

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RIO GRANDE DO SUL - CAMPUS PORTO ALEGRE
MESTRADO PROFISSIONAL EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO**

ESTÊVÃO DA FONTOURA HAESER

**GEDUC: UM DISPOSITIVO LIVRE PARA TRANSMISSÃO DE ÁUDIO
VIA ONDAS DE RÁDIO FM NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO
INCLUSIVA**

**PORTO ALEGRE
2019**

ESTÊVÃO DA FONTOURA HAESER

**GEDUC: UM DISPOSITIVO LIVRE PARA TRANSMISSÃO DE ÁUDIO VIA ONDAS
DE RÁDIO FM NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu – Mestrado Profissional em Informática na Educação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Porto Alegre, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Informática na Educação.

Orientadora: Prof^a Dr.^a Márcia H. Islabão Franco.

Coorientadora: Prof^a. Dr.^a. Silvia C. Bertagnolli

CIP - Catalogação na Publicação

Haeser, Estêvão da Fontoura

GEDUC: UM DISPOSITIVO LIVRE PARA TRANSMISSÃO DE ÁUDIO VIA ONDAS DE RÁDIO FM NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA / Estêvão da Fontoura Haeser. -- 2019.

122 f.

Orientadora: Márcia H. Islabão Franco

Coorientadora: Silvia C. Bertagnolli

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Porto Alegre, BR-RS, 2019.

1. Gambiarra. 2. Filosofia Livre. 3. Transmissão FM. 4. Educação Inclusiva. I. Franco, Márcia H. Islabão, orient. II. Bertagnolli, Silvia C. , coorient. III. Título.

Dedico este trabalho as 112.158.000 pessoas autodeclaradas negras neste país, como eu, que têm a sua cidadania incompleta, com sua história apagada, escondida, sua dignidade perseguida, negada, e seus direitos roubados e que lutam diariamente para conquistar o básico, aquilo que todas e todos deveriam ter garantido pelo Estado, como determina a nossa Constituição Federal de 1988.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa não teria sido possível sem a colaboração e a participação de algumas pessoas muito importantes na minha trajetória. A todas elas expresso aqui a minha profunda gratidão:

Nayr Figueiró da Fontoura, minha avó, em memória, que contra todas as adversidades de mulher pobre e periférica, formou uma família linda, com amor e carinho;

Lídia da Fontoura, mulher de fibra, negra, alma jovem, me ensinou e ensina muito, orientadora da vida, minha mãe;

Paulo Adalberto Haeser, pai e avô dedicado, pessoa incrível que sempre que teve condições me apoiou nas minhas empreitadas, mesmo nas mais improváveis, como a primeira viagem à Europa;

Cecília Zgiet Haeser, minha filha, pessoa que hoje dá sentido a tudo o que sou. Quero ser cada vez melhor, por ela também;

Michele Zgiet, mãe da minha filha, parceira nesta empreitada espiritual que é a paternidade/maternidade;

Cíntia Neves Bohmgahren, minha companheira, que ajudou a lapidar as ideias contidas nesta pesquisa e aturou, muitas vezes, meu mau humor nessa fase desafiadora, com paciência e carinho;

Lívia da Fontoura Haeser, Pedro da Fontoura Kellermann e Júlia Myraia da Fontoura Maciel, irmãs e irmão, sempre juntos, na alegria e na dor, e neste momento importante;

Kim Bins Ely Alves, João Pedro Haeser Pereira e Bruno Fontoura, afilhada e afilhados que me fazem querer ser um bom exemplo;

Amigos e colegas de Matehackers Hackerspace, em especial Joel Grigolo e Lucas Zawacki, colaboradores incansáveis, de quem essa pesquisa dependeu do início ao fim (agradecido pela paciência!);

Professor Evandro Manara Miletto, pelas importantes contribuições a esta pesquisa e professoras Márcia Häfele Islabão Franco e Silvia de Castro Bertagnolli, do Mestrado em Informática na Educação do IFRS Campus Porto Alegre, pela coragem e dignidade de acolherem a mim e à minha pesquisa, quando tudo parecia perdido.

Professores destes e de outros tempos: Alberto Semeler, Alexandre Santos, Alfredo Nicolaiewsky, Ana Albani de Carvalho, Carlos Pasquetti, Dóris Bittencourt Almeida, Eduardo Veras, Gabriela Brabo, Iara de Mattos (em memória), Johannes Doll, Josiane Ramos, Luciana Loponte, Paola Zordan, Márcia Amaral Corrêa de Moraes, Maria Cristina Biasuz, Maria Goreti Farias Machado, Nico Rocha.

Amigo Rodrigo Verdi, hoje professor do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que desde os meus quinze anos tem sido um incentivador e guia nos caminhos acadêmicos.

Amigos André Lima e Rodolfo Ribas que sempre demonstraram grande disponibilidade para participar de meus projetos experimentais e foram coautores da performance Gambiarrádio.

Amigos Ricardo Jorge Reis Silva e Guaracy Bomfim Vianna (ambos em memória), grandes incentivadores das minhas ideias.

Colegas da primeira turma (2015/2) do Mestrado Profissional em Informática na Educação, especialmente a Deise Tyska, pelas contribuições pontuais e certeiras.

Presidente Luis Inácio Lula da Silva, Presidenta Dilma Rousseff e Ministro da Educação Fernando Haddad, por fundarem os Institutos Federais e neles investirem, pondo em prática aquilo que determina a nossa Constituição Federal de 1988, em relação a uma educação emancipadora, pública, gratuita e de qualidade, para todas e todos.

Feita a revolução nas escolas, o povo a fará
nas ruas.

Florestan Fernandes

RESUMO

A transmissão de áudio em área restrita pode ser explorada para a educação, arte e entretenimento, trazendo possibilidades diversas, principalmente entre os jovens, que hoje utilizam as Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDICs) cotidianamente. Uma dessas tecnologias é o Raspberry Pi, um minicomputador de baixo custo e pequeno formato, criado no Laboratório de Informática da Universidade de Cambridge para promover o ensino de programação. Ao ser programado para tal, o RPi é capaz de transmitir áudio via ondas de rádio FM para aparelhos portáteis, como *smartphones* e *tablets*. Esta característica motivou a presente pesquisa na qual foi desenvolvido um protótipo de Tecnologia Assistiva, baseado em tecnologia livre, com baixo custo, que pode contribuir na promoção da inclusão de estudantes com Deficiência Visual em turmas formadas majoritariamente por videntes a partir da transmissão de audiodescrição durante atividades baseadas em audiovisual. A metodologia incluiu pesquisa exploratória numa perspectiva qualitativa envolvendo desenvolvimento de software, planejamento e projeto, testes e experimentos com o protótipo em contexto real de uso. Pode-se apontar como dois os principais resultados da pesquisa: (1) o protótipo, que está funcional - tem sido usado para a realização de *performances* artísticas baseadas na transmissão de áudio via ondas de rádio FM – e pode ser replicado facilmente a partir de um manual técnico; e (2) as evidências de que tal ferramenta é viável e pode promover a inclusão de estudantes com deficiência visual. Cabe apontar que o protótipo ainda necessita de algumas melhorias em relação ao seu *design*, mas já pode ser utilizada no contexto pedagógico. Por fim, pode-se afirmar que esta pesquisa originou uma nova tecnologia educacional, inclusiva, multifuncional, baseada na filosofia do software livre e de baixo custo.

Palavras-chave: Gambiarra; Filosofia Livre; Transmissão FM; Educação Inclusiva.

ABSTRACT

Audio transmission in a restricted area can be exploited for education, art and entertainment, bringing different possibilities, especially among young people, who today use Information and Communication Technologies on a daily basis. One such technology is RPi (RPi), a small-format, low-cost minicomputer created at the Cambridge University Computer Lab to promote coding computational skills. When programmed to do so, the RPi is capable of transmitting audio via FM radio waves to portable devices such as smartphones and tablets. This characteristic motivated this research in which the prototype of an Assistive Technology based on free technology was developed, with low cost, that can contribute in the promotion of the inclusion of visually impaired students in classes formed mainly by seers. The methodology included exploratory research in a qualitative perspective involving software development, design planning, tests and experiments with the prototype in real context of use. There are two main results of the research: (1) the prototype, which is functional and has been used to perform artistic performances based on the transmission of audio via FM radio waves; and (2) the evidence that such a tool is feasible and can promote the inclusion of students with visual impairment, still needing some design improvement. Thus, this research originated a new educational technology, multifunctional, based on the philosophy of free software and low cost.

