes que proporcionem a acessibilidade dentro de sala de aula, mais especificamente para a educação artística, para que pesquisadores e trabalhadores da área educativa e acessível possam desenvolver imagens audiotáteis, popularizando assim sua utilização. Além disso, acredita-se que a explicitação do passo a passo seguido durante a fase de tradução audiotátil servirá como subsídio e base para desenvolvedores de imagens audiotáteis.

6.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Durante o percurso realizado para a conclusão desta pesquisa, foram sentidas as seguintes dificuldades:

- Adequação da pesquisa para ser realizada majoritariamente de forma virtual devido à pandemia do Covid-19;
- Encontrar participantes deficientes visuais para o teste de compreensão cursando o Ensino Fundamental ou Médio;

6.3 DESDOBRAMENTOS FUTUROS

Alguns desdobramentos que podem ser feitos a partir desta pesquisa são:

- Desenvolvimento de um artefato informacional que contenha o passo a passo desenvolvido na fase de tradução audiotátil realizado nesta pesquisa, com foco na construção dos protótipos das imagens audiotáteis, auxiliando assim os profissionais a desenvolverem as imagens audiotáteis de forma mais minuciosa e padronizada;

- Desenvolvimento de uma cartilha informativa com a proposta final das diretrizes de imagens audiotáteis.
- Avaliação dos protótipos em uma situação real de uso, dentro de aulas da disciplina de Artes na educação básica, o que enriqueceria ainda mais a pesquisa com dados empíricos.
- Realizar o teste de todas as diretrizes geradas e compiladas, através da criação de mais protótipos, que devem ser avaliados posteriormente.
- Ampliação da utilização das imagens audiotáteis, investigando sua aplicação dentro de museus e exposições;

REFERÊNCIAS

ABREU, Sofia Alexandra Chaves. **Impressão 3D baixo custo versus impressão em equipamentos de elevado custo**. 2015, 235p. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica). Universidade do Porto, Porto, 2015.

ADERALDO, Marisa Ferreira. **Arte visual, multimodalidade e acessibilidade**: uma proposta de audiodescrição. *Linguagem em Foco – Revista do Programa de Pós-graduação em Linguística Aplicada da UECE*, v. 3, nº 5. 2011. Disponível em: <<https://revistas.uece.br/index.php/linguagememfoco/article/view/1851/1691>>. Acesso em: 08 jun. 2021.

ÁLVAREZ, José Alfonso Ballester. **Multissensorialidade no ensino de desenho a cegos**. São Paulo, 2003.

ARAÚJO, Manoel Deisson Xenofonte; SANTOS, Deborah Macêdo. **Fotografia tátil**: desenvolvimento de modelos táteis a partir de fotografias com a utilização de impressora 3D. *Revista Brasileira de Design da Informação*, v. 12, n. 1. São Paulo, 2015.

ARAÚJO, Niédja Sodré. **Desenvolvimento de Símbolos para Mapa Tátil Indoor a partir de Impressora 3D**. 146 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

ARCAND, Kimberly Kowal; APRIL, Jubett; WATZKE, Mengan; PRICE, Sara; WILLIAMSON, Kelly T. S.; EDMONDS, Peter. **Touching the stars**: improving NASA 3D printed data sets with blind and visually impaired audiences. *Journal of Science Communication*, v. 18, n. 4. 2019.

ARTE EDUCAÇÃO. **Linha do Tempo do Ensino de Arte no Brasil**. Disponível em: <<https://www.arteducacao.pro.br/ensino-da-arte-no-brasil.html>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

AURICCHIO, Ferdinando; GRECO, Alessandro; ALAIMO, Gianluca; GIACOMETTI, Valentina; MARCONI, Stefania; MAURI, Valeria. **3D Printing Technology for Buildings' Accessibility: The Tactile Map for MTE Museum in Pavia.** Journal of Civil Engineering and Architecture, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15599: Acessibilidade – Comunicação na Prestação de Serviços.** Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro, 2020.

Balletti C.; Galeazzo L.; Gottardi C.; Guerra F.; Vernier P. **New technologies applied to the history of the Venice Lagoon.** In E. Livieratos (ed.), Digital Approaches to Cartographic Heritage, Proceedings of the 11th ICA Conference. 2016.

BANDEIRA, Denise. **Material Didático.** Curitiba, PR: IESDE, 2009. 456 pg.

BANA - THE BRAILLE AUTHORITY OF NORTH AMERICA. **Guidelines and standards for tactile graphics.** 2010. Disponível em <www.brailleauthority.org/tg/index.html>. Acesso em: 16 fev. 2017.

BARBOSA, Ana Mae. **Arte-educação no Brasil.** São Paulo: Editora Perspectiva, 2002.

BARNATT, Christopher. **3D printing: the next industrial revolution.** CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013.

BARTOLOMÉ, Ana I. Hernandez; CABREIRA, Gustavo Mendiluce. **La semiótica de la traducción audiovisual para invidentes.** Revista de la Asociación Española de Semiotica, nº 14. 2005.

BATISTA, Amanda Tenório; LEITE, Andrezza Yamile Serrão; FERREIRA, Railene da Costa. **Recursos didáticos utilizados nas aulas de artes visuais para deficientes**

visuais na Escola Estadual José Firmo do Nascimento. 60 f. TCC (Graduação) – Curso de Licenciatura em Artes Visuais, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2017. Disponível em: <<https://www2.unifap.br/artes/files/2019/05/Monografia-finalizada-2017.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2020.

BEM, G. M. de; PUPO, R. T. **Imprimindo o espaço para as pessoas com deficiência visual:** uma revisão sistemática. SIGRADI 2015, 148-152. 2015.

BENGALA BRANCA. **Papel Braille para thermoform.** 2017. Disponível em: www.bengalabranca.com.br. Acesso em: 11 jul. 2022.

BERBETZ, Márcia Regina Silva. **Educação Matemática Inclusiva:** o material didático na perspectiva do desenho universal para área visual. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação: Teoria e Prática do Ensino, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

BERSCH, Rita. **Introdução à Tecnologia Assistiva.** Porto Alegre, 2017. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/>. Acesso em: 02 mai. 2021.

BRAIER, Jonas; LATTENKAMP, Katharina; RATHEL, Benjamin; SCHERING, Sandra; WOJATZKI, Michael; WEYERS, Benjamin. **Haptic 3D Surface Representation of Table-Based Data for People With Visual Impairments.** 2014.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, 2018.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia assistiva.** Brasília: CORDE, 2009. 138p.

BRASIL. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. **Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência**: Protocolo Facultativo à Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência. Brasília, 2007.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: artes**. Brasília: MEC/SEF, 1997. 130p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: arte**. Brasília: MEC / SEF, 1998. 116 p.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000. 109 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 174 p

BRASIL. **Lei n. 5.692/71**, de 11 de agosto de 1971. Brasília, 1996.

BRASIL. **Lei n. 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.

BRASIL. **Lei n. 13.146**, de 6 de julho de 2015. Brasília, 2015.

BRENDLER, Clariana Fischer; VIARO, Felipe Schneider; BRUNO, Fernando Batista; TEIXEIRA, Fábio Gonçalves; SILVA, Régio Pierre da. **Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais**. Educação Gráfica, v. 18. 2014.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. **Ensino de Física para alunos com deficiência visual**: atividade que aborda a posição de encontro de dois móveis por meio de um problema aberto. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9, p. 1-13. Jaboticatubas. Atas... São Paulo, 2004.

COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS – CAT. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. **Ata da Reunião VII**, de dezembro de 2007. 2007.

CARVALHO, Jonas de; VOLPATO, Neri. Prototipagem rápida como processo de fabricação. In: VOLPATO, Neri (ed.). **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2013. 244p. 1ª reimpressão.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. **Física com Arduino para iniciantes**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4503. 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/rrPFbrjsDdtKkKRPDPTJXnn/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

CERQUEIRA, Jonir Bechara; FERREIRA, Elise de Melo Borba. **Recursos didáticos na educação especial**. Publicação técnico-científica do Centro de Pesquisa, Documentação e Informação do Instituto Benjamin Constant – IBCENTRO, n. 15, Abril, 2000.

CONADE. **Conselho Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência**. 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdh/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/orgaos-colegiados/conade/conselho-nacional-dos-direitos-da-pessoa-com-deficiencia-conade>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

CONFORTO, Edivandro Carlos; SILVA, Sergio Luis da. **Roteiro para Revisão Bibliográfica Sistemática: Aplicação no Desenvolvimento de Produtos e Gerenciamento de Projetos**. In: Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, 8., 2011, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 2011.

COOK, A. M.; POLGAR, J. M. **Assistive technologies: principles and practice**. St. Louis: Elsevier, 2015. 4ª ed.

COSTA, Andréa. **Técnicas de coleta e dados e instrumentos de pesquisa**. 24 slides. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/andreacosta/desenvolvimento-de-pesquisa/tecnicas-de-coletas-de-dados-e-instrumentos-de-pesquisa>>. Acesso em 18 ago. 2020.

COSTA, Larissa; FROTA, Maria Paula. **Audiodescrição: primeiros passos**. Revista Tradução em Revista. 2011. Disponível em: <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/18882/18882.PDF>>. Acesso em: 08 jun. 2021.

COUNCIL FOR EXEPTIONAL CHILDREN. **Universal design for learning: a guide for teachers and education professionals**. Upper Saddle River: Pearson Merrill Prentice Hall, 2005. 64p.

DANE, F. **Research methods**. Brooks/Cole Publishing Company: Califórnia, 1990.

DIAS, Thaiana Lice Lopes; PEREIRA, Liliane Desgualdo. **Habilidade de localização e lateralização sonora em deficientes visuais**. Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, v. 13, nº 4. 2008.

DUARTE, Maria Lúcia Batezat. **Desenho infantil e seu ensino a crianças cegas: razões e métodos**. Curitiba: Insight, 2011. 204 p.

ECCHIARELLI, P. **Il Libro Tattile Illustrato: Tecniche e Materiali**. Roma: Federazione Nazionale delle Istituzioni Pro Ciechi. 2009.

FERREIRA, Maria Engracinda dos Santos; SILVA, Luiz Felipe Coutinho Ferreira da. **A aplicação das tecnologias de prototipagem rápida na confecção de matrizes táteis**. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 20, nº 2. Curitiba, 2014.

FERRONATO, R. **A construção de instrumento de inclusão no ensino de matemática**. 2002. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GABRILLI. M. **Guia sobre a Lei Brasileira de Inclusão**. (LBI). 2016. Disponível em: http://maragabrilli.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Guia_sobre-a-LBI-digital.pdf. Acesso: 27 abr 2021.

GHODKE, U.; YUSIM, L.; SOMANATH, S.; COPPIN, P. The Cross-Sensory Globe: Participatory Design of a 3D Audio-Tactile Globe Prototype for Blind and Low-Vision Users to Learn Geography. In: DESIGNING INTERACTIVE SYSTEMS CONFERENCE, 2019, San Diego, EUA. **Anais...** San Diego: Canadian Human-Computer Communications Society, 2019.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GIVEN, Lisa M. **The SAGE encyclopedia of qualitative research methods**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2008.

GÖTZELMANN, T. **Visually augmented audio-tactile graphics for visually impaired people**. ACM Transactions on Accessible Computing, v.11, n.2, a.8, 2018

GÖTZELMANN, T.; WINKLER, K. SmartTactMaps: a smartphone-based approach to support blind persons in exploring tactile maps. In: 8TH ACM INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERVASIVE TECHNOLOGIES RELATED TO ASSISTIVE ENVIRONMENTS, 2015, Corfu, Grécia. **Anais...** Nova Iorque: ACM, 2015.

GRUENWALD, Lucy. **Impressão 3d**: lendo imagens através do tato. Um recurso a mais para estudantes com deficiência visual. Revista nacional de reabilitação – reação, n. 98, Maio/Junho, 2014.

GUAL, Jaume; PUYUELO, Marina; LLOVERAS, Joaquim. **Universal design and visual impairment**: tactile products for heritage access. In: ICED11 - INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, 18º, 2011, Copenhagen, Dinamarca. Anais do ICED11. Copenhagen, 2011.

HEIDRICH, Regina de Oliveira; RADAI, Ketlin da Silva. **Tabuleiro da geografia: protótipo de jogo para crianças deficientes visuais**. 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Joinville, 2018.

HE, L.; WAN, Z.; FINDLATER, L.; FROEHLICH, J. TacTILE: A preliminary toolchain for creating accessible graphics with 3D-printed overlays and auditory annotations. In: 19TH INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTERS AND ACCESSIBILITY, 2017, Baltimore, EUA. **Anais...** Nova Iorque: ACM, 2017.

HOLLAND, A. **Audio description in the theatre and the visual arts:** images into words. In: CINTAS, J.; ANDERMAN, G. Audiovisual translation: language transfer on screen. New York, 2009.

HOLLOWAY, Leona; MARRIOTT, Kim; BUTLER, Matthew; REINDERS, Samuel. **3D printed mapas and icons for inclusion:** testing in the wild by people who are blind or have low vision. Pittsburgh, EUA, 2019.

HOLLOWAY, L.; MARRIOTT, K.; BUTLER, M. Accessible maps for the blind: Comparing 3D printed models with tactile graphics. In: 2018 CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2018, Montreal, Canadá. **Anais...** Nova Iorque: ACM, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010:** características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. 2010. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/94/cd_2010_religiao_deficiencia.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saúde:** acesso e utilização dos serviços de saúde, acidentes e violências. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento – Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 100 p.

IIDA, Itiro. **Ergonomia:** projeto e produção. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT – IBC. **Deficiência Visual.** Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br>>. Acesso em: 03 abr. 2009.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT - IBC. **Vocabulário Braille**. 2005. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/?catid=112&blogid=1&itemid=344>> . Acesso em: 07 de jun. 2021.

JACOB, Elizabeth Motta; CARDOSO, Fernanda de Abreu. **Vamos brincar? Material lúdico-pedagógico voltado para crianças cegas e de baixa visão em fase de escolarização**. 13º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Joinville, 2018.

JAFRI, R.; ALJUHANI, A. M.; ALI, S. A. **A tangible interface-based application for teaching tactual shape perception and spatial awareness sub-concepts to visually impaired children**. Procedia Manufacturing, v. 3, p. 5562–5569, 2015.

JAIN, Tania; CHRISTY, Beula; DAS, Anthony Vipin; BHAUMIK, Debanshu; SATGUNAM, Premnandhini. **Fittle: a novel Braille toy**. 2018.

JAMPAULO, Mário. **Retinose Pigmentar: o que é, sintomas, tratamento e cura**. 2018. Disponível em: <<https://vivaoftalmologia.com.br/retinose-pigmentar/>>. Acesso em: 18 jul. 2022.

JANNUZZI, Gilberta de Marino. **A educação do deficiente no Brasil: dos primórdios ao início do século XXI**. Campinas, SP: Autores Associados, 2017. [e-book]

JO, Wonjin et al. **Practice Report**. Journal of Visual Impairment & Blindness, 2016.

JUNIOR, Natal Chicca; CASTILLO, Leonardo Gómez; COUTINHO, Solange Galvão. 2015. A impressão 3D contribuindo em projetos de design da informação. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESIGN DA INFORMAÇÃO, 7º, 2015, Brasília, DF. **Anais do 7º Congresso Internacional de Design da Informação**. Brasília: Blucher, 2015, p. 1355-1360.

KASTRUP, Virgínia. **A invenção na ponta dos dedos: a reversão da atenção em pessoas com deficiência visual**. Psicologia em Revista, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 69-90, 2007.

KARASTOYANOV, Dimitar; STOIMENOV, Nikolay; GYOSHEV, Stanislav. **Innovative Approach for 3D Presentation of Plane Culturally Historical Objects by Tactile Plates for Disadvantaged Users (low sighted or visually impaired)**. 2019.

KOLITSKY, M. **Making 3D Laser Cut Stratigraphic Audio-responsive Tactile Templates**. Journal of Science Education for Students with Disabilities, v.22, n.1, 2019.

LEMOES, E. R; CERQUEIRA, J. B. **O Sistema Braille no Brasil**. Revista Benjamin Constant. Rio de Janeiro, ano 20, edição especial, p. 23-28, nov. 2014.

LEPORINI, B.; ROSSETTI, V.; FURFARI, F.; PELGATTI, S.; QUARTA, A. **Design guidelines for na interactive 3D model as a supporting tool for exploring a cultural site by visually impaired and sighted people**. ACM Transactions on Accessible Computing, v. 13, n. 3, a.9, 2020.

LIBERTO, Alice; RIBEIRO, Célia; SIMÕES, Cristina. **As representações de imagens grafo-táteis para o aluno cego no contexto educativo inclusivo**. Revista Educação Especial, Santa Maria, v. 30, n. 57, p. 9-26, jan./abr. 2017.

LIMA, Francisco José de; LIMA, Rosângela Aparecida Ferreira; VIEIRA, Paulo André Melo. **O traço de união da audiodescrição: versos e controvérsias**. Revista Brasileira de Tradução Visual, vol. 1. 2009.

LIMA, Raquel. **História da Arte-Educação ou História do Ensino de Arte no Brasil**. Limoeiro do Norte, 2013.

LOCH, Ruth Emilia Nogueira. **Cartografia tátil: mapas para deficientes visuais**. Portal da Cartografia, Londrina, v.1, n.1, p. 35-58, 2008.

LOUSADA, Ricardo. **Tipos de Placas Arduino: conheça as principais**. 2021. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/tipos-de-placas-arduino/>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

LURIA, Aleksandr. **Sensación y percepción**. Barcelona: Fontanella, 1994.

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

MAMCASZ-VIGINHESKI, Lúcia Virginia; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SHIMAZILI, Elsa Midori; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. **Jogos na alfabetização matemática para estudantes com deficiência visual numa perspectiva inclusiva**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 404-419, abr./jun. 2019

MANZATO, Antonio José; SANTOS, Adriana Barbosa. **A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa**. 2012. Disponível em: <http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2012_1/ELABORACAO_QUESTIONARIOS_PESQUIS_A_QUANTITATIVA.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2020.

MAZZOTA, Marcos José da Silveira. **Trabalho docente e formação de professores de educação especial**. São Paulo, E. P. U. 1193

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Normas técnicas para produção de textos em Braille**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. 3ª ed.

MEDEIROS, E. M.; GONÇALVES, H. A. F.; SOUSA, G. M.; FILHO, D. L. **Percepção do espaço geográfico por pessoas com necessidades específicas através da cartografia tátil**. XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia. Rio de Janeiro, 2017.

MENEZES, Ebenezer Takuno de. Verbete Escola Nova. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira – EducaBrasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2011. Disponível em: <<https://www.educabrasil.com.br/escola-nova/>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

METATLA, Oussama; BYAN-KINNS, Nick; STOCKMAN, Tony; MARTIN, Fiore. **Designing with and for people living with visual impairments: audio-tactile mockups, audio diaries and participatory prototyping**. 2015.

MINDER, Raphael. **At Museo del Prado, Blind Visitors Can Touch Masterpieces**. 2015. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2015/03/07/arts/design/at-museo-del-prado-blind-visitors-can-touch-masterpieces.html>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

MOREIRA, Graciele Rodrigues; PERIOTTO, Tânia Corredato; TENÓRIO, Nelson. **Criação e compartilhamento do conhecimento usando tecnologia de impressão 3D em obras de arte para o aluno deficiente visual**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, 2020.

MUSEO DEL PRADO. **Hoy toca el Prado**. 2015. Disponível em: <<https://www.museodelprado.es/actualidad/exposicion/hoy-toca-el-prado/29c8c453-ac66-4102-88bd-e6e1d5036ffa>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

MUSSI, Andréa Quadrado; LANTELME, Elvira; ROMANINI, Anicoli; MARTINS, Marcele Salles. **Arquitetura inclusiva: a planta tátil como instrumento de projeto colaborativo com portadores de deficiência visual**. XX Congresso de la Sociedade Ibero-americana de Grafica Digital. Buenos Aires, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **The invisibility of disability**. 2016. Disponível em: <http://www.un.org/disabilities/documents/sdgs/infographic_statistics_2016.pdf>. Acesso em 14 jun. 2020.

NUNES, Elton Vergara; MACHADO, Flávia Oliveira; VANZIN, Tarcísio. In: ULBRICHT, Vania Ribas; VANZIN, Tarcísio; VILLAROUCO, Vilma (Org.). **Ambiente virtual de aprendizagem inclusivo**. Florianópolis: Pandion, 2011. 352 p.

NUNES, Elton Vergara; SOUZA, João Artur de; DANDOLINI, Gertrudes Aparecida; VANZIN, Tarcísio. **A audiodescrição binaural na produção de materiais didáticos acessíveis**. CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE TELEMÁTICA, 6º, 2011, Gramado, RS.

NUNES, S. S. **Desenvolvimento de conceitos em cegos congênitos: caminhos na aquisição do conhecimento**. 2004.

OLIVEIRA, P. **Prototipagem rápida utilizando a técnica de modelagem por fusão e deposição (FDM)**: Projeto de uma impressora 3D. Tecnologia em Mecatrônica Industrial. Faculdade de Tecnologia de Garça - FATEC, São Paulo, 2013.

PAGANO, Sophia Mundim; MARTINS, Rosane Fonseca de Freitas. **Imagem tátil tridimensional para o acesso de crianças cegas congênitas ao potencial comunicativo de imagens gráficas**. Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, ano 20, n. 57, v. 2, p. 127-137, jul.-dez. 2014.

PALAIIO, Sueny Calazans dos Santos; ALMEIDA, Marcus Vinicius Lima de; PATREZE, Camila Maistro. **Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências**. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, vol. 8, nº 3. 2018.

POHLMANN, Mariana; ROSSI, Wagner Soares; BRENDLER, Clariana Fischer; TEIXEIRA, Fábio Golçalves; JÚNIOR, Wilson Kindlein. **Fabricação digital para auxiliar no ensino-aprendizado de alunos com deficiência visual**: estudo de caso dos sistemas nanoestruturados. 12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. Belo Horizonte, 2016.

PORTAL G1. **A 6 dias do fim, abril se torna o mês mais letal da pandemia no Brasil**. 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2021/04/24/abril-se-torna-o-mes-mais-letal-da-pandemia-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

POSCA, Luís Muller. **Criação de Material de Apoio para o Ensino Básico de Artes Visuais para Alunos Deficientes Visuais**. Uberlândia, 2017.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Emani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. [e-book]

QUERO, L. C.; BARTOLOMÉ, J. I.; LEE, S.; HAN, E.; KIM, S.; CHO, J. An interactive multimodal guide to improve art accessibility for blind people. In: 20TH INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTERS AND ACCESSIBILITY, 2018, Galway, Irlanda. **Anais...** Nova Iorque: ACM, 2018.

QUEVEDO, Silvia Regina Pochmann de; ULBRICHT, Vania Ribas. **Como os cegos aprendem**. In: ULBRICHT, Vania Ribas; VANZIN, Tarcísio; VILLAROUÇO, Vilma (Org.). Ambiente virtual de aprendizagem inclusivo. Florianópolis: Pandion, 2011. 352 p.

RÉGIS, Tamara de Castro; CUSTÓDIO, Gabriela Alexandre; NOGUEIRA, Ruth Emilia. **Materiais didáticos acessíveis: mapas táteis como ferramenta para a inclusão educacional**. In: COLÓQUIO DE CARTOGRAFIA PARA CRIANÇAS E ESCOLARES, 7, 2011. Vitória. **Anais...** Vitória, 2011. p. 598-612.

REINDERS, S.; BUTLER, M.; MARRIOTT, K. “Hey Model!” – Natural User Interactions and Agency in Accessible Interactive 3D Models. In: CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2020, Honolulu, EUA. **Anais...** Nova Iorque: ACM, 2020.

REVÈSZ, G. **Psychologie and Art of the Blind**. Nova York: Logmans, Grennan Co. 1950.

RIBEIRO, Daniela Borges; MORAES, Vanilde Baggio; FAVERE, Maria Juliana. **A instituição escolar: função, organização e legislação**. Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI, 2013.

ROCHA, Aila Narene Dahwache Criado; DELIBERATO, Débora. **Tecnologia assistiva para criança com paralisia cerebral na escola**: identificação das necessidades. Rev. Bras. Ed. Esp., Marília, v.18, n.1, p. 71-92, Jan-Mar, 2012.

RODRIGUEZ, J. R.; TROJAN, R. M. **Os PCNs e os materiais didáticos para o ensino da arte**: o que propõem? LINHAS, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 49-71, jan./jun. 2008.

ROMANELLI, B. M. B. **Fundamentos e metodologia do ensino da arte**. Pedagogia 10. FAPI. 2010.

ROMANI, Elizabeth; HENNO, Juliana Harrison; MAZZILLI, Clíce de Toledo Sanjar. **Reflexões acerca das técnicas de construção de imagens táteis encontradas em museus e possíveis caminhos**. In: SPINILLO, C. G.; FADEL, L. M.; SOUTO, V. T.; SILVA, T. B. P.; CAMARA, R. J. 7º Congresso Internacional de Design da Informação, v. 2, n. 2. São Paulo, 2015.

ROSSETTI, V.; FURFARI, F.; LEPORINI, B.; PELAGATTI, S.; QUARTA, A. **Smart cultural site**: an interactive 3D model accessible to people with visual impairment. IOP Conf. Series: materials science an engineering. 2018.

RUIZ, T. Relação **texto-imagem**: a resposta de crianças com deficiência visual ao livro ilustrado contemporâneo. Dissertação (Mestrado em Comunicação), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014. 100 p.

SANCHES, Emilia Christie Picelli. **Artefato de auxílio ao desenvolvimento de imagens audiotáteis impressas em 3D para a educação inclusiva de cegos**. 2021. 164 F. Tese (Doutorado) – Curso de Design, Setor de Artes, Comunicação e Design, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021. Não publicado.

SANCHES, Emilia Christie Picelli. **Modelo de Tradução para acessibilidade de imagens estáticas de objetos de aprendizagem através de impressão tridimensional**. 2018. 190 F. Dissertação (mestrado) – Curso de Design, Setor de Artes, Comunicação e Design, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SANCHES, Emilia Christie Picelli; OKIMOTO, Maria Lúcia Leite Ribeiro. **Considerações teóricas sobre imagens audiotáteis impressas em 3D.** In: Tecnologia Assistiva: Abordagens Teóricas. Canal 6 Editora: 2021.

SANTOS, Aguinaldo dos. **Seleção do método de pesquisa:** guia para pós-graduando em design e áreas afins. Curitiba: Insight, 2018.

SANTOS, Silas Nascimento dos; CAVALCANTE, Tícia Cassiany Ferro. **Audiodescrição de imagens no livro didático:** um estudo de caso com estudantes com baixa visão. Revista Educação em Foco, ano 24, nº 42. Belo Horizonte, 2021.

SANTOS, W. C.; SILVA, R. S. **Auxílio ao processo de inclusão de alunos com deficiência visual como condição para uma aprendizagem de qualidade.** HOLOS, Ano 29, Vol. 4. 2013.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão:** construindo uma sociedade para todos. Rio de Janeiro: WVA, 2010. 8ª ED.

SAUR-AMARAL, I. **Revisão Sistemática da Literatura.** Lisboa: Bubok, 2010.

SHI, L.; ZHAO, Y.; AZENKOT, S. Designing interactions for 3D printed models with blind people. In: 19th Internacional ACM Sigaccess Conference on Computers and Accessibility, 2017, Baltimore, USA. **Anais...** Nova York: ACM, 2017.

SHI, L.; ZELZER, I.; FENG, C; AZENKOT, S. Tickers and talker: An accessible labeling toolkit for 3D printed models. In: 34TH ANNUAL CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 2016, San Jose, EUA. **Anais...** Nova Iorque: ACM, 2016b

SILVA, Kátia Cristina da; SANTIAGO, Judith Vilas Boas; DICKMAN, Adriana Gomes; FERREIRA, Amauri Carlos. **Auxiliando o ensino de química orgânica para alunos com deficiência visual:** materialização de compostos moleculares. PBL 2010 Congresso Internacional. São Paulo, 2010.

SILVA, Maria del Pilar Correa. **Imágenes que podemos tocar**. Santiago: Ediciones Universidad Tecnológica Metropolitana, 2011.

SILVA, Mariane Bassfeld Maceno. **Material didático adaptado para o ensino de artes visuais aos alunos com baixa visão incluídos no primeiro ciclo do ensino fundamental**. 2012, 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Artes). Universidade Federal do Paraná, 2012.

SOBRAL, João Eduardo Chagas; CAVALCANTI, Anna Luiza Moraes de Sá; EVERLING, Marli Teresinha. **“Ver com as mãos”**: a tecnologia 3D como recurso educativo para pessoas cegas. 15º Ergodesign. 2015.

SOCIEDADE PESTALOZZI DO BRASIL. **Institucional**. Disponível em: <<http://pestalozzidobrasil.com.br/institucional/>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

SOUZA, Anderson R.; PAIXÃO, Alexsander C.; UZÊDA, Diego D.; DIAS, Marco A.; DUARTE, Sergio; AMORIM, Helio S. de. **A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC**. 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/FWYNZZqJJgkchRqBQcLbYyh/?lang=pt#>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SOUZA, Fábio. **Open Soucer Hardware**: conheça a definição e as boas práticas. 2018. Disponível em: <<https://embarcados.com.br/open-hardware-definicao/>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

TAYLOR, B.; DEY, A.; SIEWIOREK, D.; SMAILAGIC, A. Customizable 3D printed tactile maps as interactive overlays. In: THE 18TH INTERNATIONAL ACM SIGACCESS CONFERENCE ON COMPUTERS AND ACCESSIBILITY, 2016, Reno, USA. **Anais...** Nova Iorque: ACM, 2016.

TEJADA, C.; FUJIMOTO, O.; LI, Z.; ASHBROOK, D. Blowhole: Blowing-Activated Tags for Interactive 3D-Printed Models. In: 44TH GRAPHICS INTERFACE CONFERENCE, 2018, Toronto, Canadá. **Anais...** Nova Iorque: ACM, 2018.

TOOTEKO. **The Ara Pacis Museum**: Tooteko technology is available at the Ara Pacis Museum in Rome. Disponível em: <<http://www.tooteko.com/the-ara-pacis-museum/>>. Acesso em: 20 mai. 2020.

TORELLA, Maria. **Arduino ou ESP: descubra a melhor opção!**. Disponível em: <<https://lobodarobotica.com/blog/arduino-ou-esp-descubra-a-melhor-opcao/>>. Acesso em: 20 jul. 2021.

VALE, Ricardo Ferreira; SILVA, Ronaldo Adriano Ribeiro da. **Zoo Arthropoda**: um recurso didático para o ensino de ciências para deficientes visuais. Revista Insignare Scientia, vol. 2, nº 4. 2019.

VALENTE, Dannyelle. **Os diferentes dispositivos de fabricação de imagens e ilustrações táteis e as possibilidades de produção de sentido no contexto perceptivo dos cegos**. Revista Educação, Artes e Inclusão, Florianópolis, v.2, n.1, p. 59-82, 2009.

VERGARA-NUNES, E. **Audiodescrição didática**. 2016, 411p. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

VOLPATO, Neri. **Prototipagem rápida**: tecnologias e aplicações. São Paulo: Blucher, 2013. 244p. 1ª reimpressão.

WISHBOX TECHNOLOGIES. **Lithophane**: como usar esse método para impressão 3D. 2020. Disponível em: <<https://www.wishbox.net.br/blog/lithophane/>>. Acesso em: 03 set. 2022.

APÊNDICE 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA (RBS)

Inicialmente, foram definidas cinco bases de dados digitais relevantes para a pesquisa que possuem periódicos relacionados ao tema da dissertação, realizada em dois idiomas, conforme o Quadro 31. No caso desta pesquisa, a Revisão Bibliográfica Sistemática foi realizada entre os meses de junho e julho de 2020.

Quadro 31: Bases de dados utilizadas e idiomas definidos para buscas

Bases de Dados	Idiomas definidos
Periódicos Capes	Português e Inglês
Teses e Dissertações UFPR	Português
Google Acadêmico	Português e Inglês
Web of Science	Inglês
Scopus	Português e Inglês

Fonte: a autora (2020)

A partir do estabelecimento dos idiomas de acordo com cada base de dado, foram determinadas as palavras-chave, demonstrada pelo Quadro 32.

Quadro 32: Palavras-chaves utilizadas na RBS

Palavras-chave em português	Palavras-chave em inglês
Educação Inclusiva	Inclusive Education
Tecnologia Assistiva	Assistive Techonology
Manufatura Aditiva	Addtive Manufacture
Impressão 3D	3D Printing
Objeto Educacional	Education Object
Deficiência Visual	Visual Impairment
Cego	Blind

Fonte: a autora (2020)

As dez palavras-chave foram combinadas em pares, sempre com as palavras-chave principais (*deficiência visual/visual impairment* e *cego/blind*), resultando nas combinações expostas no Quadro 33.

Quadro 33: Combinações das palavras-chave em português e inglês

Palavras-chave em português	Palavras-chave em inglês
(1) Deficiência Visual + Educação Inclusiva	(1) Visual Impairment + Inclusive Education
(2) Deficiência Visual + Tecnologia Assistiva	(2) Visual Impairment + Assistive Technology
(3) Deficiência Visual + Manufatura Aditiva	(3) Visual Impairment + Additive Manufacture
(4) Deficiência Visual + Impressão 3D	(4) Visual Impairment + 3D Printing
(5) Deficiência Visual + Objeto Educacional	(5) Visual Impairment + Educational Object
(6) Cego + Educação Inclusiva	(6) Blind + Inclusive Education
(7) Cego + Tecnologia Assistiva	(7) Blind + Assistive Technology
(8) Cego + Manufatura Aditiva	(8) Blind + Additive Manufacture
(9) Cego + Impressão 3D	(9) Blind + 3D Printing
(10) Cego + Objeto Educacional	(10) Blind + Educational Object

Fonte: a autora (2020)

Finalizada a fase de entrada, foram adotados os critérios de inclusão e exclusão, que foram adotados de forma geral na pesquisa em todas as bases de dados, representados pelo Quadro 34.

Quadro 34: Critérios de Inclusão e Exclusão

Critérios de Inclusão
Documentos dirigidos à educação básica (ensino fundamental e médio)
Documentos que tratem de imagens tridimensionais aplicadas na área de artes de forma geral
Critérios de Exclusão
Documentos sobre metodologias aplicadas aos professores
Documentos produzidos fora do período 2010-2020
Artigos que não foram revisados por pares
Documentos com textos disponíveis de forma incompleta (resumos, resumos expandidos, resenhas, etc)
Documentos em que a única adaptação realizada para pessoas cegas foi a utilização da escrita em formato Braille
Documentos unicamente sobre baixa visão e/ou outros tipos de deficiências

Fonte: a autora (2020)

Depois da definição das palavras-chave e suas combinações, foram feitas as buscas nas bases de dados definidos anteriormente. Os filtros aplicados após a busca inicial foram baseados em Conforto e Silva (2011), sendo eles:

- **Filtro 1:** Leitura do título, resumo e palavras-chave;
- **Filtro 2:** Leitura da introdução e conclusão;
- **Filtro 3:** Leitura completa.

A seguir são descritos os resultados obtidos por cada base de dados, ressaltando alguns filtros específicos adotados e seu processo de construção.

1. Portal de Periódicos CAPES

A primeira base pesquisada foi o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A Tabela 4 demonstra desde os resultados iniciais até a quantidade de documentos classificados após o Filtro 3, destacadas pela cor verde.

Tabela 4: Processo de seleção dos Documentos – Periódicos CAPES

Combinação de Palavras-chave	Resultados Iniciais	Após critérios	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
01	362	47	05	02	01
02	5.294	202	03	01	01
03	01	00	00	00	00
04	429	160	18	10	05
05	221	30	05	03	02
06	287	23	02	00	00
07	5.544	07	04	01	00
08	01	00	00	00	00
09	2.699	164	12	02	01
10	17.846	282	09	01	00

Fonte: a autora (2020)

Após obter os documentos classificados, foi feita a análise da bibliografia dos 10 artigos selecionados (Tabela 5), com fins de investigar os documentos utilizados

como base para os autores e possivelmente, ampliar o escopo de publicações sobre o tema em questão. Na análise da bibliografia, foram utilizados os mesmos critérios de inclusão e exclusão definidos anteriormente e também a mesma sequência de filtros apresentados por Conforto e Silva (2011). Apesar de a análise ter sido realizada nos dez documentos selecionados, não foi possível encontrar outra referência que se enquadra no escopo da pesquisa.

Tabela 5: Análise da bibliografia – Periódicos CAPES

Artigos	Comunicação Pessoal	Dissertações e Teses	Legislações, leis e declarações	Links	Livros	Patentes	Quantidade	Classificados
114	01	03	07	17	23	01	116	00

Fonte: a autora (2020)

Por fim, foi feita uma síntese do processo de construção dos documentos avaliados, descrita pelo Quadro 35. Os artigos repetidos foram retirados durante o processamento.

Quadro 35: Processo de construção – Periódicos CAPES

Critério de Construção	Quantidade de Documentos
Número inicial após a busca das palavras-chave	61.537
Após aplicar os critérios de inclusão e exclusão	945
Após Filtro 1	57
Após Filtro 2	20
Após Filtro 3	10
Artigos selecionados pela bibliografia	00
Número Total	10

Fonte: a autora (2020)

Posteriormente foi realizada a busca no Banco de Teses e Dissertações da UFPR.

2. Banco de Teses e Dissertações da UFPR

A segunda base de dados pesquisada foi o Banco de Teses e Dissertações da UFPR. A Tabela 6 explicita o processo de afinamento desde os resultados iniciais até a parcela que foi classificada no idioma português.

Tabela 6: Processo de Seleção dos Documentos – Teses e Dissertações UFPR

Combinação de Palavras-chave	Resultados Iniciais	Após critérios	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
01	273	220	00	00	00
02	65	57	00	00	00
03	08	06	00	00	00
04	1026	668	00	00	00
05	970	256	00	00	00
06	173	128	01	01	01
07	36	36	00	00	00
08	02	00	00	00	00
09	696	00	00	00	00
10	467	04	02	02	02

Fonte: a autora (2020)

Logo após finalizar o Filtro 3, foi feita a análise da bibliografia dos 03 artigos selecionados, como demonstra a Tabela 7, onde foram encontrados mais quatro documentos relevantes para a pesquisa.

Tabela 7: Análise da bibliografia – Banco de Teses e Dissertações UFPR

Artigos	Comunicação Pessoal	Dissertações e Teses	Legislações, leis e declarações	Links	Livros	Patentes	Quantidade	Classificados
53	01	30	21	27	67	00	199	04

Fonte: a autora (2020)

Por último, foi realizada uma síntese do processo de construção dos documentos avaliados e por fim classificados, como demonstra o Quadro 36. Ao final do processo, foram classificados 07 documentos, entre artigos e dissertações.

Quadro 36: Processo de construção – Banco de Teses e Dissertações UFPR

Critério de Construção	Quantidade de Documentos
Número inicial após a busca das palavras-chave	3.777
Após aplicar os critérios de inclusão e exclusão	1.375
Após Filtro 1	03
Após Filtro 2	03
Após Filtro 3	03
Artigos selecionados pela bibliografia	04
Número Total	07

Fonte: a autora (2020)

Posteriormente à revisão feita no Banco de Teses e Dissertações UFPR, foi realizada a pesquisa na plataforma de buscas do Google Acadêmico.

3. Google Acadêmico

Em terceiro lugar, foi realizada a pesquisa no Google Acadêmico. A Tabela 8 demonstra o passo a passo da construção a partir dos resultados iniciais até os resultados classificados. Nesse caso, devido ao grande número de resultados obtidos, só foram aplicados os filtros nos 200 primeiros artigos selecionados por ordem de relevância.