Keywords: Gambiarra; Free Philosophy; FM Transmission; Inclusive education.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AD	Audiodescrição
AV	Audiovisual
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
CF88	Constituição Federal de 1988
CLACSO	<i>Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i> (Unidade Central de Processamento)
DV	Deficiência Visual
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
GB	Grã-Bretanha
GEduc	Gambiarrádio Educacional
GPIO	<i>General Purpose Input Output</i>
GR	Gambiarrádio (<i>performance</i>)
HDMI	<i>High-Definition Multimedia Interface</i>
HM	<i>Hackerspace Matehackers</i>
IEEE Xplore	<i>digital library - Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IFRS	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
IF	Institutos Federais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LACLO	<i>Latin American Conference on Learning Technologies</i>
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LBI	Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência
MEC	Ministério da Educação
NAPNE	Núcleo de Apoio a Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas
NEABI	Núcleo de Estudos Afro Brasileiros e Indígenas
PAV	Projeto de Acessibilidade Virtual
PcD	Pessoa com Deficiência
PcDV	Pessoa com Deficiência Visual
PNE	Plano Nacional de Educação
PNEEs	Pessoas com Necessidades Educativas Especiais
ProInfo	Programa Nacional de Tecnologia Educacional
PWM	<i>Pulse-Width-Modulation</i> (modulação por largura de pulso)
RAM	<i>Random Access Memory</i> (Memória Volátil)
RPi	<i>Raspberry Pi</i>
SETEC/MEC	Secretaria de Educação Profissional, Científica e Tecnológica do Ministério da Educação
SG	<i>Silent Gigs</i>
SciELO	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SoC	<i>System On a Chip</i> (Sistema Em Um Chip)
TA	Tecnologia Assistiva
TDICs	Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TR	Tecnologias de Rede
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i> (Fidelidade Sem Fio)
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Raspberry Pi</i>	34
Figura 2 - Exemplo de descrição de imagem	40
Figura 3 – Exemplo de questão constante no Questionário	55
Figura 4 - Raspberry Pi funcionando como transmissor FM	60
Figura 5 - Primeira versão da Gambiarrádio com Raspberry Pi	63
Figura 6 - Estrutura atual do protótipo de GEduc	73
Figura 7 - Estrutura modular proposta para o projeto GEduc	74
Figura 8 - Projeto do case modular para a GEduc, desenvolvido com HM	74
Figura 9 - Mapa das Entradas/Saídas do RPi	76
Figura 10 - Frame do curta de animação “Perfeito”	81
Figura 11 - Frame do curta de animação “Imagine uma menina com cabelos de Brasil”	81
Figura 12 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 1, estudante.....	108
Figura 13 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 2, estudante.....	108
Figura 14 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 3, estudante.....	108
Figura 15 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 4, estudante.....	109
Figura 16 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 5, estudante.....	109
Figura 17 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 6, estudante.....	109
Figura 18 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 7, estudante.....	110
Figura 19 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 8, estudante.....	110
Figura 20 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 9, estudante.....	110
Figura 21 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 10, estudante...	111
Figura 22 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 1, professores..	111
Figura 23 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 2, professores..	111
Figura 24 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 3, professores..	112
Figura 25 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 4, professores..	112
Figura 26 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 5, professores..	112
Figura 27 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 6, professores..	113
Figura 28 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 7, professores..	113
Figura 29 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 8, professores..	113
Figura 30 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 9, professores..	114

Figura 31 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 10, professores	114
Figura 32 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 11, professores	114
Figura 33 – Imagem do Monitor Retorno Sem Fio In Ear TSI CIE6 U.....	115
Figura 34 – Imagem do Psm300se215 - Ponto Eletrônico S/ Fio C/ Fone In-Ear Psm 300 Se215 – Shure	116

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1.	Motivações e Justificativa	19
1.2.	Objetivos.....	21
1.3.	Estrutura da Dissertação	21
2	ASPECTOS TEÓRICOS	23
2.1.	Gambarra: o conceito	23
2.2.	Software Livre e Educação Inclusiva	27
2.3.	Raspberry Pi na educação	32
2.4.	Inclusão Escolar e o estudante com Deficiência Visual.....	35
2.6.	Vigotski e a Perspectiva Histórico-Cultural: Zona de Desenvolvimento Iminente, Mediação, Compensação e Intersubjetividade	42
2.7.	Audiovisual na Educação	45
2.8.	Estratégias no processo de ensino-aprendizagem de estudantes com Deficiência Visual	49
3	METODOLOGIA.....	51
3.1.	Participantes	53
3.2.	Coleta de dados	53
3.3.	Instrumentos para a coleta de dados.....	54
4	ESTUDOS RELACIONADOS	57
4.1.	Contexto pré-pesquisa: a performance Gambiarrádio	58
4.2.	Audiodescrição em Ambiente Virtual de Aprendizagem.....	61
5	GEDUC: O PROTÓTIPO.....	63
5.1.	Cenários de uso potencial da GEduc	64
5.2.	Requisitos do protótipo	68
5.3.	Design do Protótipo	72
5.3.1.	Módulos do GEduc.....	76
6	APLICAÇÃO DO PROTÓTIPO	78
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
	REFERÊNCIAS.....	93
	APÊNDICE A	97
	APÊNDICE B	99
	APÊNDICE C	100
	APÊNDICE D	101

APÊNDICE E	103
APÊNDICE F.....	104
APÊNDICE G	107
APÊNDICE H	108
APÊNDICE I.....	115
APÊNDICE J.....	118
APÊNDICE K.....	119
APENDICE L.....	120

1 INTRODUÇÃO

Nestas duas primeiras décadas do século XXI testemunhou-se uma significativa democratização do acesso às Tecnologias de Rede (TR) e das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) (MORAN e BACICH, 2018). Tais ferramentas passaram a ser de uso comum na vida de boa parte da população brasileira, inclusive das pessoas com deficiência (PcDs). A existência de diversos aplicativos que promovem a acessibilidade e a inclusão, como, por exemplo, os leitores de tela, o *DOSVOX*, os tradutores de língua de sinais, ou o *Hand Talk*, indicam que PcDs utilizam *smartphones*, computadores e *tablets* cotidianamente.

De acordo com dados do (IBGE, 2015) a deficiência visual atinge 3,6% da população brasileira, sendo que “O grau intenso ou muito intenso da limitação impossibilita 16% dos deficientes visuais de realizarem atividades habituais como ir à escola, trabalhar e brincar”. Outro dado apontado pelo referido instituto é que a região sul possui a maior proporção de pessoas com deficiência visual totalizando 5,4%. Pode-se observar ainda, nesta mesma pesquisa que “... 0,4% são deficientes visuais desde o nascimento e 6,6% usam algum recurso para auxiliar a locomoção, como bengala articulada ou cão guia. Menos de 5% do grupo frequentou serviços de reabilitação”.

Apesar de hoje já ser vasta a legislação¹ que estabelece os direitos das PcDs, e a promulgação do Estatuto da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015), ainda é pouco comum encontrar estudantes com Deficiência Visual (DV) participando de turmas compostas majoritariamente por videntes, onde as tecnologias utilizadas para favorecer a aprendizagem nem sempre são adequadas aos estudantes que possuem algum tipo de deficiência. Conforme dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2016) do total de estudantes matriculados na educação básica brasileira, considerando os Ensinos Fundamental e Médio, apenas 1,9% são considerados PcDs, apresentando deficiências diversas. Além disso, durante a pesquisa de campo do presente trabalho levantou-se evidências

¹ Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva: Documento elaborado pelo Grupo de Trabalho nomeado pela Portaria Ministerial nº 555, de 5 de junho de 2007, prorrogada pela Portaria nº 948, de 09 de outubro de 2007.

Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014: Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015: Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência).

de que as práticas pedagógicas de grande parte dos professores do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio dos *campi* do IFRS (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul) não contemplam tecnologias adequadas para que esses estudantes possam desenvolver seu conhecimento de forma mais autônoma.

Partindo-se desse contexto, percebe-se a importância de se pensar em uma sala de aula que favoreça a aprendizagem dos estudantes com DV. Existem diversos recursos que podem transformar a sala de aula em um ambiente inclusivo, tradutores, audiodescrição, tecnologias assistivas com propósito específico. Desse modo, a presente pesquisa versa sobre o uso de TDIC no ambiente da sala de aula, especificamente o *Raspberry Pi*² (RPi) como transmissor de audiodescrição³ (AD) via ondas de rádio FM e o *smartphone* como receptor desta transmissão, com o objetivo de promover a inclusão de estudantes com DV ao minimizar as barreiras comunicacionais entre professores e estes estudantes. Desse modo, foi desenvolvido o Gambiarrádio Educacional (GEduc), que compreende um dispositivo capaz de transmitir áudio em ondas de rádio FM, utilizando um RPi - com foco educacional e aberto⁴. A ideia é que o GEduc possa transmitir a audiodescrição relativa a um material Audiovisual (AV) que é adotado na sala de aula em tempo real, assim o estudante com DV poderá “ver” as imagens exibidas utilizando-se desse recurso.