Tabela 8: Processo de Seleção dos Documentos – Google Acadêmico

Combinação de Palavras-chave	Resultados Iniciais	Após critérios	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
01	76.100	30.200	16	02	01
02	72.000	22.870	17	00	00
03	6.358	4.144	28	03	02
04	25.080	20.840	82	21	05
05	481.400	57.700	14	02	01

06	358.200	75.100	13	00	00
07	52.670	23.260	16	01	01
08	487	289	02	00	00
09	69.920	18.840	37	15	09
10	562.300	69.500	47	03	00

Fonte: a autora (2020)

Posteriormente à classificação dos documentos, foi efetuada a análise de bibliografia dos artigos em questão, como aponta a Tabela 9, onde foi selecionado mais um artigo pertinente ao objetivo de pesquisa.

Tabela 9: Análise da bibliografia – Google Acadêmico

Artigos	Comunicação Pessoal	Dissertações e Teses	Legislações, leis e declarações	Links	Livros	Patentes	Quantidade	Classificados
161	02	45	30	69	83	00	390	01

Fonte: a autora (2020)

Para finalizar a análise na base de dados do Google Acadêmico, foi executada uma síntese do processo de construção dos documentos classificados, constatada no Quadro 37.

Quadro 37: Processo de Construção – Google Acadêmico

Critério de Construção	Quantidade de Documentos
Número inicial após a busca das palavras-chave	1.704.515
Após aplicar os critérios de inclusão e exclusão	313.629
Após Filtro 1	272
Após Filtro 2	47
Após Filtro 3	19
Artigos selecionados pela bibliografia	01
Número Total	20

Fonte: a autora (2020)

Em seguida, foi feita a investigação na base de dados Web of Science.

4. Web of Science

A quarta investigação foi implementada na base de dados Web of Science, anteriormente conhecida como Web of Knowledge. A Tabela 10 mostra o processo desde os resultados iniciais até os artigos classificados apenas no idioma inglês, já que não foram obtidos resultados em português em nenhuma combinação de palavras-chave.

Tabela 10: Processo de Seleção dos Documentos – Web of Science

Combinação de Palavras-chave	Resultados Iniciais	Após critérios	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
01	179	49	03	01	01
02	00	00	00	00	00
03	00	00	00	00	00
04	46	08	02	00	00
05	128	26	00	00	00
06	207	45	05	03	00
07	858	82	05	03	00
08	00	00	00	00	00
09	147	30	03	00	00
10	159	37	01	00	00

Fonte: a autora (2020)

Após a classificação do artigo, foi efetuada a análise bibliográfica (Tabela 11), que não demonstrou resultados pertinentes à pesquisa, continuando então com apenas um artigo selecionado.

Tabela 11: Análise da bibliografia – Web of Science

Artigos	Comunicação Pessoal	Dissertações e Teses	Legislações, leis e declarações	Links	Livros	Patentes	Quantidade	Classificados
01	00	00	02	00	12	00	15	00

Fonte: a autora (2020)

Por fim, foi realizada uma síntese do processo de construção do artigo classificado na base de dados (Quadro 38), resumindo de forma sucinta todos os resultados obtidos.

Quadro 38: Processo de Construção – Web of Science

Critério de Construção	Quantidade de Documentos
Número inicial após a busca das palavras-chave	1.724
Após aplicar os critérios de inclusão e exclusão	277
Após Filtro 1	19
Após Filtro 2	07
Após Filtro 3	01
Artigos selecionados pela bibliografia	00
Número Total	01

Fonte: a autora (2020)

Para finalizar a Revisão Bibliográfica Sistemática, foi feita a pesquisa na base de dados Scopus.

5. Scopus

A última base de dados pesquisada foi a Scopus. Abaixo, na Tabela 12, é explicitado o progresso desde os resultados iniciais até os documentos classificados.

Tabela 12: Processo de Seleção dos Documentos – Scopus

Combinação de Palavras-chave	Resultados Iniciais	Após critérios	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3
01	3.260	188	03	00	00
02	7.457	132	03	00	00
03	00	00	00	00	00
04	361	46	14	05	02
05	4.440	139	01	00	00
06	4.093	257	04	00	00
07	7.788	196	08	00	00
08	00	00	00	00	00

09	1.341	137	09	02	01
10	3.844	171	05	00	00

Fonte: a autora (2020)

Logo após, os artigos selecionados depois da aplicação do Filtro 3, foi feita a análise da bibliografia dos três artigos selecionados, onde não foram obtidos resultados relevantes para a revisão bibliográfica (Tabela 13).

Tabela 13: Análise da bibliografia – Scopus

Artigos	Comunicação Pessoal	Dissertações e Teses	Legislações, leis e declarações	Links	Livros	Patentes	Quantidade	Classificados
87	00	01	01	16	12	00	117	00

Fonte: a autora (2020)

Por último, foi feita a síntese do processo de construção dos documentos classificados na base de dados (Quadro 39).

Quadro 39: Processo de Construção – Scopus

Critério de Construção	Quantidade de Documentos
Número inicial após a busca das palavras-chave	32.297
Após aplicar os critérios de inclusão e exclusão	1.162
Após Filtro 1	41
Após Filtro 2	07
Após Filtro 3	03
Artigos selecionados pela bibliografia	00
Número Total	03

Fonte: a autora (2020)

Em seguida, foram compiladas todas as informações obtidas no processo e apresentadas em formas de quadros e tabelas, para uma melhor síntese visual. A Tabela 14 demonstra o processo de construção de toda a RBS, podendo assim ser mantido um comparativo entre as bases de dados e os respectivos resultados.

Tabela 14: Processo de constrição final

Base de Dados	Resultados Totais	Após Critérios e Filtros	Classificados pela bibliografia	Classificados Totais
Periódico Capes	61.537	10	00	10
Teses e Dissertações UFPR	3.777	03	04	07
Google Acadêmico	1.704.515	19	01	20
Web of Science	1.724	01	00	01
Scopus	32.297	03	00	03
Total	1.803.850	36	05	41

Fonte: a autora (2020)

Por último, para fins de organização e documentação, as obras classificadas foram fichadas e catalogadas, abrangendo as seguintes informações: título do documento, autores, ano de publicação, tipo de publicação (artigo, dissertação, teses, entre outros), área do conhecimento, material utilizado para a fabricação do modelo e/ou imagem tridimensional, tipo de acessibilidade (áudio, tátil ou audiotátil) e por fim o link de acesso. Além do fichamento, todos os 41 resultados foram arquivados em formato digital.

A análise dos resultados e considerações sobre os documentos classificados estão presentes ao longo da dissertação. A seguir, no Quadro 40 é possível observar uma compilação das obras encontradas por ordem alfabética dos autores, contendo as seguintes informações: nome do documento, autores, ano e tipo de publicação.

Quadro 40: Obras resultantes da RBS

Nome	Autores	Ano	Tipo de Publicação
Fotografia tátil: desenvolvimento de modelos táteis a partir de fotografias com a utilização de impressoras 3D	ARAUJO, Manoel Deisson Xenofonte; SANTOS, Deborah Macêdo dos.	2015	Artigo
Desenvolvimento de símbolos para mapa tátil indoor a partir de impressora 3D	ARAUJO, Niédja Sodré.	2018	Dissertação
Touching the stars: Improving NASA 3D printed data sets with blind and visually impaired audiences	ARCAND, Kimberly Kowal et al.	2019	Artigo

3D Printing Technology for Buildings' Accessibility: The tactile map for TEM Museum in Pavia	AURICCHIO, Ferdinando <i>et al.</i>	2017	Artigo
Replicas in cultural heritage: 3D Printing and the museum experience	BALLARIN, M; BALLETTI, C.; VERNIER, P.	2018	Artigo
Educação Matemática Inclusiva: o material didático na perspectiva do desenho universal para área visual	BERBETZ, Márcia Regina Silva.	2019	Dissertação
Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais	BRENDLER, Clariana Fischer <i>et al.</i>	2014	Artigo
Haptic 3D Surface Representation of Table-Based Data for People with Visual Impairments	BRAIER, Jonas <i>et al.</i>	2014	Artigo
Criação de um mapa tátil através da tecnologia assistiva: mais acessibilidade aos deficientes visuais com a utilização da impressão 3D	DIAS, Glaucia Soldati; SANTOS, Ivan Mota.	2016	Artigo
Produção de símbolos táteis construídos com impressora 3D para mapas de orientação ao visitante	FERNANDES, Vivian de Oliveira <i>et al.</i>	2015	Artigo
A aplicação de tecnologias de prototipagem rápida na confecção de matrizes táteis	FERREIRA, Maria Engracinda dos Santos; SILVA, Luiz Felipe Coutinho Ferreira da.	2014	Artigo
3D Printing Technology: A Unique Way of Making Hubble Space Telescope Images Accessible to Non-Visual Learners	GRICE, Noreen <i>et al.</i>	2015	Artigo
Universal design and visual impairment: tactile products for heritage acess	GUAL, Jaume; PUYUELO, Marina; LLOVERAS, Joaquim.	2011	Artigo
3D Printed Maps and Icons for Inclusion: Testing in the Wild by People Who are Blind or have Low Vision	HOLLOWAY, Leona <i>et al.</i>	2019	Artigo
Fittle: a novel Braille toy	JAIN, Tania <i>et al.</i>	2018	Artigo
Introduction of 3D Printing Technology in the Classroom for Visually Impaired Students	JO, Wonkin <i>et al.</i>	2016	Artigo
Innovative approach for 3D presentation of plane culturally-historical objects by tactile plates for disadvantaged (low-sighted or visually impaired)	KARASTOYANOV, Dimitar; STOIMENOV, Nicolay; GYOSHEV, Stanislav.	2019	Artigo
See3D: 3D Printing for People Who Are Blind	KARBOESKI, Caroline Frances.	2019	Artigo
Jogos na alfabetização matemática para estudantes com deficiência visual numa perspectiva inclusiva	MAMCASZ-VIGINHESKI, Lúcia Virginia <i>et al.</i>	2019	Artigo
Percepção do espaço geográfico por pessoas com necessidades específicas através da cartografia tátil	MEDEIROS, E. M. de <i>et al.</i>	2017	Artigo

Design with and for people living with visual impairment; áudio-tactile mockups, áudio daires and participatory prototyping	METATLA, Oussama <i>et al.</i>	2016	Artigo
Low Budget 3D printed haptic navigation aids for the visually impaired	MICHALIK, Neena; FRYZINOV, Oleg.	2016	Artigo
Criação e compartilhamento do conhecimento usando tecnologia de impressão 3D em obras de arte para o aluno deficiente visual	MOREIRA, Graciele Rodrigues; PERIOTTO, Yania Corredato; TENÓRIO, Nelson.	2020	Artigo
Arquitetura Inclusiva: a planta tátil como instrumento de um projeto colaborativo com portadores de deficiência visual	MUSSI, Andréa Quadrado <i>et al.</i>	2016	Artigo
Imagem tátil tridimensional para o acesso de crianças cegas congênitas ao potencial comunicativo de imagens gráficas	PAGANO, Sophia Mundim; MARTINS, Rosane Fonseca de Freitas.	2014	Artigo
Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências	PALAIIO, Sueny Calazans dos Santos; ALMEIDA, Marcus Vinícius Lima de; PATREZE, Camila Maistro	2018	Artigo
Fabricação digital para auxiliar no ensino-aprendizado de alunos com deficiência visual: estudo de caso dos sistemas nanoestruturados	POHLMANN, Mariana <i>et al.</i>	2016	Artigo
Criação de material de apoio para o ensino básico de artes visuais para alunos deficientes visuais	POSCA, Luís Muller.	2017	Artigo
Mapas didáticos acessíveis: mapas táteis como ferramenta para a inclusão educacional	RÉGIS, Tamara de Castro; CUSTODIO, Gabriel Alexandre; NOGUEIRA, Ruth Nogueira.	2017	Artigo
Reflexões acerca de técnicas de construção de imagens táteis encontradas em museus e possíveis caminhos	ROMANI, Elizabeth; HENNO, Juliana Harrison; MAZZILLI, Clíce de Toledo Sanjar.	2015	Artigo
Smart Cultural Site: an Interactive 3D Model Accesible to People with Visual Impairment	ROSSETTI, V. <i>et al.</i>	2018	Artigo
Modelo de tradução para a acessibilidade de imagens estáticas de objetos de aprendizagem através de impressão tridimensional	SANCHES, Emília Christie Picelli.	2018	Dissertação
Auxílio ao processo de inclusão de alunos com deficiência visual como condição para uma aprendizagem de qualidade	SANTOS, W. C.; SILVA, R. S.	2013	Artigo
Produção de réplicas acessíveis de peças museológicas via impressão 3D por filamento termoplástico	SILVA, Fábio Pinto da; CALDOVINO, Greice C.	2015	Artigo
Auxiliando o ensino de química orgânica para alunos com deficiência visual: materialização de	SILVA, Kátia Cristina da; SANTIAGO, Judith Vilas Boas.	2010	Artigo

compostos moleculares			
Material didático adaptado para o ensino de artes visuais aos alunos com baixa visão incluídos no primeiro ciclo do ensino fundamental	SILVA, Mariane Bassfeld Maceno.	2012	TCC
“Ver com as mãos”: a tecnologia 3D como recurso educativo para pessoas cegas	SOBRAL, João Eduardo Chagas; CAVALCANTI, Anna Luiza Moraes de Sá; EVERLING, Marli Teresinha.	2015	Artigo
Development of tactile floor plan for the blind and the visually impaired by 3D printing technique	URBAS, Rasa <i>et al.</i>	2016	Artigo
Maquetes 3D e realidade aumentada como ferramentas de apoio à educação	URQUIZA, M. A. <i>et al.</i>	2015	Artigo
Zoo Arthropoda: um recurso didático para o ensino de ciências para deficientes visuais	VALE, Ricardo Ferreira; SILVA, Ronaldo Adriano Ribeiro da.	2019	Artigo
Construção de maquete tátil para a aprendizagem de probabilidade por alunos cegos baseada no design centrado no usuário	VITA, Aida Carvalho; KATAOKA, Verônica Yumi.	2016	Artigo

Fonte: a autora (2020)

APÊNDICE 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO UTILIZADO NA ENTREVISTA

Nós, Júlia Pereira Steffen Muniz e Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto, pesquisadoras da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você, maior de 18 anos de idade, com deficiência visual e/ou especialista em acessibilidade, audiodescrição, imagens táteis e/ou audiotáteis ou professor(a) de artes a participar da pesquisa intitulada **“Proposta de diretrizes de imagens audiotáteis: uma aplicação acessível para o ensino de artes”**.

1. Essa pesquisa objetiva propor diretrizes de tradução de imagens bidimensionais para imagens audiotáteis para a acessibilidade de estudantes cegos no ensino de artes. As imagens audiotáteis nesse caso se configuram como imagens que possuem estímulos táteis e auditivos, possibilitando assim a acessibilidade às pessoas com deficiência visual. Assim, torna-se necessária a opinião de diversos atores que fazem parte do processo de tradução, desenvolvimento e utilização.
2. Caso você aceite participar da pesquisa, será necessário participar de forma individual de uma entrevista semi-estruturada, respondendo questões sobre a sua experiência pessoal e/ou profissional relacionadas com o tema da pesquisa em questão. A entrevista será registrada por meio de anotações escritas, gravação de áudio e gravação de vídeo, onde estará presente apenas o entrevistado e uma pesquisadora responsável.
3. Dessa forma, você deverá comparecer à uma reunião virtual previamente agendada entre as partes, na plataforma *Microsoft Teams*, para responder as questões do protocolo de entrevista, o que pode durar entre 30 e 60 minutos.
4. É possível que você experimente algum desconforto relacionado às perguntas do protocolo e ao entendimento dos questionamentos. Caso aconteça, você poderá desistir da participação ou omitir a resposta. Não serão tratados assuntos confidenciais.

RÚBRICAS:

Participante da pesquisa: _____ Pesquisadora Responsável: _____

Orientadora: _____

5. Os benefícios esperados com essa pesquisa incluem compreender a experiência de pessoas envolvidas no processo de produção e/ou uso de materiais acessíveis aos cegos e retirar diretrizes para o desenvolvimento de imagens audiotáteis.
6. As pesquisadoras Júlia Pereira Steffen Muniz e Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto, responsáveis por este estudo, poderão ser localizadas durante o momento epidêmico através dos e-mails <juliasteffenmuniz@hotmail.com> e <lucia.demec@ufpr.br>, para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.
7. A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.
8. As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas, as pesquisadoras (Júlia Pereira Steffen Muniz e Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto) e membros do comitê de ética da Universidade Federal do Paraná, caso seja solicitado. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito de forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade.
9. O material obtido, tanto por áudio como vídeo, será utilizado unicamente para essa pesquisa e será descartado ao término do estudo, dentro de um ano. A transcrição textual dos dados será mantida junto aos arquivos da pesquisa, de forma codificada.
10. As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.
11. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, mas sim um código feito por palavras e/ou números.

RÚBRICAS:**Participante da pesquisa:** _____ **Pesquisadora Responsável:** _____**Orientadora:** _____

- 12.** Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante da pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone (41) 3360-7259. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____, li este Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

_____, ____ de _____ de _____.

(Cidade, dia, mês e ano)

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura da Pesquisadora Responsável

APÊNDICE 3 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO UTILIZADO NO QUESTIONÁRIO

Nós, Prof.^a Dra. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto | Departamento de Engenharia Mecânica | Departamento de Design, da Universidade Federal do Paraná, Prof.^o Dr. Rodrigo Antonio Marques Braga | Departamento de Expressão Gráfica, da Universidade Federal de Santa Catarina, e Júlia Pereira Steffen Muniz | Programa de Pós-Graduação em Design, da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você, maior de 18 anos de idade e professor(a) de artes a participar de um estudo intitulado “Proposta de diretrizes de imagens audiotáteis: uma aplicação acessível para o ensino de artes”. Essa pesquisa visa auxiliar profissionais envolvidos na produção de materiais didáticos acessíveis direcionados para pessoas com deficiência visual, a desenvolverem imagens que são percebidas tanto pelo tato quanto pela audição, mais especificamente àquelas impressas por impressora 3D direcionadas ao ensino de artes.

1. O objetivo desta pesquisa é sondar a experiência de pessoas com deficiência visual e/ou especialistas para, posteriormente, propor diretrizes para tradução de imagens bidimensionais para imagens audiotáteis, que possuem estímulos táteis e auditivos, para a acessibilidade de estudantes cegos no ensino de artes, direcionada à qualquer pessoa interessada em criar materiais didáticos acessíveis para estudantes cegos no ensino de artes, incluindo professores de arte.
2. Caso você concorde em participar da pesquisa, será necessário responder individualmente este questionário na Plataforma Google Forms, de forma não presencial, respondendo questões sobre a sua experiência pessoal e/ou profissional relacionadas com o tema desta pesquisa. O questionário será registrado por meio da anotação escrita das respostas. Será necessário que você possua um computador ou celular com acesso à internet.
3. Para tanto você deverá responder este questionário na plataforma Google Forms, o que levará cerca de 20 minutos.
4. É possível que você experimente algum desconforto, principalmente relacionado ao constrangimento referente às perguntas do protocolo e ao entendimento dos questionamentos.

5. O estudo envolve riscos relacionados ao teor das questões, fadiga mental pela duração do questionário ou dificuldades tecnológicas – caso algum momento lhe cause desconforto ou constrangimento, você poderá desistir da participação ou omitir a resposta. Não serão tratados assuntos confidenciais.
6. Os benefícios esperados com essa pesquisa são compreender a experiência de pessoas envolvidas no processo de produção e/ou uso de materiais acessíveis aos cegos e retirar recomendações para o desenvolvimento de imagens audiotáteis impressas em 3D direcionadas ao ensino de arte.
7. As pesquisadoras, Júlia Pereira Steffen Muniz e Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto, responsáveis por este estudo, poderão ser localizadas no Departamento de Design da Universidade Federal do Paraná, Rua General Carneiro, 460 - Ed. D. Pedro I, 8º andar, Curitiba, Paraná, assim como o pesquisador, Rodrigo Antonio Marques Braga, também responsável por este estudo, pode ser encontrado no Departamento de Expressão Gráfica, Centro de Comunicação e Expressão da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, s/ nº, Florianópolis, Santa Catarina, e-mails [<juliasteffenmuniz@hotmail.com>](mailto:juliasteffenmuniz@hotmail.com), [<rodrigo.braga.ufsc@gmail.com>](mailto:rodrigo.braga.ufsc@gmail.com), [<lucia.demec@ufpr.br>](mailto:lucia.demec@ufpr.br), ou pelos telefones celulares (48) 99671-5436 (Júlia Pereira Steffen Muniz) e (41) 99738-1593 (Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto), no horário das 14h00 às 17h30 para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.
8. A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento.
9. O material obtido – textual – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será descartado ao término do estudo, dentro de 5 anos.
10. As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas, os pesquisadores (Júlia Pereira Steffen Muniz, Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto e Rodrigo Antonio Marques Braga), sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida a confidencialidade.

11. Você terá a garantia de que quando os dados/resultados obtidos com este estudo forem publicados, não aparecerá seu nome, a menos que seja seu desejo ter sua identidade revelada.
12. As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.
13. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.
14. Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail cometica.saude@ufpr.br e/ou telefone 41 -3360-7259, das 08:30h às 11:00h e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

APÊNDICE 4 – ENTREVISTA COM UMA ESPECIALISTA EM PROTOTIPAGEM RÁPIDA⁷

[Apresentação do projeto de pesquisa, do termo de aprovação do Comitê de Ética, do termo de consentimento e aviso do início da gravação]

Pesquisadora (P): Para começar, eu gostaria que tu falasses um pouco sobre a tua experiência com prototipagem rápida e com impressão 3D, mais especificamente.

Especialista em Prototipagem Rápida (EPR): A minha experiência vem desde 2005, desde que eu fiz o doutorado e pós-doutorado na Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, no Laboratório de Automação e Prototipagem para Arquitetura e Construção – LAPAC. Foi o primeiro laboratório de fabricação digital do Brasil. Nessa experiência, eu ajudei a montar esse laboratório e depois fiz um doutorado sanduíche em Portugal, no Instituto Superior Técnico na Universidade Técnica de Lisboa – UTL. Lá eu montei um laboratório também de fabricação digital. Eu tive essas duas experiências, tanto em fabricação digital como em impressão 3D, que é uma técnica aditiva de prototipagem rápida. Na verdade, todas as técnicas, aditivas, subtrativas e formativas, englobam esse grande guarda-chuva que é a fabricação digital. Quando fui para a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, em 2011, eu tive a oportunidade do projeto do Laboratório de Prototipagem e Novas Tecnologias Orientadas ao 3D – PRONTO 3D ser aprovado, não só em Florianópolis, como em três polos no estado de Santa Catarina. Então nesse momento, a gente tem uma rede de quatro PRONTOS. Hoje, o PRONTO de Florianópolis é um *Fabrication Laboratory* – FABLAB credenciado pelo Massachusetts Institute of Technology – MIT. [...] Lógico que todos os PRONTOS são inseridos em universidades, então eles têm esse foco acadêmico, já que existem FABLABS não acadêmicos. No fundo eles fazem a mesma coisa, só que o foco é direcionado. Não podemos vender nada, atuamos no ensino, na pesquisa, na extensão, preparando o aluno e a comunidade. Então minha experiência vem de uma estrada mais longa, em uma atuação em diversas áreas e contextos. Dentro

⁷ Nas transcrições das entrevistas foi respeitada a linguagem informal da fala e por isso, podem existir erros gramaticais e de concordância.

dessas atividades do laboratório de Florianópolis, como a gente tem esse foco de ensino, pesquisa e extensão, tentamos botar cada uma dessas áreas no laboratório de fabricação nesses diversos contextos. E a impressão 3D vai junto. Então, a gente tem experiências no ensino, ou seja, inserir a impressão 3D em disciplinas. Tem a inserção em disciplinas optativas, mas ela também está inserida em disciplinas da grade curricular oficial. Da pós-graduação é a mesma coisa, a gente tem diversas aulas da pós-graduação e graduação sendo conduzidas no laboratório. Então, o ensino com os equipamentos são em conjunto com a impressora do lado, com esse processo de aprender fazendo, que é muito importante. Na área da pesquisa, tem as iniciações científicas, tem os trabalhos de PCC e TCC, Mestrado, doutorado e pós-doutorado. São vários sendo conduzidos, junto com experiências, de diversos focos, em que a impressão 3D é uma ferramenta de apoio, uma ferramenta de concepção. É uma ferramenta que vai desde a concepção projetual até a apresentação. Então fazemos questão que todas as ferramentas de fabricação digital, incluindo a impressão 3D, façam parte de todo um processo projetual, independente do que seja: design, design de produto, arquitetura, engenharia. Isso torna a gente bastante multidisciplinar. [...] A Impressão 3D, antes não era tão popular quanto o corte a laser, por exemplo, mas hoje deu um barateamento dos equipamentos. Hoje é muito mais comum você ver alguém imprimido em 3D do que cortando a laser. [...] Agora, tem também essa parte que você tá falando, que é a parte da acessibilidade, a gente também tem alguns projetos em andamento.

P: Eu ia justamente iniciar o assunto das tuas experiências na área da acessibilidade.

EPR: Ótimo. Lá na UNICAMP trabalhamos com um grupo de cegos e pessoas com baixa visão, era uma associação, um grupo de Campinas. Então tinha todas as idades, tinha cegueira congênita, quem ficou cego mês passado, quem ficou cego na semana passada, era um público muito diversificado. E a gente então fez alguns testes, que tem alguns artigos, que eu posso te indicar, sobre como utilizar essas técnicas na arte fazendo quadros táteis. Então pegamos quadros do Volpi e da Tarsila do Amaral, fizemos alguns testes com impressão 3D e desbaste CNC e fizemos um teste com eles, pra ver como era a atividade com eles, o que eles sentiam. Eu lembro que a gente fez a experiência com o acrílico, com madeira e

plástico. O acrílico ficou a coisa mais linda, imagina as bandeirinhas do Volpi todas desbastadas no acrílico, bonito, transparente. Depois a gente fez em plástico, tipo litofane. [...] Fizemos o mesmo com quadros da Tarsila e com os quadros do Volpi, e a gente achou o acrílico a coisa mais linda do mundo. Levamos lá, começamos a filmar, tirar fotos e tal, na hora que eles colocaram a mão no acrílico, deu repulsa, porque o acrílico era pontudo. Eles foram com tudo, aquilo machucou. Pra gente que enxergava, era lindo.

P: Nós devíamos automaticamente, porque quando vemos que é pontudo, desviamos. As pessoas cegas não.

EPR: Exatamente. Aí eles gostaram da madeira, que visualmente a gente não tinha gostado, mas era macio para eles colocarem a mão, eles entenderam o que era a bandeirinha e a composição do quadro. Então com isso a gente consegue ver que há sim essa diferenciação entre a gente que enxerga, o vidente, e esses que possuem baixa visão ou cegos. No ano retrasado eu comecei a fazer a maquete do campus da UFSC. Ela é enorme, é do campus inteiro. A gente começou a fazer ano retrasado, e veio a pandemia e parou. Mas a ideia é fazer uma maquete de impressão 3D do campus todo.

P: Grande, né? Desafiador. O campus da UFSC é grande, tem que tirar os detalhes que não são necessários, é difícil.

EPR: [...] A impressão, você tem que categorizar, porque impressão 3D se desdobra em várias maneiras e tem resultados diferentes. Se você pega uma impressão em FDM, de filamento, pro cego, isso tem um feeling, uma textura. O FDM, porque ele é mais grosseiro, mais ríspido. Mas, se você pega por exemplo, uma impressão feita em resina em pó, um SLS, sinterização seletiva a laser, ele é super gostoso, macio, sabe, ele não tem essa repulsa. Se você pega uma resina líquida, tem uma diferenciação.

P: Na minha pesquisa, vai ser feito em FDM, pelas próprias limitações que a pesquisa tem. Também queria te perguntar, justamente tendo em consideração que as imagens audiotáteis são tocadas pelas pontas dos dedos, e que seriam

produzidas em FDM, quais acabamentos seriam sugeridos pra melhorar essa textura?

EPR: Na FDM tem uma restrição pelo tamanho, porque com coisinhas muito pequenas, como o Braille, por exemplo, não deu certo, porque ele pinga o material, e o material ficava derretido. Não era um pontinho definido. Então a FDM não deu certo. [...] A FDM é mais comum, tudo bem, mas pra coisas mais pequenininhas, mais delicadas, tipo um Braille, ele não faz legal, ele até descola da mesa às vezes.

P: [...] Você meio que já respondeu, mas eu queria perguntar se você já trabalhou com a produção de imagens táteis e audiotáteis com um foco maior na arte, além das obras da Tarsila e do Volpi que você já comentou.

EPR: Eu lembrei agora que em fevereiro do ano que vem vai ser a comemoração de 100 anos da semana de arte moderna de 22. Então a gente tá preparando uma exposição com várias releituras. Daí na minha disciplina os alunos fizeram nessa técnica aqui, do litofane, alguns quadros da Anita Malfatti, da Tarsila, do Di Cavalcanti, e a gente vai apresentar isso para pessoas com deficiência visual.

P: [...] Bom, e o último tema seria dos acabamentos em FDM. Eu vi algumas utilizações de acetona na literatura.

EPR: O FDM não adianta, por mais parâmetros que você faça, ele sempre vai dar coisas erradas. A gente que enxerga, passando a mão nisso, já é horrível, imagina os cegos. Então, existe um acabamento que a gente fez lá no PRONTO, você coloca um vidro, por exemplo, um vidro de bolacha grande, você coloca um tanto de acetona embaixo, não acetona de esmalte, acetona pura. E aí você coloca um pedestal e a impressão em cima. Por fora, você liga um foguinho, uma lamparina, e fecha o vidro. O que acontece? Quando você fecha o vidro, aquela acetona vai esquentar, e ela vai soltar um vapor. E esse vapor não vai sair porque o vidro tá fechado. Então esse vapor da acetona, ele deixa as camadinhas bem lisinhas. Funciona, fica mais lisinho.

[Agradecimento pela participação e finalização da entrevista]

APÊNDICE 5 – ENTREVISTA COM UMA ESPECIALISTA EM ACESSIBILIDADE

[Apresentação do projeto de pesquisa, do termo de aprovação do Comitê de Ética, do termo de consentimento e aviso do início da gravação]

Pesquisadora (P): Então para iniciar, vou pedir para tu me falar um pouco sobre tua experiência com acessibilidade e principalmente, com imagens táteis e audiotáteis.

Especialista em Acessibilidade (EA): Eu comecei a trabalhar com o tema de acessibilidade no Mestrado. Durante a graduação eu não tinha muito conhecimento, então foi uma descoberta, que eu tive que ir atrás no Mestrado, que começou em 2016. Foi uma demanda que veio da minha orientadora, onde eu poderia usar meu conhecimento de impressão 3D para auxiliar pessoas cegas. Fui descobrindo, fui atrás da literatura, e descobri que eu poderia pesquisar algo sobre a impressão 3D aliada às pessoas cegas, principalmente nos materiais didáticos táteis. E essa foi a minha pesquisa de Mestrado. Eu desenvolvi um modelo de como fazer essa tradução de uma imagem visual, uma imagem estática, em uma imagem tátil, usando a impressora 3D como meio de produção [...]. No doutorado, eu ampliei a pesquisa para imagens audiotáteis, que eu descobri que existia através da revisão bibliográfica sistemática. Como eu já trabalhava com educação, já conhecia a impressora 3D, eu acabei ficando com esse tema de pesquisa. É o que eu estudo até hoje no Doutorado, já fazem três anos que eu trabalho com imagens audiotáteis. Não tenho uma experiência prática, mas tenho bastante experiência como pesquisadora nessa área.

P: Eu também queria te perguntar, como tu mencionou, que tens muita experiência em impressão 3D.... você começou com a impressão 3D na graduação?

EA: Isso. [...] Eu comecei a trabalhar para um laboratório na graduação, de protótipo. E tinha um lado específico da impressão 3D, que tinha um professor que tava animado em fazer a própria impressora. Ele fez os cursos de como fazer a própria impressora e deixou disponível no laboratório. Aí eu perguntei para ele, se ele teria uma vaga de estágio, de iniciação científica. Ele me respondeu que tinha uma vaga para cuidar do laboratório de impressão 3D, onde eu teria que aprender e

ensinar os outros alunos. Então foi aí que eu aprendi meio na marra, meio sozinha, descobrindo. Tinham outras pessoas que apareciam no laboratório, trocávamos ideias. Também trocávamos ideias com o professor. Mas foi na graduação, no último ano da graduação. Depois comprei minha impressora 3D e não parei mais.

P: Então você desenvolveu bastante coisa.

EA: Sim, só não sei modelar tão bem. Eu faço o básico, mas modelar direitinho, eu sou ruim.

P: [...] Mas eu acho que não existe isso de “conhecimento suficiente”, porque as vezes tu trabalhas com algo muito diferente e tens que aprender mais ainda, porque é impossível dizer que alguém sabe tudo sobre modelagem 3D.

EA: Claro, por exemplo, é muito mais fácil desenvolver peças geométricas, do que fazer uma modelagem mais orgânica, de um personagem por exemplo. Totalmente diferente.

P: Sim, é bem mais difícil. Outra questão que eu queria levantar, é que você comentou que trabalhou desde o começo do mestrado com pessoas cegas, e como eu já li toda a tua dissertação, eu vi que tu fez testes com o usuário e recebeu vários feedbacks diferentes, certo? Realmente nada substitui o teste? Porque vieram outras contribuições que tu não tinha visto antes.

EA: Sim. Eu fiz primeiro o teste com os *designers* para validar, ver se eles conseguiam desenvolver [a imagem tátil] usando as recomendações, aquele modelo de tradução. [...] E também fiz esses testes com os próprios possíveis usuários, que foram as pessoas cegas. E tem muita coisa que a gente descobre no teste, porque a literatura não diz.

P: Sim, com certeza.

EA: É que só na hora de testar, de você ver com a pessoa ali, que você consegue validar. Mas acho que esse é o princípio de desenvolver algo centrado na pessoa,

centrado no humano. E funciona dessa forma... você pode ter muitas bases, tirar muitas coisas da literatura, que no meu caso foi a base do modelo de tradução, mas foi necessário passar por diversos testes para chegar em um modelo que fosse mais viável, que fosse mais entendível e mais adequado com as expectativas e as necessidades das pessoas.

P: [...] Sim, eu vejo essa falta de referências em alguns pontos da literatura também. Muitas vezes não encontro as diretrizes específicas. E eu acho que na literatura, falta principalmente a questão do áudio, porque eu encontro muito mais informações sobre o tato do que do áudio. E eu acho que isso é uma grande lacuna, o fato de não ter referencial.

EA: É isso mesmo. Tem algumas coisas e tem outras pessoas fazendo impressão 3D com áudio, mas é bastante experimental ainda pelo que eu li. Ao menos parecia bastante experimental. As pessoas vão testando com o que tem e do que já conhecem de FABLAB, com arduino. Se deu certo, publicam como algo positivo, né? Mas falta mesmo mais material de forma mais sistematizada. Eu acho que é um campo novo e bastante experimental, não tem muita coisa. O que já existe mais consolidado sobre o tema, é a imagem tátil de papel ou feito através de termoformagem. A impressão 3D é outra coisa, é outra maneira de fazer. Ela tem mais liberdade de geometria para fazer as imagens táteis. Acredito que pelas características da impressora 3D, do movimento maker, ela ainda é meio experimental.

P: Sim, eu também tenho a mesma percepção. [...] Outra questão que eu gostaria de tratar, é a das formas de essa interação de áudio com o usuário.

EA: Sim. Eu vi e tentei sistematizar os tipos de interação, e teve vários tipos. Algumas com botões, outras que tem uma câmera para identificar onde a pessoa está passando (detector de movimento). Tem algumas que seguem esse princípio, de onde a pessoa tocou, inicia o áudio. E se ela vai para outro elemento tátil, começa a tocar lá. Esse que eu consigo lembrar agora usa alguns sensores de proximidade ou de toque, que começa a tocar naquele elemento, na peça tátil que a pessoa está explorando naquele momento. Até onde eu lembro, o pesquisador

utilizou uma placa eletrônica no estilo Arduino. Dá para fazer. Só não sei se esse exemplo foi aplicado na área artística de forma específica. Eu considero que possivelmente seja o mais interativo e o mais acessível, né?! Ela identifica o lugar que está tocando, vê que é diferente, que sente o sensor, e ela vai entender que é o momento de receber um feedback de áudio.

P: Sim, e principalmente porque é encontrado na literatura, que as pessoas cegas precisam ter essa interação tátil desde pequenas, ou desde que a cegueira foi adquirida. E muitas delas também não possuem essa experiência. Então eu acho que o áudio ajudaria muito nesse quesito. Se a pessoa não tem muita experiência no tátil, ou ficou cega a pouco tempo ou não teve tempo de ter esse estudo por algum motivo, acho que o áudio ajudaria muito a tornar acessível [...].

EA: Sim, eu acredito que o áudio aliado a essa superfície tátil é muito mais acessível do que só o Braille. Poderia ter os dois inclusive, mas o áudio trás essa acessibilidade, além de uma inclusão maior. Porque entre as pessoas que vão usar o áudio, vão ter pessoas cegas que não leem Braille, pessoas com baixa visão que não leem Braille, pessoas que não são cegas, crianças, idosos. Então ter o áudio é interessante e eu acredito que é bem mais inclusivo dessa forma, utilizando o áudio de forma bem estruturada.

P: Sim. Tem pessoas com quem eu conversei durante a pesquisa do Mestrado até o momento, que acreditam que o Braille pode ficar obsoleto no futuro, por causa das tecnologias de leitura de tela e outras tecnologias. Por isso tudo, cada vez menos as pessoas com deficiência visual aprendem Braille. [...] Em resumo, cada vez menos pessoas aprendem Braille hoje em dia, ou seja, menos pessoas possuem experiência tátil, porque acabam utilizando as tecnologias para isso.

EA: Eu nunca tinha pensado por esse lado, do momento em que a pessoa está aprendendo a desenvolver o tato. Esse é um momento muito importante de aprendizagem, em que a pessoa pode usar o áudio como um auxílio para aprender a desenvolver a exploração tátil. Porque é algo que as pessoas videntes não desenvolvem, é uma aprendizagem, uma linguagem. A linguagem tátil tem que ser aprendida assim como a linguagem visual. Assim como ouvir também é uma

linguagem. Não é necessário só aprender quando tiver a necessidade, mas seria interessante que as pessoas sem deficiência aprendessem. E que as pessoas que tenham deficiência visual, aprendam desde pequenas.

P: Sim, eu concordo contigo. E quanto às limitações da impressora FDM? Sei que você também usa a impressora FDM nas duas pesquisas. É de consenso geral que a resina é melhor para o toque, porém existem limitações na pesquisa que impossibilitam a utilização de uma impressora que trabalhe com resina.

EA: A resina é de fato a melhor quando se trata da qualidade do toque. Só que ela não é barata e não está disponível facilmente. Se você quiser implementar isso em uma escola, vai ser muito difícil, porque o acesso a uma impressora de resina ainda é muito caro.

P: Sim. Não só o acesso em questão de dinheiro, mas até os lugares que trabalham com a impressão em resina são poucos. E os que existem, muitas vezes podem não aceitar fazer um projeto social. Já que entramos no tema da prototipagem, também queria conversar contigo sobre o pós-processamento. Eu acho que essa parte vai ser muito importante na pesquisa, ainda mais que irei trabalhar com a acessibilidade em obras de arte. Alguns tipos de pós-processamento que encontrei na literatura e inclusive um deles eu já trabalhei, foram o vapor de acetona pura e a massa plástica. Mas eu gostaria que tu falasses um pouco sobre isso.

EA: No que se trata do pós-processamento, eu acho que não conheço muitas técnicas. Já usei a da acetona, só que ela tem o limitador de que só funciona com ABS. Se você for fazer por exemplo com PLA, não vai funcionar. Já usei a massa plástica também. O problema que eu vejo na massa plástica, é que se você tem um detalhe que a impressora fez, talvez a massa plástica cubra todo esse detalhe, principalmente se o detalhe for muito sutil. O que eu apliquei na pesquisa do mestrado, foi a tinta. A pintura deixou um pouco mais suave ao toque e também aproveitei que a tinta dava um contraste de cor nos elementos táteis, principalmente para uma pessoa com baixa visão. Mas a tinta acabou descascando fácil e por isso eu recomendo usar primer antes. Acabou descascando, mas acabou dando uma textura bem mais suave do que a impressora 3D.