Considerando o que foi exposto acima, surge a questão que a presente pesquisa pretende responder: Como minimizar as barreiras comunicacionais e, assim, promover a inclusão de pessoas com DV em ambiente escolar, de modo acessível tecnológica e financeiramente viável?

Acredita-se que o GEduc possa ser utilizado para possibilitar a inclusão desses sujeitos, pois tem como principais características ser leve e portátil, ter dimensões reduzidas e realizar transmissão de áudio via ondas de rádio FM, viabilizando a

² *Raspberry Pi* é uma versão reduzida de um computador que roda o sistema operacional Linux, e foi projetado para servir como um computador de baixo custo para o ensino de programação (MONK, 2016).

³ Audiodescrição é um recurso de tecnologia assistiva que permite a inclusão de pessoas com deficiência visual junto ao público de produtos audiovisuais. O recurso consiste na tradução de imagens em palavras. É, portanto, também definido como um modo de tradução audiovisual intersemiótico, onde o signo visual é transposto para o signo verbal. Essa transposição caracteriza-se pela descrição objetiva de imagens que, paralelamente e em conjunto com as falas originais, permite a compreensão integral da narrativa audiovisual. Como o próprio nome diz, um conteúdo audiovisual é formado pelo som e pela imagem, que se completam. A audiodescrição vem então preencher uma lacuna para o público deficiente visual. (FRANCO, 2007). Esse tema será mais explorado no Capítulo 2.

⁴ O RPi é um *hardware* aberto, com exceção do chip primário, o *Broadcomm SoC (System On a Chip)*, que executa muitos dos principais componentes da placa – CPU (*Central Processing Unit*), gráficos, memória, o controlador USB, etc. Muitos dos projetos feitos com um RPi são abertos e bem documentados e são coisas que você pode construir e modificar.” Disponível em <<https://opensource.com/resources/raspberry-pi>> Acesso em 29.04.18

transmissão de AD para ser recebida por dispositivos comuns, de uso cotidiano, como um *smartphone*.

Para o desenvolvimento da presente dissertação optou-se pela pesquisa científica baseada em uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada. E, considerando a natureza de seus objetivos ela é exploratória utilizando-se dos seguintes procedimentos técnicos: pesquisa bibliográfica e estudo de campo.

A abordagem qualitativa foi selecionada porque “[...] enfatiza o subjetivo como meio de compreender e interpretar as experiências” e pretende dar um maior enfoque “[...] na interpretação do objeto” pesquisado e na “[...] importância do contexto do objeto” (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

A metodologia incluiu pesquisa exploratória numa perspectiva qualitativa envolvendo desenvolvimento de software, prototipação, testes e experimentos para validação do produto em contexto real de uso. Essa escolha deve-se a vários fatores, entre os quais destacam-se que as “pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores” (GIL, 2008, p.27). Esses são os pontos que foram determinantes para classificar essa pesquisa como exploratória, pois foi possível conhecer melhor o problema, delimitando-o e permitindo a sua devida compreensão, maiores detalhes da metodologia serão explorados no Capítulo 3.

Por fim, pretende-se ainda que com essa pesquisa seja possível mostrar que dispositivos móveis comerciais comuns, de uso cotidiano, podem ser integrados às práticas pedagógicas tradicionais, ampliando o seu alcance, atingindo também um público específico que demanda uma atenção singular. Assim, pretende-se reverter a lógica de altos custos das Tecnologias Assistivas⁵ (TA), retribuindo à sociedade brasileira a oportunidade de realizar estudos de pós-graduação em uma instituição pública, gratuita e de qualidade.

⁵ Tecnologia Assistiva – “é uma expressão nova, que se refere a um conceito ainda em pleno processo de construção e sistematização. A utilização de recursos de Tecnologia Assistiva, entretanto, remonta aos primórdios da história da humanidade ou até mesmo da pré-história. Qualquer pedaço de pau utilizado como uma bengala improvisada, por exemplo, caracteriza o uso de um recurso de Tecnologia Assistiva” (GARCIA: GALVÃO FILHO, 2012). Esse tópico será explorado com mais detalhes no Capítulo 2.

1.1. Motivações e Justificativa

Em anos anteriores ao ingresso no mestrado o autor desta pesquisa havia adaptado uma tecnologia chamada *Raspberry Pi* para utilização no contexto da Arte Contemporânea. Ela era usada basicamente para performances artísticas e possibilitava uma transmissão local, portátil e temporária de áudio por meio de ondas de rádio FM. Ao ingressar no mestrado, o autor percebeu que essa ferramenta poderia ser utilizada para outros fins (como descreve o Capítulo 4 – seção 4.1). Dentre esses cenários percebeu-se que um dos que apresentaria uma maior contribuição ao contexto da educação pública seria um sistema para AD, pois a cada semestre o ingresso de estudantes cegos ou com baixa visão aumenta no IFRS e nas escolas da rede pública de ensino. Assim, a solução aqui proposta poderia ser facilmente utilizada por docentes que têm como desafio realizar a verdadeira inclusão no ambiente escolar.

Um ambiente propício para o desenvolvimento de uma pesquisa deste teor é o Mestrado Profissional em Informática na Educação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS). Sendo hoje *locus* da inovação tecnológica e educacional, além de ser uma instituição de excelência acadêmica, nacional e internacionalmente reconhecida, o IFRS tem o compromisso de promover a convivência com a diferença/diversidade - e o faz a partir dos Núcleos de Ações Afirmativas, como os NEABIs⁶ e NAPNEs⁷. Também tem como foco a formação para a cidadania, conforme os objetivos constantes nos documentos de fundação dos Institutos Federais (IF): uma formação “capaz de tornar esse cidadão um agente político, para compreender a realidade e ser capaz de ultrapassar os obstáculos que ela apresenta; de pensar e agir na perspectiva de possibilitar as transformações políticas, econômicas, culturais e sociais imprescindíveis para a construção de outro mundo possível” (BRASIL, 2008b, p. 33).

Cabe destacar que a presente pesquisa se justifica por diversos aspectos, principalmente, por seu caráter transdisciplinar. Ela surge de uma manifestação artística e articula conceitos, teorias e metodologias de diferentes áreas de conhecimento: da psicologia da educação, apoiada principalmente na obra de Lev

⁶ NEABI - Núcleo de Estudos Afro Brasileiros e Indígenas. Disponível em: <https://ifrs.edu.br/restinga/extensao/neabi/> Acesso em 25.05.18.

⁷ NAPNE - Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Educacionais Específicas. Disponível em: <https://ifrs.edu.br/restinga/extensao/napne/> Acesso em 25.05.18.

Semenovich Vigotski e sua teoria sócio-interacionista; o design em três subáreas distintas: (i) o design de interação, de Rogers, Sharp e Preece, centrado na experiência do usuário (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013), (ii) a “improvisação utilitária contemporânea”, ou gambiarra (BOUFLEUR, 2013), e (iii) o *design* compacto (VASCONCELOS, 2009). Além disso, a filosofia do software livre é a principal contribuição da computação, juntamente com o *hardware* aberto do RPi, que é a plataforma sobre a qual se desenvolve o GEduc. Há ainda contribuições da legislação⁸ que organiza a educação brasileira, A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), hoje atualizada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), e da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (ou Estatuto da Pessoa com Deficiência), por esta pesquisa atender uma demanda social, política e educacional na perspectiva da Educação Inclusiva.

Assim, propõe-se Gambiarrário Educacional (GEduc), que compreende uma variante do equipamento criado para a *performance* Gambiarrádio (GR) como dispositivo de inclusão educacional para o caso de estudantes com DV em situação de sala de aula com colegas e professores videntes. Considerando-se que o GEduc (protótipo proposto nesta pesquisa) pode ter sua transmissão captada por aparelhos móveis de uso cotidiano, surgiu a hipótese de seu uso como ferramenta mediadora na promoção da inclusão de PcDs, viabilizando que estudantes com deficiência visual possam compreender melhor os materiais audiovisuais utilizados por docentes nas salas de aula.

Pretende-se ainda mostrar que dispositivos móveis comerciais comuns, de uso cotidiano, podem ser integrados às práticas pedagógicas tradicionais, ampliando o seu alcance, atingindo também um público específico que demanda uma atenção singular. Assim, pretende-se reverter a lógica de altos custos das Tecnologias Assistivas⁹ (TA), retribuindo à sociedade brasileira a oportunidade de realizar estudos de pós-graduação em uma instituição pública, gratuita e de qualidade. Nesse sentido, para se ter uma ideia do custo envolvido, uma lupa eletrônica no formato bolinha, usada por estudantes com baixa visão, custa aproximadamente R\$ 600,00

⁸ Leis 9.394/96 e 13.146/2015

⁹ Tecnologia Assistiva – “é uma expressão nova, que se refere a um conceito ainda em pleno processo de construção e sistematização. A utilização de recursos de Tecnologia Assistiva, entretanto, remonta aos primórdios da história da humanidade ou até mesmo da pré-história. Qualquer pedaço de pau utilizado como uma bengala improvisada, por exemplo, caracteriza o uso de um recurso de Tecnologia Assistiva” (GARCIA: GALVÃO FILHO, 2012) Esse tópico será explorado com mais detalhes no Capítulo 2 da presente Dissertação.