P: Sim. Eu me preocupo com essa questão do toque [...].

EA: Sim. Já conversei com outros pesquisadores que trabalham com o tema, e muitos aplicam outro tipo de texturas, como por exemplo, gramas sintéticas, colando em cima da impressão 3D. Dá para incrementar com outros materiais. Apesar de virar um processo mais manual, se for para melhorar o processo final, está tudo certo.

P: Sim. [...] As vezes pode ajudar mais colar uma grama sintética do que tentar reproduzir essa textura em impressão 3D.

EA: Sim, acho que vale a pena usar o que for mais próximo do real. Como é o exemplo da grama, que é difícil de representar na impressão 3D. [...] Dá pra usar muitos materiais diferentes. Mas em resumo, é o que eu conheço de pós-processamento, além de lixar.

P: Sim, acredito que lixar sempre é interessante. Eu também acho que tudo depende dos parâmetros. Cada impressão é uma impressão, principalmente quando tem volume e textura [...].

EA: É, nesse momento a impressora de resina seria ótima porque ela tem uma textura completamente lisa, você não sente as camadas. Só que tem aquele problema de ser de difícil acesso ou caro. E no final você precisa trabalhar com a ferramenta que tem.

P: É, fazer o melhor com que tem. [...] Outro ponto que eu gostaria de tratar em mais profundidade, é o do Braille. Apesar de que achar que o Braille não é obrigatório, acredito que seria bom ter. E pensando nisso, eu percebi em alguns trabalhos que muitas aplicações em impressoras FDM tiveram complicações na hora de imprimir o Braille. Como aconteceu isso no seu trabalho?

EA: Na minha pesquisa também tive problemas, por o Braille ser muito pequeno. Ficou áspero. Foi impresso e as pessoas que testaram entenderam, só que elas mencionaram que ficou bem áspero. Depois de um tempo começava a incomodar os

dedos pra ler o Braille. E isso não foi tão mencionado nos elementos táteis que eram um pouco maiores. Esse desconforto já não era tão presente, era mais no Braille mesmo pelo tamanho do ponto.

P: Pelo fato de eles arrastarem o dedo para a leitura, certo?

EA: Exato. [...] O que poderia acontecer é você usar um papel convencional ou um papel termoformado e imprimir um complemento de Braille, que complemente a superfície tátil, já que o Braille já é bem resolvido em papel. O que eu proponho também no doutorado é que o Braille seja mais um complemento, para auxiliar. [...] Então seria possível fazer isso... deixar o Braille em um material que já é bem resolvido, como por exemplo o papel. Já a imagem no papel não é bem resolvida, porque ela tem várias limitações.

P: Sim, vi algumas aplicações que não trazem um bom resultado a imagem tátil em um papel. [...] No seu trabalho, você também busca trazer recomendações para o desenvolvimento de imagens audiotáteis... Eu queria perguntar para ti, qual a importância de pensar as diretrizes combinadas.

EA: Eu fico meio limitada do que veio da literatura. Na hora de fazer o Delphi, eu coloquei em categorias provisórias. O que era para o tato, para o áudio e para os dois juntos, a parte de interação. [...] Em uma imagem audiotátil não vem separado, não tem como tirar o áudio. Se tirar o áudio, já é uma imagem tátil. E se tirar o tato dessa imagem audiotátil, ela é uma audiodescrição. Então é importante ter essa parte, que vincula as diretrizes de áudio e tato, porque é o que tem a essência da imagem audiotátil. Para este conteúdo que eu ainda vou desenvolver, eu não quero ter categorias prontas. Eu quero primeiro levar as pessoas para esse conjunto de recomendações e ver como elas organizam a informação. [...] Eu posso pensar de uma maneira, mas pode ser que outras pessoas pensem de outra forma.

P: Eu acho bem possível que inclusive elas organizem de outra maneira, porque a gente pesquisa esses temas de forma separada. O áudio e o tátil. Até porque a literatura sobre a parte auditiva é bem mais escassa. E é possível que elas já enxerguem tudo de forma correlacionada. [...] Outro ponto que eu gostaria de

abordar, é sobre os movimentos realizados na leitura tátil. Para mim, pareceu que dependendo de como a pessoa foi ensinada, ela vai sistematizar de um jeito diferente. E eu lendo as referências, acredito que isso é um tópico muito pessoal do usuário.

EA: Na hora de testar os mapas do mestrado, eu vi diversas maneiras diferentes de olhar o mesmo mapa, de fazer a exploração tátil. Nenhuma pessoa cega lê do mesmo jeito, da mesma forma que uma pessoa vidente lê um diagrama ou um gráfico do mesmo jeito. Mas acredito que isso possa ficar como uma observação a mais, caso você faça testes. Você observar como cada pessoa faz a leitura da imagem audiotátil. E talvez transformar isso em diagramas, mostrando como foi a estratégia de cada pessoa.

P: E sobre a autonomia do usuário na utilização da imagem audiotátil?

EA: Eu acho que a imagem tem que ser suficientemente autônoma, mas que no ensino ainda vai ter muita ligação com o professor ou professora que vai fazer a mediação. A criança ou o adolescente muitas vezes não vai saber o que fazer com aquilo. Porém, se ela consegue usar ou descobrir sozinha, é muito melhor do que ter que explicar o tempo todo o que tem que fazer.

P: Sim. Eu acho que se o professor explicou uma vez e ainda teve dificuldade, vai ter que explicar a segunda, a terceira ou a quarta, vai ter alguma coisa errada.

EA: É para isso que serve o teste. Você vai ver a partir das suas diretrizes se funciona. Se você ver que durante a maior parte dos testes, você tem que explicar várias vezes, pode ser que tenha ajustes para fazer nas diretrizes.

P: E eu acho que vai ser difícil mesmo, principalmente pelo tamanho do teste que a gente faz. Por exemplo, eu vou testar com mais ou menos cinco pessoas. Difícil dizer que com cinco pessoas, o que eu fiz está certo. [...] Porque as pessoas são complexas entre si.

EA: Sim, são limitações da tua pesquisa. Eu acho que nem chega a ser uma limitação, mas sim o contexto em que ela está inserida. Acho que tu podes explicar isso e tu não consegues determinar qual é a estratégia de uma leitura audiotátil, principalmente testando com cinco, dez pessoas. Você não consegue falar que todas as pessoas leem dessa maneira. É muito pouco. Talvez tu não consigas responder isso, mas consegue responder outras coisas. Você tem só dois anos para desenvolver o mestrado, é impossível abordar tudo. E você pode deixar tudo isso claro, isso não é ruim. Na verdade, quanto mais você explicar porque tá fazendo isso dessa maneira, é melhor.

P: Sim, eu vi isso na tua dissertação de mestrado, onde tu deixaste bem claro as limitações.

EA: Sim, porque as pessoas que vão ler, vão entender que foi por isso que você tomou essa decisão.

P: Claro, porque por exemplo, se eu não deixar claro que eu só tenho a disposição impressoras FDM, quem tem conhecimento pode perguntar porque eu não utilizei a resina.

EA: Exato, é só deixar claro tuas decisões.

[Agradecimento pela participação e finalização da entrevista]

APÊNDICE 6 – ENTREVISTA COM UMA ESPECIALISTA EM EDUCAÇÃO ARTÍSTICA

[Apresentação do projeto de pesquisa, do termo de aprovação do Comitê de Ética, do termo de consentimento e aviso do início da gravação]

Pesquisadora (P): Para começar, gostaria que você contasse um pouco da sua experiência como professora de artes, com o que você está trabalhando no momento... se quiser destacar pontos importantes da tua carreira também, algum lugar, alguma experiência...

Especialista em Educação Artística (EEA): Bom, sou professora desde 2014, que também foi o meu ano de formatura. [...] Já dei aula desde o primeiro aninho, até a EJA, o ensino médio. Muitas idades, em muitas escolas. Nesses anos que eu atuo, cinco anos foram como professora ACT da prefeitura de Florianópolis. Então todo ano eu fazia a prova e todo ano eu estava em uma escola diferente, com uma experiência diferente. E eu gosto disso na minha carreira, que no começo dela eu pude passar por muitas escolas, porque eu ganhei uma bagagem diferente. [...] Hoje trabalho em uma escola com uma pegada lixo zero, com uma educação sentimental tão importante quanto à matemática e outras disciplinas. E todo tipo de aluno: pobre, rico, magro, alto, com ou sem deficiência. O ponto mais importante da escola é ter todos os tipos de alunos, de forma confortável, como ambiente escolar. Acho que isso é muito importante.

P: Muito interessante mesmo! [...] Essa escola que tu trabalhas agora é particular ou é da prefeitura também?

EEA: Ela é particular. Na verdade, é uma associação de pais.

P: É realmente outra proposta. Gostaria de te perguntar, já que você já trabalhou em muitas escolas, a diferença dos regimentos dependendo se é prefeitura, estadual, federal, etc.

EEA: A escola privada vai seguir obrigatoriamente o regimento do município onde ela está. Então ela não pega nem a esfera federal e nem estadual. Então assim, um colégio particular que tem escolas no país inteiro, terá que se adaptar à legislação da cidade onde está.

P: Eu não tinha o conhecimento disso. O principal motivo de eu te perguntar isso, é entender se os conteúdos que são repassados diferem muito de um âmbito para outro, se tem um material didático diferente para cada legislação.

EEA: O conteúdo é em esfera federal, o que tem que ser passado em cada ano. Do primeiro ano ao quinto é muito livre. Por exemplo, o quinto ano estuda mundo. Então eles vão ter noções da arte do mundo, de forma geral. Quarto ano é Brasil, terceiro ano é Florianópolis, segundo ano é minha casa, meu bairro e o primeiro ano é infância.

P: Realmente são temas bem abrangentes.

EEA Sim, mas do sexto ano até o terceirão, foca bem mais, são conteúdos bem específicos. [...]

P: Quando tu preparas tua aula, como tu normalmente busca o conteúdo para transmitir em aula?

EEA: Tenho meus materiais que eu já trabalho sempre, guardo uma cópia minha que depois passo para as crianças quando preciso. Eu luto para não trabalhar com material didático pronto, então eu faço bastante pesquisa para construir meu material. [...] O ato de preparar o conteúdo é ligado com o que eu vou fazer na aula. Geralmente na primeira aula eu levo só imagens, relacionadas com aquela época ou com o tema, que eu imagino que os alunos vão gostar de trabalhar. Primeiro eu deixo eles experimentarem: “ai, acho que eu vou usar aquarela”. Então vai lá pegar a aquarela. “Eu acho que vou usar barbante e galho colado”. Então vai lá pegar barbante e galho. Então eles testam. Depois dou a aula teórica, vou contar que técnica que é, quem é o artista, de onde ele veio. Mas isso já com base nos artistas que eles escolheram, porque nessa primeira atividade eles optam por alguma coisa.

Então eles mesmos já dão uma restringida na quantidade de informação. Na aula teórica conta a “mágica”, principalmente para os pequenos, é como se a arte fosse uma mágica. Explico por exemplo que a pintura foi feita em camadas e então eles repetem aquela primeira atividade, agora com mais informações.

P: São realmente muitas possibilidades. Também são muitas coisas que influenciam. Por exemplo, tem o professor, que pode gostar de usar o material pronto ou não, o gosto pessoal que também influencia.

EEA: Sim, influencia muito. Agora eu estou escrevendo as avaliações deles e me peguei escrevendo que, eu comecei o projeto do plano com as coisas que eu gosto de fazer. E eu comecei a observar que meus alunos não estavam confortáveis com aquele tema. Eu queria trabalhar mapas de RPG, já que o tema é mundo, que é algo que eu gosto. Mas eles estavam odiando. Então parei tudo e falei: dentro do que a gente já viu, dos artistas do mundo, o que vocês querem fazer? “Fantasia, vestir coisas”. Então eles foram fazer. A técnica mudou da água para o vinho. O tema era o mesmo, a informação histórica era a mesma, só o que muda é a maneira como vai ser trabalhado o conteúdo.

P: Sim, é possível já que o conteúdo é bem abrangente. Nesse mesmo tema das legislações, tem outra coisa que eu gostaria de te perguntar. Nos PCNs, são pedidas muitas coisas visuais e fica bem explícito que eles querem incentivar esse sentido. O que é ótimo para crianças videntes, mas para cegas não. Também sei que os PCNs já não são tão utilizados como antes.

EEA: Realmente ele já tá meio datado para terminar. Já estamos nos adaptando a uma nova legislação, e meio que o PCN discorda muito. [...] Eu sei que mudou por que os PCNs eram muito específicos por tema. Por exemplo, no primeiro ano vão aprender arte rupestre, arte Neandertal e africana no segundo ano, sabe? Em ordem cronológica. Só que se entende agora que o nosso cérebro não funciona dessa forma. É melhor que uma criança do primeiro ano tenha várias experiências, do que saiba exatamente o que é a arte do período rupestre. Meio que mudou por causa disso, para dar mais experiência e imersão para o aluno na arte.

P: Então realmente vale a pena dedicar um tempo para ler sobre a nova legislação, certo?!

EEA: Sim, porque nós estamos nos adaptando para isso.

P: E quando começou essa adaptação? Quando tu começaste a dar aula, já estavam se adaptando?

EEA: Nos dois primeiros anos, acho que não. Porque as adaptações tem um tempo largo, mais ou menos 10 anos.

P: Entendi. Faz todo o sentido. E dez anos também passam muito rápido.

EEA: Sim, porque tem que ser bem gradual.

P: [...] Na minha dissertação, não estava utilizando tanto a questão dos conteúdos em si, mas sim as capacidades que devem ser aprendidas com o conteúdo. Ainda assim, acredito que é necessário também incluir o BNCC, para ficar atualizado. Como você acredita que, em conteúdos tão amplos, poderia ser justificada a escolha da imagem?

EEA: Sim, você pode escolher um caminho... A pesquisa vai ser feita em Florianópolis?

P: Sim, Florianópolis e São José.

EEA: Você pode escolher um artista local, já que não existe tanto material sobre eles, e você baseia sua justificativa na arte local. Também seria interessante se você encontrar um artista local que tenha deficiência.

P: Sim, eu concordo. Também é interessante que a arte local normalmente se aprende um pouco durante cada ano do colégio.

EEA: Sim, é importante. Eu acho que os professores falam tanto da arte local, porque é ela que aproxima o aluno daquilo. A ideia de que alguém que mora aqui pertinho faz.

P: Sim, eu já tinha pensado inclusive de que seria um artista brasileiro. Porque eu acho que normalmente são feitos materiais sobre os estrangeiros, quando o Brasil está lotado de ótimos artistas. [...] Você já tinha comentado comigo antes, que já tinha trabalhado com crianças com deficiência, mas não lembro se você já trabalhou com crianças ou adolescentes deficientes visuais.

EEA: Não. Eu trabalhei com crianças surdas, muitas crianças com autismo, mas crianças cegas não.

P: Mas pensando nas outras deficiências... qual era a diferença do que eles realizavam? Ou se não tinha diferença, como funcionava?

EEA: Tem muita diferença e depende da escola. Por exemplo, quando eu estava no município, dependendo do grau da deficiência, ele tem um segundo professor. Então tu fazes um segundo planejamento só para aquela criança e o professor vai aplicar aquele planejamento. Então é o professor que escolhe se vai inserir a criança no mesmo tema, se vai criar a inclusão do aluno dentro da sala de aula. Eu tenho a vantagem que na disciplina de artes, a gente consegue fazer tudo em grupo ou em dupla. Então eu costumo colocar em dupla, ou em trio, e trabalhar junto. Faz as partes que tem mais destreza e motricidade para fazer. Por exemplo, eu estou com um aluno de autismo no quarto ano. Ele odeia tinta e tudo que cola nele. A cola tem que ser aplicada com pincel e a tinta nem com pincel, porque respinga. Então nós estamos trabalhando monumentos dos países que formaram o Brasil, porque o tema deles é Brasil. Eu pedi para ele desenhar um mapa mundi grandão, porque as outras crianças vão trabalhar com tinta e argila e ele se recusa a tocar nos materiais. Mas ele desenhou o mapa mundi onde as esculturas vão ficar. E ele “pintou”, cobriu, com massinha. Eu consigo manter o mesmo tema, e mudar o material. Ou eu consigo manter o material e mudar o tema.

P: É uma adaptação, mas promove o mesmo resultado.

EEA: Sim. Tem que ser significativo para a criança, não para mim. Pode parecer perfeito no final para mim, mas a criança pode não carregar nada do que ela aprendeu na aula. As especificidades delas são outras.

P: Sim, e inclusive esse é um desafio do meu trabalho, porque a ideia é que o protótipo seja desenvolvido através do Design Universal, ou seja, seja apto para o maior número possível de pessoas diferentes usarem. [...]

EEA: Me lembrei de uma aula que deu pro quinto ano. Os alunos tinham escolhido um quadro do Rafael, que é um autorretrato. Eu escrevi uma descrição do quadro e não mostrei para eles a imagem. Falei para eles pegar o lápis de cor e colocar na mesa. Disse que iria contar histórias, que passaria toda a aula repetindo a descrição do rosto da pessoa, e que eles tentariam desenhar apenas com a descrição. Saiu um totalmente diferente do outro. Aí eu falei para eles, a falta que faz a imagem.

P: Sim, faz muita falta e é justamente sobre isso que se trata a minha pesquisa. [...] A última coisa que eu gostaria de perguntar, é que nos PCNs existem vários conceitos que devem ser aprofundados na arte educação, como por exemplo a questão do ponto, linha, perspectiva. E eu gostaria de saber, essa questão é trabalhada diferente em cada idade, ou é evolutivo, ou seja, quanto maior a idade mais aprofunda as questões?

EEA: Acontece das duas formas. Ponto, cor, linha, textura, que são os fundamentos do desenho, é matéria regular do sexto ano, onde eles vão ter a teoria. Só que até chegar no sexto ano, eles já exercitaram a linha, já desenharam a linha. Então vão ter experiências no primeiro ano de colar areia no papel, sentir a textura, que é feita de pontinhos. Então já fica dentro da cabeça deles que isso já tem conexão com os pontos de alguma forma. Depois tem a textura do cabelo, que não são pontinhos, são linhas. E assim vai somando até entender completamente o fundamento.

[Agradecimento pela participação e finalização da entrevista]

APÊNDICE 7 – ENTREVISTA COM UM ESPECIALISTA EMPÍRICO EM DEFICIÊNCIA VISUAL

[Apresentação do projeto de pesquisa, do termo de aprovação do Comitê de Ética, do termo de consentimento e aviso do início da gravação]

Pesquisadora (P): Para começar, gostaria que você se apresentasse, dando uma descrição do seu trabalho, onde reside, idade, etc.

Especialista Empírico em Deficiência Visual (EEDV): Eu tenho 30 anos, sou professor de geografia e dou aula desde 2016, como professor. A maior parte desses anos como professor foi na EJA (Ensino de Jovens Adultos), no município de Florianópolis, que também é onde eu moro.

P: Já entrando um pouco na sua trajetória, no tema de acessibilidade, eu queria te perguntar se a tua cegueira é congênita ou adquirida.

EEDV: Eu nasci com glaucoma congênito, mas perdi a visão quando tinha de oito para nove anos de idade, mais ou menos.

P: Eu te pergunto isso porque muitas vezes isso diferencia muito a vivência da pessoa cega, o fato de a cegueira ser congênita ou adquirida [...]. Gostaria que você falasse um pouco também sobre a sua experiência estudantil, desde a tua infância, o ensino médio, até a tua graduação, como foi a acessibilidade durante esses anos.

EEDV: Eu estudei da primeira série até o terceiro ano do ensino médio na mesma escola, em Porto Alegre. É uma escola que é considerada uma escola inclusiva já faz bastante tempo. Antes da LDB de 1996, o instituto era uma escola unicamente para cegos. Depois dessa LDB, eles começaram a incluir outras pessoas, sendo cegos e não cegos. Essa escola é considerada uma referência, então sempre tive muito suporte da sala de recursos, que aqui em Florianópolis se chama sala de multimeios. Eu tinha material em Braille, depois que começou a ser mais possível o acesso ao computador, eu também comecei a ter acesso ao material digital, aos textos em formato digital. Como eu sempre estudei nessa mesma escola, eu só

conhecia um jeito de fazer acessibilidade, de pensar a acessibilidade na escola. Na faculdade, eu estudei na PUC [Pontifícia Universidade Católica] de Porto Alegre. Quando eu entrei na PUC, eles tinham iniciado há uns dois anos o Laboratório de Educação Especial, que é como eles chamavam, que era um lugar onde eles faziam adaptações de materiais. Lá eu também tive bastante suporte, até mais do que na escola. O laboratório era bem eficiente e efetivo, eles eram realmente bem rápidos. Então era bom essa questão de receber material, que normalmente é o que dificulta para os cegos, a ausência do material e/ou o atraso do material.

P: Sim, é uma reclamação bem recorrente, de que muitas vezes os materiais demoram um mês a mais do que a data do exercício para chegar aos alunos [...].

EEDV: Sim, o atraso é algo bem comum. Tinha atrasos, mas na escola tinha mais atrasos que a universidade. Na universidade tinha uma pressão, do laboratório sobre os professores. Porque eu no primeiro semestre fui conversar com as pessoas do laboratório, e eles tinham essa responsabilidade de ir conversar com os professores, sobre o que eles tinham que fazer para tornar a aula acessível para mim. Porque normalmente o movimento que acontece em outros lugares é o aluno ter que avisar o professor que ele é cego e o que ele vai precisar. E lá não, o movimento era desse laboratório. Tinha um atraso de material, mas não era tão absurdo quanto outros lugares, porque os professores eram convencidos de que eles tinham que enviar aquele material com antecedência para que eu fosse atendido dentro de aula. [...] Mas na escola tiveram algumas situações, da turma fazendo prova e o nosso material não estar pronto, e eu ter que esperar mais 15, 20 dias, um mês para fazer a prova, até chegar nosso material em Braille.

P: Sim. E durante esse tempo que tu estudaste, tu teve algum tipo de acessibilidade de imagens através da audiodescrição, alguma coisa em relevo?

EEDV: Sim, mas tudo sempre muito improvisado. Como eu fiz faculdade de geografia, tinha mapas que eu tinha que ver. O pessoal usava muita cola colorida em relevo, porque era o recurso que existia. Na escola eu também me lembro de usar feijão, arroz, para fazer imagens e mapas. Então tinha algum acesso, mas tudo muito improvisado.

P: E tu conseguias entender a imagem acessível com o uso de feijão e arroz?

EEDV: Com a mediação eu sempre conseguia. Claro que não era todo professor que fazia e não eram todos os mapas e imagens que eram adaptados. Imagens adaptadas, na verdade, eram muito poucas, mas alguns mapas eram adaptados e com a mediação do professor era possível entender.

P: E você sempre teve essas adaptações como a mediação de um professor ou de um auxiliar?

EEDV: Sim.

P: E depois que tu te formaste é que começaste a dar aula, como foi esse processo? Pelo que eu entendi, você dá aula para as pessoas que enxergam, certo?!

EEDV: Sim, eu dou aula principalmente para pessoas que enxergam.

P: E como você dá sua aula? Porque a aula de geografia sempre utiliza muitas imagens, muitos mapas... então como é essa experiência? Como é passar o conhecimento para os seus alunos?

EEDV: Eu sinto um pouco de dificuldade ainda, porque eu não tenho mapas adaptados o suficiente. Não tem o necessário, quanto mais o suficiente. Eu não tenho mapas adaptados para interagir com eles sobre os mapas, então existe essa dificuldade, mas eu criei algumas técnicas. Primeiro, sempre que eu vou usar um mapa, eu preciso pedir o auxílio de alguém. Uma das técnicas que eu criei, é fazer os estudantes contraírem uma descrição do que eles estão vendo. Por exemplo: Qual é o título do mapa? O que está escrito nessa parte? Porque eu tenho uma noção geral dos mapas principais, do mapa mundi, do mapa da Europa, do mapa das Américas, etc. Então como eu tenho uma noção geral, eu vou apontando para eu ir me localizando e para eles irem lendo o mapa. Porque o mapa é algo a ser lido, é uma alfabetização. Então eu vou construindo esse tipo de diálogo, através da explicação do que eles estão vendo, eu vou explicando o mapa.

P: Sim, muito interessante. Você incentiva algo parecido com audiodescrição, como se fosse um roteiro: eles olham para o mapa e eles descrevem para ti.

EEDV: Eu tenho receio de chamar de audiodescrição, porque hoje a audiodescrição tem técnicas e metodologias, que eu não tenho com os estudantes [...].

P: Sim, mas eu acredito que pode-se dizer que tu praticas o princípio da audiodescrição.

EEDV: Sim, a ideia é essa. Eles descrevem o que estão vendo, para nós juntos interpretarmos aquele mapa. Às vezes também depende muito da turma e dos estudantes.... Às vezes é muito mais fácil e outras muito mais difícil. Se o estudante já teve contato com mapas antes, é muito mais fácil. Como eu trabalho com o EJA de ensino fundamental, existem pessoas muito distantes da escolarização, então elas têm muita dificuldade de entender a noção de país, do que é um território.

P: Da escala e proporção?

EEDV: Isso. O que tá dentro do quê, o que é maior, o que é menor. Isso dificulta a noção de escala, de grandeza, de território. Mas isso são coisas que o mapa também pode ajudar a construir, mas depende muito das turmas, do estudante, do indivíduo, do que ele já compreende, para esse processo ser um pouco mais fácil ou um pouco mais difícil [...]. Uma coisa muito difícil de explicar é como que Florianópolis faz parte do Estado de Santa Catarina e é uma ilha do mar.

P: Imagino... e tem vários países que também deve ser difícil de explicar... por exemplo, Porto Rico, que faz parte dos Estados Unidos, mas fica no Caribe.

EEDV: Isso, é difícil. É o território, que é algo político, trazido para o concreto.

P: Sim, muitas vezes é difícil o entendimento do que é político, do que é tangível. Dentro da geografia, o que mais se trabalha são mapas, mas tu também trabalhas com outros tipos de imagens? Porque na geografia também se trabalha muito as

imagens que representam conceitos, como por exemplo, população, verticalização da cidade, etc.

EEDV: Sim, a geografia usa muitas imagens para explicar os conceitos. Só que quando tu trás esses conceitos, a maioria deles são ligados à vida real dos estudantes. No livro didático tu tens acesso a várias imagens, mas dá para explicar a partir da realidade que eles estão inseridos. Por exemplo, a verticalização das cidades, dá para explicar, a partir do caminho de ônibus que eles fazem, se eles estudam ou trabalham no Centro. Não precisa necessariamente da foto para explicar, você pode fazer um paralelo com a vida real. E é até mais real, tangível, mais próximo do dia a dia deles [...]. O exemplo da Beiramar [avenida de Florianópolis], já é um ótimo exemplo para falar sobre a verticalização da cidade, porque Florianópolis não é uma cidade muito vertical, mas algumas partes são [...].

P: Claro. E tu trabalha em colégio público ou particular?

EEDV: Público.

P: Eu estava pensando, e realmente seria um pouco utópico que o colégio pudesse fazer a acessibilidade para ti, para depois tu poder passar esse material para a turma. Infelizmente a realidade não é essa.

EEDV: Não, normalmente a sala de multimeios já tem uma sobrecarga de trabalho e poucas pessoas para trabalharem. E a prioridade é dos alunos nas salas multimeios, não dos professores. Seria o ideal, ter um acesso maior aos materiais acessíveis, mas não é a realidade.

P: Eu também vejo, por histórias que alguns professores de escolas públicas já me contaram, que muitas vezes não tem material pronto... eles esperam a demanda, que entre um aluno com deficiência no colégio, para que eles comecem a pensar em alternativas de material.

EEDV: Sim, muitas vezes é feito no improviso, não tem nenhum material pronto. Tem gente que é melhor preparada, que trabalha nessa sala de multimeios, mas muitas vezes o material é feito no improviso, no “vamos ver o que dá certo”.

P: Sim, e normalmente com os materiais que tu comentaste, com cola relevo e algo mais acessível. Porque por mais que a gente sonhe em algo com materiais com alta qualidade, é muito difícil [...].

[Agradecimento pela participação e finalização da entrevista]

APÊNDICE 8 – ENTREVISTA COM UM ESPECIALISTA EM AUDIODESCRIÇÃO E DEFICIÊNCIA VISUAL

[Apresentação do projeto de pesquisa, do termo de aprovação do Comitê de Ética, do termo de consentimento e aviso do início da gravação]

Pesquisadora (P): Para iniciar, você poderia falar um pouco sobre sua trajetória, se apresentar [...].

Especialista em Audiodescrição e Deficiência Visual (EADV): Sou uma pessoa cega, tenho 60 anos, sou um homem negro de pele clara e moro em Salvador. Tenho formação em jornalismo e atualmente faço graduação de produção cultural, pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Tenho muito interesse nas questões de acessibilidade cultural, principalmente audiodescrição, um campo onde eu atuo como consultor.

P: Muito obrigada pela sua apresentação. No trabalho, as entrevistas foram separadas por temas afins ao projeto e você se encaixa em dois temas principais. O primeiro é a acessibilidade, principalmente no que se refere à audiodescrição, já que você atua como consultor. A outra é pelo seu conhecimento empírico, sua experiência de vida, por ser uma pessoa cega. Então as perguntas vão rondar essas duas temáticas, que na verdade se encontram. Para continuar, eu gostaria de perguntar um pouco sobre a tua experiência escolar, de estudo, sendo uma pessoa cega, se você for um cego congênito. E também sobre como foi a questão de acessibilidade, principalmente nos materiais didáticos.

EADV: Eu sou uma pessoa que tem cegueira adquirida. Eu perdi a visão já adulto, há mais ou menos 25 anos atrás, em função de uma retinose pigmentar⁸. Até o ensino médio, eu estudei enxergando. Já a partir do nível médio, comecei a ter baixa visão, de forma bem inicial, em função da retinose pigmentar. A minha dificuldade

⁸ De acordo com Jampaolo (2018), a retinose pigmentar é 'uma doença que surge quando as estruturas fotorreceptoras do olho deixam de captar luz, prejudicando a formação da imagem pela retina. [...] Quando as estruturas fotorreceptoras deixam de atuar, consequentemente a visão é comprometida', levando à cegueira.

em relação aos estudos, sempre foi a questão de nunca ter material adaptado, material acessível, para que eu pudesse acompanhar as aulas. Isso naturalmente, me causou certo prejuízo, porque primeiro, antes de tudo, eu tinha dificuldade de estudar. A partir do momento em que eu comecei a perder a visão, eu tive mais dificuldade de acessar os livros, de acessar as apostilas, etc. Mas no momento em que eu perdi totalmente a visão, eu fiquei uns 4, 5 anos sem estudar e depois eu ingressei na faculdade. Cheguei a fazer três vezes o ENEM, onde no último, consegui passar e a partir desse momento eu entrei no ensino superior.

P: Na época eu você fez seu primeiro curso de graduação, você teve mais dificuldade do que na graduação atual?

EADV: Sim, tive mais dificuldade na primeira graduação, mas várias dificuldades permaneceram. Hoje, existem muitos recursos... Boa parte das faculdades hoje tem um setor que cuida da questão da inclusão da pessoa com deficiência, prepara algum material. Mas assim, confesso que a primeira fase foi muito dura, porque eu só aproveitava a aula escutando. Os assuntos que envolviam imagens foram difíceis para mim, porque a universidade dava pouco apoio. Ao longo do curso, a universidade passou a implementar alguns apoios, como por exemplo a transcrição de um texto que está apenas no impresso, ou seja, adaptar esse texto para o digital. O apoio na mobilidade também é muito importante, para ir na biblioteca, na sala de aula, enfim.

P: Normalmente pelo que eu tenho estudado, as instituições de ensino não buscam ter uma acessibilidade desde o início. Elas esperam que exista uma demanda, que tenha um aluno com deficiência, para começar a pesquisar o que elas vão proporcionar. Elas não estudam a situação com antecedência.

EADV: Sim, isso é um problema, porque o ano letivo começa e ele não espera. O professor já começa passando os trabalhos e muitas vezes, a gente adia para pegar uma disciplina, porque o material não está pronto. É uma necessidade muito grande desse apoio. Outra dificuldade já diz respeito ao procedimento dos professores, porque boa parte deles utilizam apresentações no Power Point e na maioria dos casos, eles não descrevem as imagens que estão usando. E muitas vezes, esta

imagem é importantíssima para compreender aquele tema. Outro ponto é em relação à exibição de filmes, hoje se usa muito material audiovisual e em 99% dos casos, o professor simplesmente exhibe. Ele não avisa com antecedência, ele não se dá conta que nós precisamos desse apoio e o que acontece? Temos prejuízo. Muitas vezes fiquei sem compreender e só depois eu ia compreender, só que o debate já tinha passado. Você não tá em pé de igualdade em comparação aos demais colegas.

P: O atraso realmente prejudica muito o aluno, porque ele fica sem compreender a atividade que está realizando. Muitas vezes já é difícil terminar no tempo normal, imagina com atraso.

EADV: Sim e também é um fator de constrangimento, porque para quem não conhece, pode passar a ideia de que o aluno não estudou, que não se preparou. Porque ele vai debater isso depois? Depois já não tem mais debate.

P: Além do fato de ajudar a perpetuar um estigma, né?! Que as pessoas têm com pessoas com deficiência, que elas são menos capazes, um olhar piedoso.

EADV: Para que esse olhar piedoso possa ser lançado, é preciso que primeiro tenha sido dadas as oportunidades. Ou seja, é preciso que eu tenha igualdade de condições para concorrer, porque no ensino você tem provas, exercícios, trabalhos em grupo, etc. Enquanto o material está atrasado, o semestre vai passando. Por exemplo, às vezes o professor passa um assunto, que está dentro de um pdf não acessível, um artigo, ou trecho do artigo. Como eu não consigo essa acessibilidade em tempo hábil, eu tenho que ir para internet buscar trechos relativos àquele assunto, para construir aquele assunto na minha cabeça e assim poder participar de um debate ou responder à um exercício. Ou seja, meu trabalho é triplicado.

P: Eu fico pensando o quanto é uma luta para você estudar em uma universidade pública, que por ser pública, deveria visar a inclusão sempre.

EADV: Sim! Para você ter uma ideia, quando eu passei na universidade, eu contei para meus amigos cegos. Mas boa parte dos meus amigos comentaram que não

gostariam de passar pelo que eu passo na universidade. Ou seja, eles não querem passar por esse desafio. Não é só fazer o vestibular e entrar, que está tudo resolvido. Por exemplo, o professor sabendo que eu era uma pessoa cega, de uma hora para outra passou um filme que era inglês e com legenda, sem dublagem, sem nenhuma audiodescrição. Veja o esforço que eu tive. E era um filme que não estava disponível na internet, não existia nem um meio alternativo para eu conseguir ver. E depois ele disse: “Ah, depois você tenta ver com o colega”. Mas não é isso que nós queremos.

P: Claro, porque se o colega te contar sobre o filme, já vem com a interpretação dele.

EADV: Claro. É preciso ter algum sistema para atender, é preciso que os professores passem por uma formação. É uma luta nossa, que os professores tenham formação. Não que seja necessário fazer uma graduação, mas que tenham uma formação, um treinamento para compreender como atender um aluno como deficiência visual. [...] Muitas vezes o aluno fica ali como se fosse uma figura decorativa. Ainda existe muito no Brasil. Existe essa falta de comprometimento dos professores, não todos, mas de alguns. Porque se você é um professor e não aposta nessa criança, nesse adolescente, com qualidade, quando você tiver diante dele, você vai empurrar com a barriga até fechar o ano letivo, durante todo o ensino. É preciso ter acessibilidade. É preciso que antes de tudo compreendam, respeitem e entendam que isso é um direito. Se esses sujeitos não compreenderem que isso é um direito, vão para a parte da caridade, do favorzinho. E não é isso que nós queremos.

P: Sim, exatamente! [...] Falando um pouquinho mais sobre o seu trabalho como consultor de audiodescrição, gostaria que você falasse sobre o que consiste, alguns projetos que você queira compartilhar.

EADV: Inicialmente eu posso dizer que comecei como o público alvo da audiodescrição. Eu comecei a conhecer o que era audiodescrição assistindo alguns filmes que tinham audiodescrição, a partir de seminários, de palestras, de congressos. Depois de tanto me interessar pelo assunto, eu comecei a estudar para

ser consultor. O consultor é um dos pilares da audiodescrição, é um dos profissionais que trabalham na audiodescrição. Nós temos uma pessoa que faz o roteiro de audiodescrição, que é uma pessoa que enxerga, o roteirista de audiodescrição. Nós temos o consultor, que é uma pessoa cega, que debate aquele texto, faz ajustes, para que aquela obra descrita chegue da melhor maneira para quem dela precisa. Então eu fiz alguns cursos. Fiz um curso aqui em Salvador, no Instituto de Letras da Universidade Federal da Bahia, fiz um curso no Instituto Benjamin Constant, no Rio de Janeiro, e venho fazendo cursos regularmente para me atualizar, até mesmo porque é importante a atualização. A audiodescrição é um recurso novo, que tem gerado vários debates, sobre como é a melhor forma de fazer, etc. Ultimamente tenho feito muitas audiodescrições para filmes, documentários, minisséries, filmes de ficção. Recentemente fiz uma consultoria para acessibilidades em museus, uma mentoria para a equipe do Museu Bispo do Rosário, localizado no Rio de Janeiro, onde eu discuti essa questão de acessibilidades em museus para a equipe que trabalha lá. Foi uma experiência interessante, porque eles sabiam da audiodescrição, da acessibilidade, mas não tinham um trabalho mais aprofundado sobre isso. Então fomos pessoalmente, e deixamos uma série de recomendações, sugestões, tanto na acessibilidade arquitetônica quanto na acessibilidade comunicacional. Ultimamente também tenho ministrado cursos de audiodescrição com uma professora audiodescritora. Já ministramos 11 cursos juntos, sobre audiodescrição em redes sociais. Ela é de Porto Alegre. E fora isso, tem o dia a dia. Agora mesmo eu vou fazer a audiodescrição de um documentário de dança de 12 min., como eu já fiz filme de 60 min., de 70, ou mais. Ultimamente tenho feito muito isso.

P: Com certeza o seu trabalho é muito importante. E sobre a experiência no museu, você também tratou da acessibilidade das obras?

EADV: Sim, mas nós não trabalhamos a questão do acervo em si. Mas nós discutimos a questão da acessibilidade arquitetônica, como que as pessoas cegas entram no museu. Depois discutimos a questão da acessibilidade no site do museu. É importante também oferecer a acessibilidade no site, porque não basta você colocar uma exposição virtual, não basta você colocar um vídeo, então discutimos como desenvolver um programa de exposições acessíveis, quais os recursos. Ou

seja, o uso do recurso da audiodescrição, do Braille, dos caracteres ampliados, do QR Code, que é uma ferramenta importante para as pessoas cegas chegarem às obras. E claro, a audiodescrição. Nesse trabalho não entramos no ponto de fazer a audiodescrição da Obra X, mas ficou a sugestão e a proposta de fazer no futuro. Naturalmente, é uma providencia que precisamos fazer presencialmente e com toda a equipe. Você tem que ver qual é a natureza da obra e isso demanda um tempo maior, mas é uma experiência muito boa. Para você ter uma ideia, essa semana que passou nós fomos ao Museu de Arte Moderna da Bahia, que foi uma experiência interessante. Foi um programa coordenado pela professora Sandra Rosa, uma professora aqui do estado da Bahia e eu atuei como consultor de algumas obras. Então ela foi ao museu, fez todo o estudo, fez o roteiro e me submeteu esse roteiro para que eu fizesse a consultoria. No sábado passado, em torno de 10 a 15 pessoas com deficiência foram visitar o museu e conferir as obras com audiodescrição. Foi uma experiência muito bacana. Não foi o acervo todo, foram algumas obras, principalmente porque muitas vezes não existe verba para fazer em todo o museu. Foi uma experiência muito boa e nova.