(seiscentos reais), o que torna o seu uso muito dispendioso para uma escola que possua vários alunos com DV.

1.2. Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é a criação de uma ferramenta educacional tecnológica, livre e com baixo custo de produção, que favoreça a aprendizagem de estudantes com deficiência visual utilizando-se do recurso da AD.

Como objetivos específicos foram estabelecidos:

- Compreender e analisar a legislação vigente sobre inclusão e AD;
- Desenvolver um protótipo funcional de um dispositivo de baixo custo (baseado em um minicomputador RPi) para transmissão de áudio via ondas de rádio FM para aparelhos móveis, em área restrita, visando o uso educacional;
- Utilizar teorias relacionadas a design de interação para produzir um produto robusto, portátil e de fácil utilização;
- Validar a proposta com estudantes portadores de deficiência visual, no IFRS Campus Osório, onde o autor do presente trabalho atua como docente.

Acredita-se que com esses objetivos é possível o desenvolvimento do projeto, utilizando uma plataforma de hardware aberta, visando a criação de uma ferramenta educacional tecnológica livre e com baixo custo de produção que favoreça a aprendizagem de estudantes com DV em sala de aula e que seja economicamente viável para as escolas da rede pública.

1.3. Estrutura da Dissertação

De modo a facilitar a compreensão da organização desse trabalho foi elaborada a presente seção que apresenta a Estrutura da Dissertação, a qual está organizada em sete capítulos.

O segundo capítulo, “Metodologia”, apresenta as etapas da pesquisa e as duas estratégias metodológicas presentes na pesquisa: uma, a metodologia da pesquisa em si, com o planejamento dos testes e a articulação com os referenciais teóricos, e outra, a metodologia do desenvolvimento do protótipo.

No Capítulo 3, “Fundamentação Teórica”, apresentam-se os principais pressupostos teóricos levantados durante a pesquisa bibliográfica que, ao serem articulados com a parte técnica e prática do desenvolvimento do protótipo GEduc, formaram a rede conceitual e teórica que embasam o presente trabalho. São eles o conceito de gambiarra, oriundo do *Design*, a filosofia do software livre, a utilização do RPi em projetos na área da educação e os conceitos de Tecnologia Assistiva e de Audi descrição, alguns aspectos da Educação Inclusiva, bem como a legislação relacionada às políticas de Inclusão.

No Capítulo 4, “Estudos Relacionados”, apresenta-se o estado da arte dos estudos relacionados aos temas centrais desta pesquisa, como as pesquisas artísticas e as experiências prévias a presente pesquisa que envolveram o surgimento da ideia do protótipo GEduc, o histórico e as perspectivas da utilização do AV na Educação e as estratégias no processo de ensino-aprendizagem de estudantes com DV.

O quinto capítulo, “GEduc: o protótipo”, refere-se à concepção do protótipo, o desenvolvimento de GEduc, suas características e os potenciais cenários de uso, bem como os requisitos e o seu projeto.

O Capítulo 6, “Aplicação do Protótipo”, trata dos testes onde GEduc funcionou como sistema para transmissão de AD, descrevendo a estratégia de aplicação de atividades práticas em sala de aula com a participação de estudantes com DV, bem como alguns dos resultados obtidos com a sua aplicação.

O sétimo capítulo consiste nas considerações finais obtidas com os testes realizados em sala de aula, trazendo reflexões a partir dos dados coletados, depoimentos dos estudantes PcDs e, também, de professores que participaram dos testes.

2 ASPECTOS TEÓRICOS

O presente capítulo tem como foco contextualizar os aspectos teóricos que embasaram a discussão, a análise e o desenvolvimento do trabalho. As próximas seções serão, respectivamente: “Gambiarra: o conceito”, trazendo aportes conceituais do design que muito contribuem para a compreensão do GEDUC; “Software Livre e Educação Inclusiva”, aprofunda o que é um software que utiliza a filosofia de software livre e como ele pode ser aplicado na educação inclusiva; “*Raspberry Pi* na educação”, apresenta a plataforma *Raspberry Pi* e suas aplicabilidades na educação; “Inclusão Escolar e o estudante com Deficiência Visual” traz um breve histórico sobre a educação inclusiva e legislação/direitos do/da estudante com deficiência; “Audiodescrição” traz a definição e legislação acerca desta TA; “Vigotski e a teoria Histórico-Cultural: Zona de Desenvolvimento Iminente, Mediação, Compensação e Intersubjetividade”, alguns aspectos da teoria de Lev S. Vigotski articulados ao presente trabalho; em “Audiovisual na Educação”, buscou-se dar um panorama do estado da arte da utilização de audiovisual no contexto da educação; e, por fim, em “Estratégias no processo de ensino-aprendizagem de estudantes com Deficiência Visual”, houve um aprofundamento nas questões relacionadas às estratégias mediacionais¹⁰ adequadas ao ensino-aprendizagem de estudantes com DV especificamente.

2.1. Gambiarra: o conceito

Conforme definido no dicionário Caldas Aulete (2007) Gambiarra significa “Solução improvisada para resolver um problema”. Nesse contexto o título da obra artística Gambiarrádio¹¹, provém da noção de algo precário, improvisado, que é uma solução técnica criativa e de baixo custo, efêmera e dinâmica, resultado da junção de diversos equipamentos para realizar uma função. Já Obici (2014), elucida que o termo pode ser:

[...] empregado em várias situações, tais como: adaptação, adequação, ajuste, conserto, reparo, remendo, encaixe, emenda, improvisação, jeitinho, maquinação, artimanha, traquitana, trucagem, transmutação, técnica, bricolagem, assemblage. Ou ainda, atitude inventiva, inteligente, criativa, imediata, não convencional, não prevista à solução alternativa de um

¹⁰ Que realizam a mediação.

¹¹ A *performance* Gambiarrádio será melhor detalhada no Capítulo 3 da presente dissertação.

problema; uma prática heteróclita, insólita, incomum; uma arte vernácula, autóctone, 'tecnologia popular'. (OBICI, 2014, p. 6)

A união das palavras gambiarra e rádio para formar o título da obra artística Gambiarrádio, teve como motivação fazer um trocadilho, que caracteriza uma parte da presente pesquisa: além do compromisso com a educação inclusiva, usar a tecnologia de forma criativa, aberta, democrática e acessível. Os improvisos musicais que ambientaram a criação da primeira versão da performance Gambiarrádio foram momentos de interação, de aprendizagem coletiva autodidata. Essa experiência musical, que na época foi denominada *Silent Gigs* (SG), é o embrião do desafio técnico que tem a gambiarra como solução. A versão criada com a ajuda dos colaboradores do *Hackerspace Matehackers*, em 2014, representa já um segundo momento, com avanços e a inclusão de funcionalidades que caracterizam o protótipo GEduc. No caso da Gambiarrádio, foi uma questão de necessidade, associada à precariedade de condições financeiras e materiais para solucionar o problema de outra forma. A solução foi a criatividade associada ao *design*.

O trabalho de Bouffleur (2006) ajuda a compreender esse processo a partir de uma definição de gambiarra:

Gambiarra é uma forma heteróclita de desenvolver uma solução funcional / aplicada. Ou seja, um processo baseado no raciocínio projetivo imediato, elaborado a partir de uma necessidade particular ou algum recurso material disponível - os quais proporcionam a constituição de um artefato de maneira improvisada. Esta relação nos leva a compreender a gambiarra como um paradigma paralelo, o qual surge a partir dos limites e dos impactos proporcionados pelo modelo industrial de produção e consumo. Se a atividade do design de produtos se define, não pelo elitismo, mas principalmente pelo desenvolvimento de artefatos (sejam eles industriais ou não), então na essência, design e gambiarra são procedimentos similares. O que tende a ser diferente, são alguns fatores relacionados a cada contexto que podem variar, como por exemplo, a tecnologia empregada, os métodos, a infraestrutura envolvida (fábrica, pessoas, equipamentos, matéria-prima, etc.), o processo industrial, seus propósitos políticos e alguns objetivos corporativos, como por exemplo, para quem, porquê e para quê se produz. (BOUFLEUR et al., 2006, p. 8)

Ciente destas características desse tipo de tecnologia é realizada uma apropriação consciente e politicamente engajada por parte do autor dessa dissertação, a desobediência tecnológica inspirada na obra do designer e artista cubano Ernesto Oroza, sistematizada na nos trabalhos de Obici (2014) e de Bouffleur (2006), torna-se uma referência fundamental. A desobediência tecnológica consiste na adaptação e reutilização de aparelhos e objetos produzidos industrialmente, dando

outra função ao produto, diferente daquela planejada, projetada e desenhada para o seu propósito inicial. Isso é, certamente, parte de um movimento de resistência contra a lógica do capital que se impõe sobre toda a sociedade e cujas características são a padronização, a produção em série, a obsolescência programada e o impacto ambiental. Nesse contexto, como destaca Obici (2014) a gambiarra tem obtido êxito nas atividades cotidianas, as quais caracterizam uma sociedade dita “codependente de seus tecno utensílios” que podem ser identificados como os *smarthphones*, computadores, *tablets*, entre outros recursos tecnológicos. Assim pode-se afirmar que a gambiarra pode ser considerada “um comportamento emergente” que aborda soluções “não convencionais”, para abranger um grande conjunto de aplicações que estão relacionados ao “contexto de uma cultura mediada pela tecnologia”. Pode-se pensar que ela é muito ampla, pois é possível identificar “sua relação com questões relevantes no mundo contemporâneo: tecnologia, sustentabilidade, escassez de recursos, criatividade, arte, design, cultura hacker” (OBICI, 2014, p. 6).