P: Apesar da exceção de alguns lugares, acredito que a questão da acessibilidade no que condiz às obras, é bem recente, certo?!

EADV: Já existe alguma coisa, mas realmente são iniciativas isoladas.

P: Sim. Aqui em Florianópolis não conheci muitos incentivos de acessibilidade. [...] A maioria sempre em infraestrutura. Mas eu sempre tive o questionamento: Do que adianta ter essa acessibilidade de orientação e a pessoa não ter acesso a nada dentro do museu? Muitos lugares não possuem um fone para ter acesso a audiodescrição ou alguma pessoa que possa fazer o acompanhamento [...].

EADV: Sim, e esse trabalho precisa ser um trabalho coordenado. Quer dizer, não basta a pessoa cega chegar lá, ela tem que poder contemplar as obras. [...] Tu podes propor aos museus. Essa professora, a Sandra, ela viu que o museu iria reabrir e entrou em contato com o diretor. Ele gostou da ideia e nós fizemos. Então é um pouco disso também, é preciso bater na porta. Nós temos esse conhecimento e gostaríamos de proporcionar para mais pessoas.

P: É um pouco de ter que tomar a iniciativa. Os lugares públicos normalmente não têm o orçamento para fazer a acessibilidade de todo o acervo e os lugares privados muitas vezes não se interessam, porque acreditam que o público de pessoas cegas é pequeno, não vale a pena o dinheiro que eles vão ter que investir. Então muitas vezes se as próprias pessoas que trabalham com isso ou a comunidade em geral, não tomam a iniciativa, isso não sai do papel.

EADV: Isso. E nós, pessoas cegas, precisamos bater nas portas. Entrar no museu e dizer: poxa, mas eu gostaria de ver, eu sou o pagador. Claro, como visitante, como estudante. Todo mundo sabe dessa necessidade, mas nada como você bater na porta. Então provavelmente na próxima reunião, vão comentar que apareceram pessoas cobrando o seu direito e isso pode levar a mudanças.

P: [...] Dentro desse contexto da audiodescrição, através das minhas pesquisas, percebi que existem duas formas de fazer a gravação da audiodescrição. Uma é justamente da forma que você me contou e a outra seria por meio de softwares [...].

EADV: Se nós estamos falando de uma ou algumas obras estáticas, quadros, que vão ficar expostos em determinado ambiente, essa formação da equipe é importante. Se você não tem condição de ter todas as pessoas, é importante ter pelo menos duas envolvidas no processo. Uma que vai fazer o roteiro e outra que vai revisar esse roteiro, o consultor, que deve ser uma pessoa cega. [...] Depois de ter feito o roteiro, tudo pronto, você mesma pode gravar. Então é preciso pensar de que maneira vai ser tocado o áudio, algum dispositivo que possa reproduzir [...].

P: [...] Sim, o objetivo é usar de tecnologias para a reprodução, através do Arduino. Temos duas opções: uma que vai ser ativada por meio de botões, e outra que irá tocar através do próprio tato do usuário.

EADV: Você vai ter que fazer protótipos para testar, não precisando ser algo em grande escala. A opção de colocar algo mais sensível ao toque é uma ideia mais completa [...]. Acho que o primeiro momento é selecionar as obras, depois fazer o estudo das obras e iniciar o roteiro [...]. Você irá disponibilizar de qual forma?

P: Como o objetivo é o educativo, o ensino, elas serão utilizadas em cima de mesas e poderão ser tocadas, já que são imagens táteis e ao que tudo indica, serão obras de artistas de Florianópolis.

EADV: O acesso à obra dessa forma que você está discutindo, é o mais original. Porque ela vai poder tocar na obra, pode fazer a varredura. Essa solução é muito boa, mas realmente precisa de testes.

P: Exato, é através do teste, que vamos conseguir devolver [...]. Dentro disso, eu gostaria de te perguntar, se você tem alguma literatura sobre audiodescrição para me indicar.

EADV: Nessa questão de juntar o áudio com o tátil, realmente temos poucas bases teóricas ou literárias. Na questão do áudio em específico, temos mais coisas [...].

[Agradecimento pela participação e finalização da entrevista]

APÊNDICE 9 – ROTEIRO DO QUESTIONÁRIO

Seção 01:

TCLE (Apêndice 03)

Seção 02:

Dados Pessoais

- Pergunta 01: Qual sua Idade?

- ☐ 18 a 25 anos
- ☐ 26 a 30 anos
- ☐ 31 a 40 anos
- ☐ 41 a 45 anos
- ☐ 46 a 50 anos
- ☐ 51 anos ou mais

- Pergunta 02: Qual seu gênero?

- ☐ Feminino
- ☐ Masculino
- ☐ Outro: _____

- Pergunta 03: Qual é a cidade e estado em que você leciona?

- Pergunta 04: Qual é seu grau de instrução?

- ☐ Ensino Superior Incompleto
- ☐ Ensino Superior Completo
- ☐ Especialização
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutorado
- ☐ Pós-doutorado

- Pergunta 05: Qual formação você cursou na Graduação? E na Pós-graduação?

- Pergunta 06: Você leciona em qual tipo de instituição?

- ☐ Escola Municipal
- ☐ Escola Estadual
- ☐ Escola Federal
- ☐ Associação
- ☐ ONG
- ☐ Outros: _____

Seção 03:

Experiência com estudantes com deficiência visual

- Pergunta 07: Você teve ou tem alguma experiência com o ensino de pessoas com deficiência visual?

- Pergunta 08: Se sim, sentiu alguma dificuldade de ensinar conteúdos visuais para eles?

- ☐ Sim
- ☐ Não

- Pergunta 09: Que materiais didáticos você utiliza para ensinar conteúdos visuais como obras artísticas? Foram confeccionados por você? Se sim, quais as dificuldades?

- Pergunta 10: Quais conteúdos você acredita ser de mais difícil acesso para os estudantes com deficiência visual?

- ☐ Obras de artistas regionais
- ☐ Obras de artistas internacionais
- ☐ Outro: _____

- Pergunta 11: Como você ensina ou ensinaria alunos com deficiência visual conteúdos visuais como obras artísticas? Que adaptações são/seriam feitas?

- Pergunta 12: Caso já tenha trabalhado com alunos com deficiência visual: Você já se utilizou da audiodescrição (descrever verbalmente imagens, figuras, gráficos, etc)?

- Pergunta 13: Você recebeu alguma formação durante sua carreira profissional para adaptar ou confeccionar obras artísticas para pessoas com deficiência visual?

- Pergunta 14: Você se utiliza de livros didáticos para ensinar conteúdos com obras artísticas?

- Pergunta 15: Gostaria de contar alguma experiência sobre esse tema?

APÊNDICE 10 – PROGRAMAÇÃO DA PLACA ELETRÔNICA

Figura 67: Página 01: Programação da placa eletrônica

```

1
2 #include "Arduino.h"
3 #include "DFRobotDFPlayerMini.h"
4
5 DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;
6 void printDetail(uint8_t type, int value);
7
8 int pinoVermelho = 5; //pino do LED vermelho
9 int pinoLaranja = 18; //pino do LED Laranja
10 int pinoAzul = 19; //pino do LED Azul
11 int pinoTouch0 = 4; //pino com sensor touch (pode-se usar a constante nativa T0)
12 int pinoTouch2 = 12;
13 int pinoTouch1 = 15;
14 int pinoTouch3 = 13; //pino com sensor touch (pode-se usar a constante nativa T4)
15 int pinoTouch4 = 14;
16 //int pinoTouch5 = 27;
17 //int pinoTouch6 = 33;
18 //int pinoTouch7 = 32;
19 int pinoBTVermelho = 27;
20 int pinoBTAzul = 25;
21 int pinoBTLaranja = 26;
22 int capacitanciaMaxima = 20; //valor que nos da a certeza de toque (ache esse valor
    através da calibragem)
23
24 void setup()
25 {
26     Serial2.begin(9600);
27     Serial.begin(115200);
28     delay(1000);
29     pinMode(pinoVermelho, OUTPUT);
30     pinMode(pinoAzul, OUTPUT);
31     pinMode(pinoLaranja, OUTPUT);
32     pinMode(pinoBTVermelho, INPUT);
33     pinMode(pinoBTAzul, INPUT);
34     pinMode(pinoBTLaranja, INPUT);
35
36     Serial.println();
37     Serial.println(F("DFRobot DFPlayer Mini Demo"));
38     Serial.println(F("Initializing DFPlayer ... (May take 3~5 seconds)"));
39
40     if (!myDFPlayer.begin(Serial2)) { //Use softwareSerial to communicate with mp3.
41         Serial.println(F("Unable to begin:"));
42         Serial.println(F("1.Please recheck the connection!"));
43         Serial.println(F("2.Please insert the SD card!"));
44         while(true);
45     }
46     Serial.println(F("DFPlayer Mini online.));
47
48     myDFPlayer.volume(25); //Set volume value. From 0 to 30
49     myDFPlayer.play(1); //Play the first mp3
50
51     Serial.println(myDFPlayer.readState()); //read mp3 state
52     Serial.println(myDFPlayer.readVolume()); //read current volume
53     Serial.println(myDFPlayer.readEQ()); //read EQ setting
54     Serial.println(myDFPlayer.readFileCounts()); //read all file counts in SD card
55     Serial.println(myDFPlayer.readCurrentFileNumber()); //read current play file
        number
56     Serial.println(myDFPlayer.readFileCountsInFolder(3)); //read fill counts in
        folder SD:/03
57 }
58 void loop()
59 {
60     Serial.print("\nT0 = ");
61     Serial.println(touchRead(pinoTouch0));
62     Serial.print("T1 = ");
63     Serial.println(touchRead(pinoTouch1));
64     Serial.print("T2 = ");
65     Serial.println(touchRead(pinoTouch2));
66     Serial.print("T3 = ");
67     Serial.println(touchRead(pinoTouch3));
68     Serial.print("T4 = ");
69     Serial.println(touchRead(pinoTouch4));
70

```

Fonte: a autora (2022)

Figura 68: Página 02: Programação da placa eletrônica

```

71     int mediaT0 = 0;
72     int mediaT4 = 0;
73     int mediaT5 = 0;
74     int mediaT3 = 0;
75     int mediaT1 = 0;
76     int mediaT2 = 0;
77     int mediaT6 = 0;
78     int mediaT7 = 0;
79     int btR = 0;
80     int btL = 0;
81     int btA = 0;
82     //faz 100 leituras de cada sensor touch e calcula a média do valor lido
83     for(int i=0; i< 100; i++)
84     {
85         mediaT0 += touchRead(pinoTouch0);
86         mediaT1 += touchRead(pinoTouch1);
87         mediaT2 += touchRead(pinoTouch2);
88         mediaT3 += touchRead(pinoTouch3);
89         mediaT4 += touchRead(pinoTouch4);
90
91         btR += digitalRead( pinoBTVermelho);
92         btA += digitalRead( pinoBTAzul);
93         btL += digitalRead( pinoBTLaranja);
94     }
95
96     mediaT0 = mediaT0 / 100;
97     mediaT1 = mediaT1 / 100;
98     mediaT2 = mediaT2 / 100;
99     mediaT3 = mediaT3 / 100;
100    mediaT4 = mediaT4 / 100;
101    mediaT5 = mediaT5 / 100;
102    mediaT6 = mediaT6 / 100;
103    mediaT7 = mediaT7 / 100;
104
105    //verifica se o valor médio lido no pinoTouchOn é menor que a capacitância máxima
    definida
106    //se verdadeiro, isso caracteriza um toque
107    // os LEDs vermelho e verde ficarão acesos
108    if(btR<10)
109    {
110        digitalWrite(pinoVermelho, HIGH);
111        Serial.println("Audio 6");
112        delay(500);
113        myDFPlayer.play(6);
114        delay (23200);
115        myDFPlayer.stop();
116    }
117    else if(btA<10)
118    {
119        digitalWrite(pinoAzul, HIGH);
120        Serial.println("Audio 7");
121        delay(500);
122        myDFPlayer.play(7);
123        delay (47200);
124        myDFPlayer.stop();
125    }
126    else if(btL<10)
127    {
128        digitalWrite(pinoLaranja, HIGH);
129        Serial.println("Audio 8");
130        delay(500);
131        myDFPlayer.play(8); // trocar por 8 #####3333
132        delay (30200);
133        myDFPlayer.stop();
134    }
135    else if(mediaT0 < capacitanciaMaxima)
136    {
137        // Pilão
138        digitalWrite(pinoVermelho, HIGH);
139        digitalWrite(pinoAzul, HIGH);
140        digitalWrite(pinoLaranja, HIGH);
141        Serial.println("Audio 5");
142        myDFPlayer.play(5);

```

Fonte: a autora (2022)

Figura 69: Página 03: Programação da placa eletrônica

```

143     delay (6100);
144     myDFPlayer.stop();
145 }
146 else if(mediaT1 < capacitanciaMaxima)
147 {
148     // Folha
149     digitalWrite(pinoVermelho, HIGH);
150     digitalWrite(pinoAzul, HIGH);
151     digitalWrite(pinoLaranja, HIGH);
152     delay(500);
153     Serial.println("Audio 1");
154     delay(500);
155     myDFPlayer.play(1);
156     delay (13100);
157     myDFPlayer.stop();
158 }
159 else if(mediaT2 < capacitanciaMaxima)
160 {
161     // Laranja
162     digitalWrite(pinoVermelho, HIGH);
163     digitalWrite(pinoAzul, HIGH);
164     digitalWrite(pinoLaranja, HIGH);
165     delay(500);
166     Serial.println("Audio 2");
167     delay(500);
168     myDFPlayer.play(2);
169     delay (12100);
170     myDFPlayer.stop();
171 }
172 else if(mediaT3 < capacitanciaMaxima)
173 {
174     // Melancia
175     digitalWrite(pinoVermelho, HIGH);
176     digitalWrite(pinoAzul, HIGH);
177     digitalWrite(pinoLaranja, HIGH);
178     delay(500);
179     Serial.println("Audio 3");
180     delay(500);
181     myDFPlayer.play(3);
182     delay (14100);
183     myDFPlayer.stop();
184 }
185 else if(mediaT4 < capacitanciaMaxima)
186 {
187     // Moringa de Barro
188     digitalWrite(pinoVermelho, HIGH);
189     digitalWrite(pinoAzul, HIGH);
190     digitalWrite(pinoLaranja, HIGH);
191     delay(500);
192     Serial.println("Audio 4");
193     myDFPlayer.play(4);
194     delay (14100);
195     myDFPlayer.stop();
196 }
197 //se nenhum dos pinos touch estão sendo tocados, os LEDS ficam apagados
198 else{
199     digitalWrite(pinoVermelho, LOW);
200     digitalWrite(pinoAzul, LOW);
201     digitalWrite(pinoLaranja, LOW);
202 }
203 delay(10);
204 if (myDFPlayer.available()) {
205     printDetail(myDFPlayer.readType(), myDFPlayer.read()); //Print the detail
206     //message from DFPlayer to handle different errors and states.
207 }
208 void printDetail(uint8_t type, int value){
209     switch (type) {
210         case TimeOut:
211             Serial.println(F("Time Out!"));
212             break;
213         case WrongStack:
214             Serial.println(F("Stack Wrong!"));

```

Figura 70: Página 04: Programação da Placa Eletrônica

```

215         break;
216     case DFPlayerCardInserted:
217         Serial.println(F("Card Inserted!"));
218         break;
219     case DFPlayerCardRemoved:
220         Serial.println(F("Card Removed!"));
221         break;
222     case DFPlayerCardOnline:
223         Serial.println(F("Card Online!"));
224         break;
225     case DFPlayerPlayFinished:
226         Serial.print(F("Number:"));
227         Serial.print(value);
228         Serial.println(F(" Play Finished!"));
229         break;
230     case DFPlayerError:
231         Serial.print(F("DFPlayerError:"));
232         switch (value) {
233             case Busy:
234                 Serial.println(F("Card not found"));
235                 break;
236             case Sleeping:
237                 Serial.println(F("Sleeping"));
238                 break;
239             case SerialWrongStack:
240                 Serial.println(F("Get Wrong Stack"));
241                 break;
242             case CheckSumNotMatch:
243                 Serial.println(F("Check Sum Not Match"));
244                 break;
245             case FileIndexOut:
246                 Serial.println(F("File Index Out of Bound"));
247                 break;
248             case FileMismatch:
249                 Serial.println(F("Cannot Find File"));
250                 break;
251             case Advertise:
252                 Serial.println(F("In Advertise"));
253                 break;
254             default:
255                 break;
256         }
257         break;
258     default:
259         break;
260 }
261 }

```

Fonte: a autora (2022)

APÊNDICE 11 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS DO TESTE DE COMPREENSÃO NA FACE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Prof.^a Dra. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto | Departamento de Engenharia Mecânica | Departamento de Design, da Universidade Federal do Paraná, Prof.^o Dr. Rodrigo Antonio Marques Braga | Departamento de Expressão Gráfica |, da Universidade Federal de Santa Catarina, e Júlia Pereira Steffen Muniz | Programa de Pós-Graduação em Design, da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você, maior de 18 anos de idade, com deficiência visual a participar de um estudo intitulado “**Proposta de diretrizes de imagens audiotáteis: uma aplicação acessível para o ensino de artes**”. Essa pesquisa visa auxiliar profissionais envolvidos na produção de materiais didáticos acessíveis direcionados para pessoas com deficiência visual, a desenvolverem imagens que são percebidas tanto pelo tato quanto pela audição, mais especificamente àquelas impressas por impressora 3D direcionadas ao ensino de artes.

- a) O objetivo desta pesquisa é avaliar um conjunto de diretrizes para a produção de material didático acessível ao público deficiente visual para o ensino de artes, através do teste de um conjunto de imagens audiotáteis (imagens tridimensionais com estímulos táteis e auditivos).
- b) Caso você concorde em participar da pesquisa, será necessário durante seu tempo regular de permanência na Fundação de Assistência à Criança Cega, testar as imagens audiotáteis por meio do tato e da audição. Ao final do teste, será necessária a resposta de algumas perguntas sobre a experiência. O objeto não possui nenhuma característica que ofereça riscos ao toque e todo o teste será acompanhado por um representante da Fundação de Assistência à Criança Cega, além do pesquisador do estudo.
- c) Para tanto, é necessário que você compareça à Fundação de Assistência à Criança Cega, na Rua Holanda, nº 881, fundos, no Bairro Boa Vista, em Curitiba/Paraná, no período em que já está acostumado. A duração estimada de todo o teste de compreensão das imagens audiotáteis é de 60 minutos.
- d) É possível que você experimente algum desconforto, principalmente relacionado à possível frustração e constrangimento relativos ao funcionamento da imagem audiotátil.
- e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser fadiga mental devido à duração do teste de compreensão, frustração e constrangimento, relativos ao funcionamento da imagem audiotátil, caso não entendam de forma completa o seu funcionamento. Além disso, como o teste precisa ser feito de forma presencial, não se pode extinguir o risco de contaminação por Covid-19. Apesar disso, ressalta-se que serão tomados todos os cuidados para que isso não aconteça; a equipe de pesquisa cumprirá todas as medidas da Organização Mundial da Saúde para impedir a contaminação, como por exemplo, a limpeza do ambiente e da imagem audiotátil com álcool em gel 70%, uso de máscaras e distanciamento físico

RUBRICAS

Participante da pesquisa: _____ Pesquisadora responsável: _____ Orientadora: _____

- f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são testar e avaliar as imagens audiotáteis direcionadas para o ensino de artes, para que o resultado permita o desenvolvimento de diretrizes que auxiliem especialistas em acessibilidade e professores de arte no desenvolvimento de materiais didáticos direcionados à pessoas com deficiência visual.
- g) As pesquisadoras, Júlia Pereira Steffen Muniz e Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto, responsáveis por este estudo, poderão ser localizadas no Departamento de Design da Universidade Federal do Paraná, Rua General Carneiro, 460 - Ed. D. Pedro I, 8º andar, Curitiba, Paraná, assim como o pesquisador, Rodrigo Antonio Marques Braga, também responsável por este estudo, pode ser encontrado no Departamento de Expressão Gráfica, Centro de Comunicação e Expressão da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, s/ nº, Florianópolis, Santa Catarina, e-mails <juliasteffenmuniz@hotmail.com>, <rodrigo.braga.ufsc@gmail.com>, <lucia.demec@ufpr.br>, ou pelos telefones celulares (48) 99671-5436 (Júlia Pereira Steffen Muniz) e (41) 99738-1593 (Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto), no horário das 14h00 às 17h30 para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.
- h) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.
- i) O material obtido – por áudio, vídeo e transcrição textual – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será descartado ao término do estudo, dentro de 5 anos.
- j) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas, os pesquisadores (Júlia Pereira Steffen Muniz, Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto e Rodrigo Antonio Marques Braga), sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida a confidencialidade.
- k) Você terá a garantia de que quando os dados/resultados obtidos com este estudo forem publicados, não aparecerá seu nome, a menos que seja seu desejo ter sua identidade revelada.
- l) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.
- m) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

RUBRICAS

Participante da pesquisa: _____ Pesquisadora responsável: _____ Orientadora: _____

- n) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail cometica.saude@ufpr.br e/ou telefone 41 -3360-7259, das 08:30h às 11:00h e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

_____, ____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante da Pesquisa

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura da Pesquisadora Responsável

APÊNDICE 12 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA MAIORES DE 18 ANOS DO TESTE DE COMPREENSÃO NA BIBLIOTECA PÚBLICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Prof.^a Dra. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto | Departamento de Engenharia Mecânica | Departamento de Design, da Universidade Federal do Paraná, Prof.^o Dr. Rodrigo Antonio Marques Braga | Departamento de Expressão Gráfica |, da Universidade Federal de Santa Catarina, e Júlia Pereira Steffen Muniz | Programa de Pós-Graduação em Design, da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando você, maior de 18 anos de idade, com deficiência visual a participar de um estudo intitulado **“Proposta de diretrizes de imagens audiotáteis: uma aplicação acessível para o ensino de artes”**. Essa pesquisa visa auxiliar profissionais envolvidos na produção de materiais didáticos acessíveis direcionados para pessoas com deficiência visual, a desenvolverem imagens que são percebidas tanto pelo tato quanto pela audição, mais especificamente àquelas impressas por impressora 3D direcionadas ao ensino de artes.