Bouffleur (2006) considera, em linhas gerais, que uma gambiarra seja uma solução alternativa, criada a partir de artefatos improvisados. A partir disso, ele propõe uma classificação para as gambiarras analisando sua configuração quanto à relação forma/função (BOUFLEUR, 2006, p. 40):

- “Uso incomum sem mudança de função ou forma” - onde o artefato permanece inalterado fisicamente, “mudando apenas o seu significado”;
- “Simples mudança de função sem alterar a forma” - com utilização para realizar uma função diferente daquela para o qual foi fabricado;
- “Inclusão/exclusão de peças ou componentes, mantendo a mesma função” – exemplo comum de gambiarra que, apesar de muitas vezes piorar a aparência do artefato, proporciona maior sobrevivência, superando a obsolescência programada;
- “Mudança da forma para mudar a função” – adaptações criativas na forma de um artefato, alterando sua função para atender uma nova necessidade;
- “Inclusão/exclusão de partes, peças ou componentes para mudar a função” – neste caso, as alterações no artefato original ocasionam a incorporação de alguma outra funcionalidade;
- “Composição de um novo artefato a partir do aproveitamento de outros” – junção ou mistura de artefatos cuja combinação gera um novo artefato que,

muitas vezes, tem função e significado distintos daqueles dos artefatos que o originam.

A GEduc, portanto, se encaixa perfeitamente na sexta caracterização proposta por Bouffleur (2006), pois é configurada pela combinação de diferentes artefatos industriais que, desta forma, associados ao software desenvolvido para rodar no RPi, tornam-se um transmissor de rádio baseado em software, *design* que será detalhado no Capítulo 5.

Nas primeiras versões da gambiarra tecnológica, que gerou a performance Gambiarrádio, a função de transmitir o sinal de FM era feita por um pequeno transmissor, de um tipo normalmente utilizado em sonorização automotiva, industrializado, simples e de baixa potência, pois o objetivo primário era transmitir na sala de um apartamento, ou seja, em um pequeno espaço. Em 2014, na segunda ocasião onde a performance GR foi realizada, o espaço era muito maior: o pátio da Associação Cultural Vila Flores¹². A performance integrou a programação do evento Vila Flores de Portas Abertas, que contou com a presença de mais de mil pessoas, no dia 10 de outubro de 2014. Com uma demanda de maior potência para amplificar o sinal da transmissão, a fim de cobrir um maior espaço, os integrantes do HM, que também participavam do evento, sugeriram a troca do pequeno e fraco transmissor FM automotivo por um minicomputador *Raspberry Pi*, plataforma de dimensões reduzidas, potente, barata e portátil. Assim, o RPi foi integrado à performance e as possibilidades de incremento da abrangência da transmissão superaram as expectativas de todos os envolvidos, viabilizando até mesmo a transmissão simultânea da performance pela internet para o mundo todo via streaming¹³.

Assim, quando a presente pesquisa de mestrado surgiu, com a intenção de propor um uso educacional para o dispositivo no qual se baseia a *performance* Gambiarrádio, o RPi manteve-se como opção economicamente viável, pelo seu baixo custo – atualmente custando entre R\$ 75,00 (setenta e cinco reais) e R\$ 150 (cento e cinquenta reais) - e viabilizou a intenção de criar uma ferramenta portátil, por ser pequeno, leve e passível de ter a alimentação de energia feita por uma bateria

¹² O “Vila Flores” é um complexo arquitetônico criado pelo arquiteto José Franz Seraph Lutzenberger (1882-1951), em 1928, e que é formado por três edificações que hoje abrigam a “Associação Cultural Vila Flores”, um centro cultural voltado à economia criativa, que em 2016 participou da “Bienal de Arquitetura de Veneza”, integrando a mostra “Juntos”. Disponível em: <<https://vilaflores.wordpress.com>> Acesso em: 12.06.16.

¹³ *Streaming* ou *streaming media* é o termo utilizado para descrever o processo de emissão em tempo real de arquivos de imagem e som através da internet (MEDEIROS, 2009, p. 3). Para a transmissão via *streaming* com o RPi versões 1 e 2 é necessário conectar um adaptador de rede externo, via USB, e que haja rede wi-fi no lugar onde a GEduc esteja sendo usada. O RPi 3 já vem com o receptor wi-fi embutido (*on board*).

recarregável (*powerbank*), semelhante a de um telefone celular. Observa-se que os detalhes da arquitetura do protótipo serão descritos no Capítulo 5 da presente dissertação.

2.2. Software Livre e Educação Inclusiva

Como o próprio termo já diz, o software livre está relacionado a uma visão de mundo que privilegia a liberdade, a cooperatividade e a solidariedade, características implícitas da cultura de rede. A vontade de compartilhamento de saberes e a manutenção da liberdade para trabalhar a partir dos códigos fontes dos programas, foram a motivação inicial de Richard Stallman (EUA,1953) para a criação da *Free Software Foundation*, em 1985. O programador, hacker e ativista criou esta entidade sem fins lucrativos, que foi fundamentada juridicamente com a redação de uma licença pública. Esta é o contraponto ao conceito de propriedade que as grandes corporações impuseram ao mundo da informática no início dos anos 1980. Então, surgiu o software proprietário, assim chamado, por ser a forma de as empresas de software exercerem poder e controle sobre o usuário (CONTI, 2015). Segundo Teixeira (2010, p. 35), a filosofia do software livre compreende o “desafio de ser autor”, onde o se exerce um papel de nó na rede de colaboração, que é composta por diversos tipos de experiências e pela constante autoria e coautoria. Essa rede “é pautada pela colaboração com os demais nós a fim de se harmonizar com a dinâmica da rede e suas reconfigurações, envolvendo-se numa espiral de apropriações e reapropriações de conceitos, técnicas e possibilidades”.

Na educação brasileira, o *software* livre vem ganhando espaço, como ressalta Teixeira (2010), além disso a inclusão desse tipo de *software* e instituições públicas é muito importante, pois vai além de uma escolha “economicamente viável” é uma política pública que tem como objetivo principal “incentivar a inteligência coletiva e a criatividade, possibilitando o domínio e a independência tecnológica, constituindo uma revolução conceitual e ideológica afinada com a lógica das redes latente na sociedade” (TEIXEIRA, 2010, p. 59).

Dois exemplos concretos que são utilizados até o presente momento são o *LibreOffice* e os sistemas baseados em Linux, como o que opera no Computador Interativo e Lousa Digital (Projetor do Programa Nacional de Tecnologia Educacional - ProInfo), o qual foi projetado nas universidades federais de Santa Catarina e de

Pernambuco, e tem como foco encapsular em um único dispositivo um computador e um projetor, tornando-se uma ferramenta para aumentar a interatividade em sala de aula (FNDE, 2012). Ele é portátil, podendo ser levado por professores para as salas de aula ou outros espaços da escola e funciona “interligado aos laboratórios ProInfo e contém teclado, *mouse*, portas USB (*Universal Serial Bus*), porta para rede *wireless* e acesso a redes, unidade leitora de DVD e um projetor multimídia”. Com este equipamento é possível “apresentar conteúdos digitais armazenados no servidor da escola” ou da internet, caso exista *Wi-fi*, sem a necessidade de um *notebook* ou outro computador. Destaca-se que esse dispositivo pode ser utilizado como lousa digital, onde a superfície de projeção transforma-se “em um quadro interativo” (FNDE, 2012).