- h) O objetivo desta pesquisa é avaliar um conjunto de diretrizes para a produção de material didático acessível ao público deficiente visual para o ensino de artes, através do teste de um conjunto de imagens audiotáteis (imagens tridimensionais com estímulos táteis e auditivos).
- i) Caso você concorde em participar da pesquisa, será necessário durante seu tempo regular de permanência na Biblioteca Pública do Paraná, testar as imagens audiotáteis por meio do tato e da audição. Ao final do teste, será necessária a resposta de algumas perguntas sobre a experiência. O objeto não possui nenhuma característica que ofereça riscos ao toque e todo o teste será acompanhado por um representante da Biblioteca Pública do Paraná, além do pesquisador do estudo.
- j) Para tanto, é necessário que você compareça à Biblioteca Pública do Paraná, na Cândido Lopes, nº 133, 3º Andar, Sessão Braille, no Bairro Centro, em Curitiba/Paraná, no período em que já está acostumado. A duração estimada de todo o teste de compreensão das imagens audiotáteis é de 60 minutos.
- k) É possível que você experimente algum desconforto, principalmente relacionado à possível frustração e constrangimento relativos ao funcionamento da imagem audiotátil.
- l) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser fadiga mental devido à duração do teste de compreensão, frustração e constrangimento, relativos ao funcionamento da imagem audiotátil, caso não entendam de forma completa o seu funcionamento. Além disso, como o teste precisa ser feito de forma presencial, não se pode extinguir o risco de contaminação por Covid-19. Apesar disso, ressalta-se que serão tomados todos os cuidados para que isso não aconteça; a equipe de pesquisa cumprirá todas as medidas da Organização Mundial da Saúde para impedir a contaminação, como por exemplo, a limpeza do ambiente e da imagem audiotátil com álcool em gel 70%, uso de máscaras e distanciamento físico

RUBRICAS

Participante da pesquisa: _____ Pesquisadora responsável: _____ Orientadora: _____

- m) Os benefícios esperados com essa pesquisa são testar e avaliar as imagens audiotáteis direcionadas para o ensino de artes, para que o resultado permita o desenvolvimento de diretrizes que auxiliem especialistas em acessibilidade e professores de arte no desenvolvimento de materiais didáticos direcionados à pessoas com deficiência visual.
- n) As pesquisadoras, Júlia Pereira Steffen Muniz e Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto, responsáveis por este estudo, poderão ser localizadas no Departamento de Design da Universidade Federal do Paraná, Rua General Carneiro, 460 - Ed. D. Pedro I, 8º andar, Curitiba, Paraná, assim como o pesquisador, Rodrigo Antonio Marques Braga, também responsável por este estudo, pode ser encontrado no Departamento de Expressão Gráfica, Centro de Comunicação e Expressão da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, s/ nº, Florianópolis, Santa Catarina, e-mails <juliasteffenmuniz@hotmail.com>, <rodrigo.braga.ufsc@gmail.com>, <lucia.demec@ufpr.br>, ou pelos telefones celulares (48) 99671-5436 (Júlia Pereira Steffen Muniz) e (41) 99738-1593 (Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto), no horário das 14h00 às 17h30 para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.
- o) A sua participação neste estudo é voluntária e se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.
- p) O material obtido – por áudio, vídeo e transcrição textual – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será descartado ao término do estudo, dentro de 5 anos.
- q) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas, os pesquisadores (Júlia Pereira Steffen Muniz, Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto e Rodrigo Antonio Marques Braga), sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida a confidencialidade.
- r) Você terá a garantia de que quando os dados/resultados obtidos com este estudo forem publicados, não aparecerá seu nome, a menos que seja seu desejo ter sua identidade revelada.
- s) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.
- t) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

RUBRICAS

Participante da pesquisa: _____ Pesquisadora responsável: _____ Orientadora: _____

- u) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail cometica.saude@ufpr.br e/ou telefone 41 -3360-7259, das 08:30h às 11:00h e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

_____, ____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante da Pesquisa

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura da Pesquisadora Responsável

APÊNDICE 13 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAÍS E RESPONSÁVEIS (PARTICIPANTES MENORES DE 18 ANOS) DO TESTE DE COMPREENSÃO NA FACE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – PAIS E/OU RESPONSÁVEL LEGAL

O adolescente, sob sua responsabilidade, está sendo convidado por nós, Prof.^a Dra. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto | Departamento de Engenharia Mecânica | Departamento de Design, da Universidade Federal do Paraná, Prof.^o Dr. Rodrigo Antonio Marques Braga | Departamento de Expressão Gráfica |, da Universidade Federal de Santa Catarina, e Júlia Pereira Steffen Muniz | Programa de Pós-Graduação em Design, da Universidade Federal do Paraná, a participar de um estudo intitulado **“Proposta de diretrizes de imagens audiotáteis: uma aplicação acessível para o ensino de artes”**. Essa pesquisa visa auxiliar profissionais envolvidos na produção de materiais didáticos acessíveis direcionados para pessoas com deficiência visual, a desenvolverem imagens que são percebidas tanto pelo tato quanto pela audição, mais especificamente àquelas impressas por impressora 3D direcionadas ao ensino de artes.

- a) O objetivo desta pesquisa é avaliar um conjunto de recomendações para a produção de material didático acessível ao público deficiente visual para o ensino de artes, através do teste de um conjunto de imagens audiotáteis (imagens tridimensionais com estímulos táteis e auditivos).
- b) Caso você autorize a participação do adolescente nesta pesquisa, será necessário, durante o tempo regular de permanência do seu filho na Fundação de Assistência à Criança Cega, testar as imagens audiotáteis por meio do tato e da audição. Ao final do teste, será necessário que o adolescente responda perguntas sobre a experiência. O objeto não possui nenhuma característica que ofereça riscos ao toque e todo o teste será acompanhado por um representante da Fundação de Assistência à Criança Cega, além do pesquisador do estudo.
- c) Para tanto, é necessário que o adolescente compareça à Fundação de Assistência à Criança Cega, na Rua Holanda, nº 881, fundos, no Bairro Boa Vista, em Curitiba/Paraná, no período em que já está acostumado. A duração estimada de todo o teste de compreensão das imagens audiotáteis é de 60 minutos.
- d) É possível que o adolescente experimente algum desconforto, principalmente relacionado à possível frustração e constrangimento relativos ao funcionamento da imagem audiotátil.

RUBRICAS

Participante da pesquisa: _____ Pesquisadora responsável: _____ Orientadora: _____

- e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser fadiga mental devido à duração do teste de compreensão, frustração e constrangimento, relativos ao funcionamento da imagem audiotátil, caso não entendam de forma completa o seu funcionamento. Além disso, como o teste precisa ser feito de forma presencial, não se pode extinguir o risco de contaminação por Covid-19. Apesar disso, ressalta-se que serão tomados todos os cuidados para que isso não aconteça; a equipe de pesquisa cumprirá todas as medidas da Organização Mundial da Saúde para impedir a contaminação, como por exemplo, a limpeza do ambiente e da imagem audiotátil com álcool em gel 70%, uso de máscaras e distanciamento físico.
- f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são testar e avaliar as imagens audiotáteis direcionadas para o ensino de artes, para que o resultado permita o desenvolvimento de recomendações que auxiliem especialistas em acessibilidade e professores de arte no desenvolvimento de materiais didáticos direcionados à pessoas com deficiência visual.
- g) As pesquisadoras, Júlia Pereira Steffen Muniz e Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto, responsáveis por este estudo, poderão ser localizadas no Departamento de Design da Universidade Federal do Paraná, Rua General Carneiro, 460 - Ed. D. Pedro I, 8º andar, Curitiba, Paraná, assim como o pesquisador, Rodrigo Antonio Marques Braga, também responsável por este estudo, pode ser encontrado no Departamento de Expressão Gráfica, Centro de Comunicação e Expressão da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, s/ nº, Florianópolis, Santa Catarina, e-mails <juliasteffenmuniz@hotmail.com>, <rodrigo.braga.ufsc@gmail.com>, <lucia.demec@ufpr.br>, ou pelos telefones celulares (48) 99671-5436 (Júlia Pereira Steffen Muniz) e (41) 99738-1593 (Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto), no horário das 14h00 às 17h30 para esclarecer eventuais dúvidas que você possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.
- h) A participação do adolescente neste estudo é voluntária, portanto, é possível desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Assinado.
- i) O material obtido – por áudio, vídeo e transcrição textual – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será descartado ao término do estudo, dentro de 5 anos.
- j) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas, os pesquisadores (Júlia Pereira Steffen Muniz, Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto e Rodrigo Antonio Marques Braga), sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida a confidencialidade.

RUBRICAS

Participante da pesquisa: _____ Pesquisadora responsável: _____ Orientadora: _____

- k) Você terá a garantia de que quando os dados/resultados obtidos com este estudo forem publicados, não aparecerá o nome do adolescente, a menos que seja seu desejo ter sua identidade revelada.
- l) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.
- m) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá o nome do adolescente, e sim um código.
- n) Se você tiver dúvidas sobre os direitos do adolescente como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail cometica.saude@ufpr.br e/ou telefone 41 -3360-7259, das 08:30h às 11:00h e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual autorizo a participação do adolescente sob minha responsabilidade. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que somos livres para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim e para o adolescente.

Eu autorizo, de maneira voluntária, a participação do adolescente sob minha responsabilidade no estudo proposto.

_____, ____ de _____ de _____.

Assinatura do Participante da Pesquisa

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura da Pesquisadora Responsável

APÊNDICE 14 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE (PARTICIPANTES ENTRE 12 E 18 ANOS) DO TESTE DE COMPREENSÃO NA FACE

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Maiores de 12 anos e menores de 18 anos)

<18> 12 anos

Título do Projeto: Proposta de diretrizes de imagens audiotáteis: uma aplicação acessível para o ensino de artes.

Pesquisador Responsável: Prof.^a Dra. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto.

Local da Pesquisa: Fundação de Assistência à Criança Cega

Endereço: Rua Holanda, nº 881, fundos, Bairro Boa Vista, Curitiba/PR

O que significa assentimento?

- a) Assentimento é um termo que nós, pesquisadores, utilizamos quando convidamos uma pessoa da sua idade, adolescente, para participar de uma pesquisa.
- b) Depois de compreender do que se trata o estudo e se concordar em participar dele, você pode assinar este documento.
- c) Nós te asseguramos que você terá todos os seus direitos respeitados e receberá todas as informações sobre o estudo, por mais simples que possam parecer.
- d) Pode ser que este documento denominado TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO contenha palavras que você não entende. Por favor, peça ao responsável pela pesquisa ou à equipe de estudo para explicar qualquer palavra ou informação que você não entenda claramente.

Informação ao participante

- a) Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa, com o objetivo de avaliar um imagens audiotáteis, um material didático acessível para pessoas que não podem enxergar ou possuem alguma dificuldade para tal.

RUBRICAS

Participante da pesquisa: _____ Pesquisadora responsável: _____ Orientadora: _____

- b) A pesquisa trabalha com o desenvolvimento de sugestões para produção de imagens audiotáteis, que são imagens tridimensionais, que possuem estímulos pelo tato e por áudio. Nesse momento, desenvolvemos um conjunto de imagens audiotáteis para ser usado no ensino de arte, que precisam ser testadas e avaliadas por adolescentes com deficiência visual e por isso, convidamos você.
- c) Por que estamos propondo este estudo? Por que pretendemos poder ajudar no desenvolvimento de uma educação mais inclusiva ao propor sugestões para o desenvolvimento de materiais didáticos acessíveis para pessoas com deficiência visual.
- d) Os benefícios trazidos através dessa pesquisa, são testar e avaliar as imagens audiotáteis direcionadas para o ensino de artes, para que o resultado permita o desenvolvimento de recomendações que auxiliem especialistas em acessibilidade e professores de arte no desenvolvimento de materiais didáticos para uso de pessoas com deficiência visual.
- e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser cansaço mental devido à duração do teste e avaliando a imagem audiotátil; constrangimento, caso você não tenha uma familiaridade com os pesquisadores e frustração, caso você não consiga realizar alguma atividade pedida. Porém, nós estaremos dispostos a ajudar você em qualquer momento. Além disso, para evitar eventual risco de contaminação com COVID-19, vamos higienizar todos os lugares que você ou nós tocamos, usaremos máscaras e vamos manter uma distância segura de você para que evitemos ao máximo a contaminação.
- f) O estudo será desenvolvido na Fundação de Assistência à Criança Cega, que é um local que você já frequenta com regularidade. Você irá se sentar em uma mesa, e irá tocar com os dedos cada imagem, tentando montar mentalmente a imagem do que está nela. Em alguns pontos, você irá escutar um áudio, sobre informações do que você está tocando. Depois dessa experiência você irá nos contar o que achou dela, quais foram as maiores dificuldades e o que você achou interessante. O teste irá durar cerca de 40 minutos e você será gravado em vídeo e em áudio, ressaltando que a sua identidade será mantida sempre com o uso de tarjas no rosto, evitando assim o seu reconhecimento. Essas gravações ficarão disponíveis apenas para os membros da pesquisa e farão parte apenas de trabalhos acadêmicos sobre a pesquisa.

Que devo fazer se eu concordar voluntariamente em participar da pesquisa?

- g) Caso você aceite participar, será necessário que, durante o tempo que você estiver na Fundação de Assistência à Criança Cega, participe das atividades citadas acima. Será necessário apenas uma vez, durante 60 minutos.
- h) A sua participação é voluntária. Caso você opte por não participar não terá nenhum prejuízo na Fundação de Assistência à Criança Cega.
- i) Contudo, para participar, há necessidade de autorização dos seus pais/responsável legal autorizando a sua participação. Mas a decisão final é sua, OK?

RUBRICAS

Participante da pesquisa: _____ Pesquisadora responsável: _____ Orientadora: _____

De acordo com a Norma Operacional CNS 001/2013, item 3.4.1.15 informar ao participante:

Você também pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() quero receber os resultados da pesquisa (email para envio:
_____)

() não quero receber os resultados da pesquisa

Contato para dúvidas

Se você ou os responsáveis por você tiverem dúvidas com relação ao estudo ou aos riscos relacionados a ele, você deve contatar a pesquisadora principal Prof.^a Maria Lúcia Leite Ribeiro Okimoto <lucia.demec@ufpr.br>, ou os outros membros da equipe: Prof.^o Rodrigo Antonio Marque Braga <rodrigo.braga.ufsc@gmail.com> e Júlia Pereira Steffen Muniz <julias-teffenmuniz@hotmail.com>. Também pelo telefone (41) 3132-0101 ou no endereço do Departamento de Design da Universidade Federal do Paraná, Rua General Carneiro, 460 – Ed. D. Pedro I, 8º andar, Curitiba, Paraná.

Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo e-mail cometica.saude@ufpr.br e/ou telefone 41 – 3360-7259 das 08:30h às 11:00 e das 14:00h às 16:00h. O Comitê de Ética em Pesquisa é um órgão colegiado multi e transdisciplinar, independente, que existe nas instituições que realizam pesquisa envolvendo seres humanos no Brasil e foi criado com o objetivo de proteger os participantes de pesquisa, em sua integridade e dignidade, e assegurar que as pesquisas sejam desenvolvidas dentro de padrões éticos (Resolução nº 466/12 Conselho Nacional de Saúde). Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você deve contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná.

RUBRICAS

Participante da pesquisa: _____ Pesquisadora responsável: _____ Orientadora: _____

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DO PARTICIPANTE

Eu li e discuti com o pesquisador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar e que posso interromper a minha participação a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados exclusivamente para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste TERMO DE ASSENTIMENTO. Eu tive a oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas.

Eu receberei uma via assinada e datada deste documento.

_____, ____ de _____ de _____

(Assinatura do Adolescente)

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicando seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

_____, ____ de _____ de _____

(Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TALE)

APÊNDICE 15 – PROTOCOLO DO TESTE DE COMPREENSÃO

Objetivo: Testar a compreensão das imagens audiotáteis resultantes da aplicação das diretrizes propostas na dissertação.

Público-alvo: pessoas com deficiência visual; independente de gênero, idade e experiência tátil; e que esteja cursando ou tenha finalizado o Ensino Fundamental

Número de participantes do teste: 8 participantes.

Material necessário: 2 imagens audiotáteis; câmera de vídeo; gravador de áudio; cópias do TCLE e TALE.

PROCEDIMENTO:

- 1) Introdução feita apresentando a pesquisa, os participantes da pesquisa e o conjunto de imagens audiotáteis que estarão dispostos sobre a mesa.
- 2) Explicação do TCLE e TALE e sua posterior assinatura pelas partes envolvidas. Caso seja necessário, será possível manter os pais dos estudantes se o mesmo se sentir desconfortável sem sua presença. Nesse momento, será possível a desistência do participante.
- 3) **Perguntas iniciais:**
 - A) Qual sua idade?
 - B) Qual sua profissão?
 - C) Qual é sua deficiência visual?
 - D) Qual é o nível da sua experiência tátil?
- 4) Iniciar a gravação de vídeo e áudio.
- 5) **Entregar a imagem audiotátil “Composição”:**
 - A) Explicar a ordem de uso da imagem audiotátil: (1) Leitura do Braille; (2) Escutar os áudios dos botões de clique; (3) Tocar a parte feita com a impressão 3D; (4) Encontrar os botões condutivos; e (5) Escutar os áudios.
 - B) Uso da imagem audiotátil por parte do participante.
- 6) **Perguntas finais:**
 - A) Como foi sua experiência com as imagens audiotáteis?

- B)** Já havia utilizado um material didático como este antes: Se sim, compare com sua experiência anterior.
 - C)** Quais foram os pontos positivos identificados?
 - D)** Quais foram os pontos negativos identificados?
 - E)** Quais suas sugestões para melhora?
 - F)** Gostaria de adicionar mais alguma informação?
- 7)** Finalizar a gravação de vídeo e áudio.
- 8)** Agradecer e finalizar o teste.