O *software* livre está intimamente ligado à educação inclusiva, uma vez que ele permite a adaptação de um programa ou tecnologia para uma necessidade específica e o desenvolvimento de códigos que não vão ao encontro dos interesses da indústria e das empresas detentoras dos *softwares* proprietários. O desenvolvimento de GEduc é um exemplo dessas características do software livre e o Capítulo 5 da presente dissertação detalhará o processo de desenvolvimento do protótipo, onde será possível entender a importância de se poder adaptar um código, muitas vezes melhorando-o e aperfeiçoando-o.

O desenvolvimento de TA tem sido foco de investimento de recursos financeiros e humanos no IFRS, onde já há um caminho construído na relação entre os NAPNES dos diversos Campi e os professores-pesquisadores e suas pesquisas, além a criação do Projeto de Acessibilidade Virtual (PAV), em 2006, com o objetivo de “garantir um bom nível de acessibilidade aos artefatos digitais gerados no âmbito” da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica (SONZA, 2015). Como resultados práticos do PAV pode-se citar como exemplos de Tecnologia Social Assistiva os Acionadores, que são dispositivos utilizados para pessoas com deficiência motora ou movimentação limitada, que não conseguem utilizar um mouse convencional; e a Máscara para teclado (colmeia), que pode ser considerado um acessório que é acoplado ao teclado do computador, e auxilia os indivíduos que têm “pouca coordenação motora/mobilidade reduzida nos membros superiores”) (SONZA, 2015).

De acordo com o Comitê de Ajudas Técnicas da Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência, a TA pode ser 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 - SDHPR. – Comitê de Ajudas Técnicas – ATA VII) (BERSCH,2008, p. 4)

Assim, a GEduc é proposta em consonância com a legislação brasileira vigente, no que diz respeito à inclusão da pessoa com deficiência, não apenas na área da educação, mas também quanto à promoção do acesso às TDICs, como esclarece o Artigo 78 da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015):

Devem ser estimulados a pesquisa, o desenvolvimento, a inovação e a difusão de tecnologias voltadas para ampliar o acesso da pessoa com deficiência às TIC e às tecnologias sociais. Parágrafo único:

Serão estimulados, em especial:

I - o emprego de TIC como instrumento de superação de limitações funcionais e de barreiras à comunicação, à informação, à educação e ao entretenimento da pessoa com deficiência;

II - a adoção de soluções e a difusão de normas que visem a ampliar a acessibilidade da pessoa com deficiência à computação e aos sítios da internet, em especial aos serviços de governo eletrônico. (BRASIL, 2015)

Percebe-se, desse modo, que as TDICs são imprescindíveis no enfrentamento do grande desafio da inclusão das pessoas com deficiência, esse enorme grupo social - que representa 23,9% (OLIVEIRA, 2012) da população brasileira. Neste contexto, o desenvolvimento do GEduc corresponde a uma tentativa de atacar estes dois desafios, apoiada na tecnologia e na criatividade: pretende verificar a viabilidade de utilizar as TDICs como ferramentas educacionais em sala de aula, mais especificamente, seu potencial para promover a inclusão das PcDs, pontualmente com deficiência visual. Para isso, diferentes dispositivos disponíveis no mercado, feitos industrialmente, foram reaproveitados (*repurposing*) (PIMENTA et al., 2015) e configurados em um protótipo com design modular e portátil, baseado em um RPi programado para transmitir áudio via ondas de rádio FM. Tanto o RPi quanto o *smartphone* são TDIC se ambos estão envolvidos no processo comunicacional que pretende-se mediar para promover a inclusão.

Sobre a utilização de *hardware* aberto e de *software* livre na pesquisa, é importante contextualizar que o movimento iniciado por Richard Stallmann na década de 1980, possibilitou o desenvolvimento de diversos programas e do Linux, sistema operacional que mantém o computador como uma ferramenta livre (CONTI, 2015). Considerando o alto custo das licenças para uso de programas de modelagem 3D com *software* proprietário, é possível inferir que o acesso a esse tipo de programa dificilmente será universal, o que justifica o objetivo de pesquisar alternativas que atendam a necessidade de democratização do acesso a ferramentas livres para o ensino, a inclusão de pessoas com deficiência e o desenvolvimento de projetos educacionais diversos, inclusive na área de Artes.

A relação da presente pesquisa com *software* livre e *hardware* aberto tem como origem direta a influência do contato com o coletivo do HM. O convívio no Vila Flores, durante o período em que o autor participou do Projeto Casa Grande (2014 - 2015), onde foi realizada pela segunda vez a performance GR, possibilitou grande troca de informação e experiências. Isso culminou com a participação de dois dos integrantes do HM na produção da performance GR, com a primeira inserção do RPi programado para transmitir via ondas de rádio FM e via streaming. Segundo Medeiros (2009) o fluxo de transmissão pode ser de dois tipos: por *streaming* ou *on demand*, o primeiro tipo utiliza-se de propagação ou fluxo contínuo e sem interrupções, e neste caso o “usuário acessa a transmissão sonora que se encontra em andamento” (MEDEIROS, 2009,p. 3).

O HM é um polo de criatividade e de pesquisa na área de tecnologia, onde se exercita uma postura libertária em relação à educação e o livre compartilhamento do conhecimento é regra. Burtet (2014) esclarece que “o *hackerspace* é nada mais, nada menos do que um espaço *hacker* (*hacker* + *space*), um espaço onde predomina a ética *hacker* e no qual *hackers* se encontram para trabalhar em seus mais variados projetos” (BURTET, 2014, p. 36). A autora afirma que “os primeiros *hackerspaces* do século XXI marcam uma mudança na maneira como percebemos o papel do indivíduo e da sociedade, face às tecnologias emergentes” (BURTET, 2014, p. 35).

Sobre o contexto social e cultural no qual estes espaços se inserem e sobre as tecnologias de rede, Teixeira (2010) afirma que eles:

[...] trazem em si características que as diferenciam radicalmente das demais tecnologias, permitindo apropriação crítica, protagonista e contrária à lógica verticalizada das mídias de massa, possibilitando a valorização cultural e o estabelecimento de processos de aprendizagem baseados numa cultura de rede. Tal cultura pressupõe processos de autoria horizontais e colaborativos, baseados na comunicação multidirecional e no autorreconhecimento como nó de uma rede que, como tal, deve, necessariamente, romper com a lógica da distribuição imposta, como é possível verificar no fenômeno do software livre, manifestação genuína desta cultura. (TEIXEIRA, 2010, p. 20)

O princípio de compartilhamento do conhecimento de forma livre, baseado na internet, trabalhando no sentido da construção de uma inteligência coletiva, presente no HM, tem relação direta com os elementos que definem a filosofia de software livre, onde a liberdade de criar transcende os fatores técnicos. Segundo Teixeira (2010, p. 35) ela pode ser representada em quatro dimensões: (i) a liberdade de execução do código para o propósito que se considerar o mais adequado; (ii) a liberdade analisar e adaptar o código de acordo com as necessidades que foram identificadas; (iii) a liberdade de distribuição de cópias, seguindo o que é estabelecido na sua licença, “de modo que se possa colocá-lo a serviço de outras necessidades”; e, por fim, (iv) o livre aperfeiçoamento do programa, compartilhando-o com a comunidade (TEIXEIRA, 2010, p. 35)

Numa sociedade de consumo que vive uma cultura das redes, se faz presente a necessidade de trabalhar com criatividade, adaptando as TDICs e as TR para necessidades locais, quando não pessoais, principalmente em contextos socioeconômicos como os do Brasil, onde as desigualdades são enormes e nem todos terão acesso aos benefícios da tecnologia.

Teixeira (2010) ressalta, apoiado em Santos (2002), que a tecnologia tem um lado que não se pode desprezar: é feita industrialmente, diretamente, portanto, ligada ao capital e, de diversas formas, reforça e mantém a exclusão social a partir da exclusão digital. Ele afirma que:

embora reconheçamos a não neutralidade das tecnologias dada sua intencionalidade geradora, explicitada nos conceitos de artificialidade e de racionalidade propostos por Santos (2002), as TRs possuem características revolucionárias em relação às suas antecessoras. Na medida em que trazem em si a potencialidade das redes, as TRs permitem uma apropriação diferenciada, pautada na criticidade, na criatividade e na autoria. Entendidas como produtos sociais que “oferecem a possibilidade de superação do imperativo da tecnologia hegemônica e paralelamente admitem a proliferação de novos

arranjos, com a retomada da criatividade” (Santos, 2004, p. 8), podem ser assumidas pelos diferentes grupos sociais segundo suas próprias culturas e características, num movimento de valorização de diferenças, de produção de conteúdo e de estabelecimento de processos comunicativos e colaborativos. (TEIXEIRA, 2010,p. 39)

Esta pesquisa tem uma peculiaridade em função de seu formato e assunto: como é desenvolvida em um mestrado profissional, onde há que se apresentar um produto como resultado, é imperativo desenvolver alguma tecnologia educacional e, em função da temática em torno da gambiarra baseada no RPi, associada à cultura das redes e ao movimento *maker*, traz além das referências bibliográficas, referências técnicas cujas fontes estão em videoaulas e tutoriais no *Youtube*¹⁴ ou em blogs vinculados ao movimento *maker* de diversas idades e nacionalidades.

Ao optar-se pela utilização do RPi como transmissor, é necessário abertura para buscar fontes não usuais. O RPi foi criado e desenvolvido a partir de um programa do Laboratório de Informática da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, em 2012, que o projetou para ser uma ferramenta educacional que facilitasse o ensino da programação e do pensamento computacional. Desta forma, os estudantes daquela região têm se apropriado deste dispositivo, cujas características físicas contemplam as de uma tecnologia educacional contemporânea: dimensões reduzidas, leve, portátil, barato, facilmente programável, com acesso à internet, multiuso, potente, robusto.

2.3. Raspberry Pi na educação

Proposto pela *Raspberry Foundation*, uma fundação filantrópica ligada ao Laboratório de Computação da Universidade de Cambridge (GB), essa ferramenta foi criada com o intuito de “contribuir na formação dos estudantes britânicos no sentido de preencher uma lacuna em relação ao pensamento computacional e as habilidades relacionadas à programação, entendidas como fundamentais para atuar na sociedade atual”. Pode-se afirmar que a plataforma do RPi foi elaborada de forma simples que “pode servir como um ponto de entrada para as crianças desenvolverem o pensamento computacional de maneira informal” (WING e MEYERS, 2014).

¹⁴ Site que hospeda vídeos de usuários cadastrados, permitindo a criação de canais e até mesmo transmissões ao vivo.

No levantamento bibliográfico foram encontrados um conjunto de projetos educacionais baseados em RPi, mas nenhum deles usando a possibilidade do *Raspberry Pi* para a transmissão de ondas FM. O uso do RPi na educação é apoiado pelas afirmações de Wing e Meyers (2014), pois eles argumentam que ela é:

uma plataforma ideal para ensinar a jovens o “pensamento computacional”, as habilidades e atitudes que engenheiros de software usam para projetar muitas das ferramentas digitais que usamos todos os dias. Essas habilidades incluem decomposição - quebrar um objeto ou processo em seus componentes ou etapas, reconhecimento e abstração de padrões - ser capaz de ver como partes ou etapas de um processo ocorrem ou co-ocorrem para fazer sentido. Além de ser fácil de programar, o RPi se encaixa em um estojo transparente: todas as partes do computador estão visíveis. Isso ajuda desmistificar a computação e fazer o dispositivo acessível, tanto no plano físico como no intelectual. (WING; MEYERS, 2014)

O sistema da GEduc é baseado na lógica do *software* livre e nem poderia ser diferente: como é baseada no RPi, criado como ferramenta educacional aberta, voltada para o ensino de programação e da linguagem computacional, deve seguir essa mesma lógica. Por ter sido desenvolvida em uma instituição pública e gratuita de ensino, por um pesquisador que é também professor na mesma instituição, a GEduc está comprometida com a democratização do acesso às tecnologias educacionais e assistivas e, para isso é fundamental que seja aberta, livre, replicável, modular, simples e de baixo custo.

A versão inicial, que não possuía foco educativo, nem foi pensada para ser portátil, era formada por diversos aparelhos, incluindo mixador¹⁵ e pré-amplificador¹⁶, equipamentos grandes e pesados que demandaram a utilização de uma mesa como base, ocupando grande espaço, tornando a estação de trabalho da performance Gambiarrádio algo fixo e com muitos cabos que necessitavam também muitas tomadas. A meta com o presente trabalho foi alcançar um *design* com estrutura modular, compacto e portátil, com um módulo base para fornecer a energia (bateria) e módulos subsequentes anexados por demanda, como minicomputador - o RPi - programado para transmitir em ondas de rádio FM, mixador, amplificador e equalizador¹⁷, por exemplo, dependendo da funcionalidade desejada para o

¹⁵ Mixador pode ser definido como dispositivo ou aparelho próprio para mixagem. Aulete Digital, disponível em <http://www.aulete.com.br/mixador> Acesso em: 18.03.19.

¹⁶ Pré-amplificador compreende um aparelho que amplifica, para a saída, um sinal de entrada. Aulete Digital, disponível em < <http://www.aulete.com.br/amplificador>> Acesso em 18.03.19.

¹⁷ Equalizador consiste em um circuito eletrônico destinado ao processo da equalização. Aquele que equaliza, uniformiza, equilibra. Aulete Digital, disponível em <http://www.aulete.com.br/equalizador> Acesso em 18.03.19.

equipamento no momento em que estiver sendo utilizado. Abaixo, a Figura 1 ilustra o minicomputador RPi que possui as dimensões 9 x 5,5 x 2 cm, lançado em 2011.

Figura 1 - *Raspberry Pi*.



Fonte: *Do autor*.

O RPi que é versão pela qual optou-se para a realização da pesquisa, possui um processador ARM11 32 bits 700 MHz, 512 MB de memória RAM (*Random Access Memory*), *slot* para cartão SD - no qual se instala o Sistema Operacional Raspbian, baseado em Linux, visto que o RPi não tem memória interna, bem como possibilita conexões *General Purpose Input/Output* (GPIO) a partir dos pinos programáveis de entrada e saída de dados, utilizadas para prover interface entre periféricos (SILVA; SÁ; TEIXEIRA, 2015), por meio dos quais se viabiliza a transmissão por ondas de rádio FM, processo explicado em detalhes no Apêndice A.

Quando se pensa sobre o futuro do RPi, este está diretamente conectado à educação, assim como seu surgimento, pois os próprios avanços estão surgindo das pesquisas e da aplicação do RPi em projetos em escolas e universidades. Conforme argumenta Edwards (2013):

a PA Consulting [...] (em colaboração com a RPi Foundation) desafiou as escolas, universidades e empresas britânicas a utilizarem o RPi para “inventar um programa de computador que beneficiará o mundo”, [...] inscrições apresentam vários exemplos do Pi sendo preparado para aplicações mais exigentes e até mesmo críticas. Elas incluem um dispensador de pílula automatizado, um monitor de consumo de eletricidade residencial tipo medidor inteligente, e o AirPi - um dispositivo de vigilância da temperatura e do ar (EDWARDS, 2013 – tradução: o autor).

Uma parte da presente pesquisa, relacionada a parte tecnológica, foi desenvolvida a partir de um tutorial no *Youtube*, uma espécie de videoaula, que foi possível descobrir e aprender sobre como programar o RPi para transmitir em ondas de rádio FM. Assim, pode-se considerar que os tutoriais disponibilizados podem ser vistos como uma aula, uma forma contemporânea de troca de saberes, de compartilhamento livre da informação. Inclusive, nos comentários que acompanham o vídeo, outros *makers* fazem perguntas e levantam questões que fazem com que a correção de erros e soluções se propaguem de forma mais rápida.

2.4. Inclusão Escolar e o estudante com Deficiência Visual

Por mais que a legislação determine o acolhimento de estudantes com deficiência, muitas escolas não estão equipadas com as devidas tecnologias assistivas que são necessárias para esse tipo de instituição, o fator principal é o custo associado a este tipo de tecnologia. Além disso, as equipes de professores, cuja formação se deu antes dos anos 2000, não tiveram “treinamento” para atender estudantes com deficiência, visto que as ideias relacionadas com a inclusão são relativamente recentes. Por isso, muitos professores ainda têm resistência em relação à Política de Inclusão e questionamentos acerca do Estatuto da Pessoa com Deficiência. Freitas, Paulon e Pinho (2005) descrevem essa resistência com mais detalhes:

A associação mais imediata e comum no ambiente escolar, quando se trata de questionar posições acerca da política de educação inclusiva, é a de mais um encargo que o sistema educacional impõe aos professores. Mesmo sendo favoráveis à concepção contida na lei e percebendo os benefícios que sua implementação traria a toda a sociedade, o temor e as preocupações daí decorrentes são inevitáveis. Algumas expressões como: “a inclusão é forçada” ou “é inclusão só de fachada” sinalizam as dificuldades em lidar com o acesso de pessoas com necessidades educacionais especiais no ensino regular. (FREITAS, LB DE L. AND PAULON, S. M. AND PINHO, G. S., 2005,p. 25)

Neste cenário, as escolas e os professores e professoras correm o risco de não atender adequadamente os/as estudantes com deficiência, desrespeitando seus direitos e, conseqüentemente, infringindo a legislação vigente. O modelo anterior ao vigente era o da integração, que representava um desrespeito aos direitos das pessoas com deficiência, uma vez que:

A integração social foi, reconhecidamente, uma prática que inseria a pessoa com deficiência na sociedade. No entanto, isto só ocorria nos casos em que o deficiente estivesse de alguma forma capacitado a superar as barreiras físicas, programáticas e atitudinais nela existentes. Isto corresponde a um esforço unilateral da pessoa com deficiência, sem nenhuma modificação por parte da sociedade, não satisfazendo, assim, os direitos de todas as pessoas com deficiência à equiparação de oportunidades. (PACHECO; ALVES, 2007, p. 245)

O modelo de inclusão estabelecido pela legislação prevê que será necessário que professores, estudantes e estrutura escolar se adaptem ao estudante com deficiência. Hoje, a não adaptação da escola e da comunidade escolar ao estudante com deficiência representa negligência, passível de ser denunciada e punida na forma da lei. Uma aula onde um professor utilize audiovisual e não se preocupe com a audiodescrição, no caso de haver um estudante com deficiência visual na turma, é uma aula não acessível para o estudante com deficiência Visual.

Conforme Santos (2008, p.503) “A partir da Constituição de 1988, graças à pressão social, criaram-se dispositivos legais em áreas como educação, trabalho, assistência social e acessibilidade física, de forma a garantir a inclusão social das pessoas com deficiência”, ou seja, os direitos da pessoa com deficiência são uma grande conquista democrática e, ao possibilitarem a inserção dessas pessoas na sociedade, a partir das regras de acessibilidade¹⁸ para prédios públicos e privados de uso coletivo, por exemplo, também inserem esse grupo no mundo do consumo e do convívio social, ao terem acesso a bancos, shoppings, museus, teatros, entre outros estabelecimentos, tal como informa o Artigo 55 da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência:

A concepção e a implantação de projetos que tratem do meio físico, de transporte, de informação e comunicação, inclusive de sistemas e TIC, e de outros serviços, equipamentos e instalações abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, devem atender aos princípios do desenho universal, tendo como referência as normas de acessibilidade. (BRASIL, 2015)

¹⁸ A acessibilidade está associada à ideia de desenho universal, ou seja, projetos que estejam aptos a serem usados por todas as pessoas, independentemente de suas características físicas, sensoriais ou intelectuais. [...] poderem ser usados por um amplo número de pessoas com diferentes níveis de percepção sensorial, com diferentes possibilidades motoras e comunicacionais ou ainda com diferentes características físicas. (ULBRICHT, 2011)

Hoje no Brasil, segundo Oliveira (2012), 23,9% da população possui algum tipo de deficiência. Isso representa um grupo de 45.606.048 pessoas que, antes do paradigma da inclusão, estavam trancadas em casa, escondidas ou se escondendo do mundo que não estava preparado para recebê-las. Fornecer acesso à TA na escola nada mais é do que respeitar o direito da pessoa com deficiência. O não fornecimento desse tipo de recurso configura negligência.

Há duas maneiras diferentes de compreender a deficiência. A primeira afirma que a deficiência é uma manifestação da diversidade humana que demanda adequação social para ampliar a sensibilidade dos ambientes às diversidades corporais. A segunda perspectiva sustenta que a deficiência é uma restrição corporal que necessita de avanços na área da Medicina, da reabilitação e da Genética para oferecer tratamento adequado para a melhoria do bem-estar das pessoas. Quando vista como uma desvantagem natural, a deficiência tem na Biomedicina a autoridade sobre o assunto, permitindo a melhoria das condições de vida das pessoas, fazendo uso da intervenção médica. Já para a compreensão da deficiência como uma desvantagem social e um processo de opressão pelo corpo, os instrumentos analíticos e políticos estão nas ciências sociais e, partindo desse pressuposto, a melhoria das condições de vida da pessoa com deficiência seria possível com as adequações nos ambientes sociais, tornando-os inclusivos. (SANTOS, 2008, p. 503)

Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) no mundo existe aproximadamente 40 milhões de pessoas com necessidades especiais, mais especificamente com limitação visual. Dentro desse conjunto e considerando-se apenas o Brasil, “a incidência de PNEEs¹⁹ com limitação visual está na faixa de 1,0% a 1,5% da população, sendo de uma entre 3 mil crianças com cegueira, e de uma entre 500 crianças com baixa visão” (ESTABEL; MORO; SANTAROSA, 2006, p. 95)

Os dados atualizados do Instituto nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) para o Censo Escolar 2016 informam que do total de 35.720.893 matrículas na educação básica brasileira (Ensinos Fundamental e Médio), 681.239 são de estudantes com deficiência, transtorno global do desenvolvimento ou altas habilidades, dos quais 82% estão incluídos em classes comuns. Com o crescente número de estudantes com deficiência matriculados em turmas regulares no ensino básico, é cada vez mais urgente a necessidade de se investir em formação continuada para professores e em TA para equipar escolas e

¹⁹ Pessoas com Necessidades Educacionais Especiais, antiga nomenclatura para o que atualmente se chama de Pessoa com Deficiência (PcD).

amparar o trabalho de professores para efetivar a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva.

A presente pesquisa foi realizada em uma instituição pública de ensino, e sobre a qual incidem diretamente a legislação e as políticas públicas para a educação. Além disso, a instituição onde esta pesquisa ocorre é fruto de uma política de expansão da rede de ensino técnico e tecnológico e onde se concretizam outras políticas como a de cotas e a de inclusão das pessoas com deficiência. Como elucida Amaral (2014),

Pensar sobre políticas públicas leva-nos, grosso modo, a refletir sobre as medidas adotadas para assegurar determinado programa ou ações que podem ser desenvolvidas em direção à conquista de direitos de cidadania, com base no reconhecimento da sociedade e/ou pelo poder público sobre a capacidade coletiva de formulação de agendas públicas. Outro fator relevante é a condição do estado poder atender às demandas sociais e promover a formalização e a institucionalização dos direitos de cidadania, tendo em vista a compatibilidade de princípios das demandas com a política vigente. (AMARAL, 2014, p. 2)

Para dar conta desta lacuna no processo de ensino-aprendizagem das pessoas com DV, especificamente, pode-se contar com a audiodescrição. A AD é recurso de tradução visual e em sala de aula, principalmente em atividades que utilizem recursos audiovisuais, é tão necessária para um estudante com DV quanto à tradução em Libras²⁰ é para um estudante surdo. Segundo Navarro e Lopez (2002) a AD pode ser definida como um “recurso de acessibilidade comunicacional, ferramenta que propicia às pessoas com deficiência usufruir o direito à informação, à cultura e ao lazer”.

Ainda é pouco comum encontrar casos de utilização da AD por parte de professores no cotidiano das escolas brasileiras, ou pelo menos são poucos os registros e trabalhos acadêmicos na área. Um dos trabalhos encontrados na literatura que busca uma contribuição para solucionar esse problema, é a pesquisa “A Audiodescrição de Imagens em Ambiente Virtual de Aprendizagem: Descrimagem Como Ferramenta De Inclusão De Pessoas Com Deficiência Visual Na EaD” (TYSKA, 2018), que tem como foco “verificar como a audiodescrição [...] propicia às pessoas com deficiência visual maior autonomia e eficácia no aprendizado na modalidade EAD mediada por computador” (TYSKA, 2018, p. 18). Por exemplo, no convívio social, a maioria das salas de cinema busca ser arquitetonicamente acessível, porém, poucas são as que disponibilizam o recurso da AD. Isso mostra a falta de cuidado na

²⁰ A Língua Brasileira de Sinais é uma língua gestual-visual utilizada pela comunidade surda brasileira (VIEIRA et al, 2014).

interpretação da lei, ou seja, possibilita-se o acesso físico ao cinema, mas não se oferece a AD (ou a janela de Libras, no caso da pessoa surda). A AD é Tecnologia Assistiva e, como tal, é garantida legalmente através da seguinte legislação: Lei Federal nº 10.098/00; Decreto Federal nº 5.296/04; Decreto Legislativo nº 186/2008; Decreto nº 6.949/2009. A mesma se aplica a “[...] eventos visuais, imagens estáticas ou dinâmicas, encontradas na forma de figuras, desenhos, pinturas, fotos, dentre outras, apresentadas em suportes como álbuns, catálogos, livros, slides, painéis, vídeos etc.” (LIMA, 2011, p. 2).

Desta forma, a inclusão é feita parcialmente, o que acaba deixando as pessoas com deficiência sem acesso aos bens culturais.

O foco da áudio-descrição é oferecer ferramentas para tornar o mundo das imagens acessível àqueles que não as vêem, tornando tais imagens significativas, portanto, igualmente relevantes para as pessoas com deficiência visual, tanto quanto para os indivíduos que enxergam. Na áudio-descrição, as imagens falam aos sujeitos que não as vêem (com a mesma magnitude e beleza), agora, por meio da voz ou da escrita do áudio-descritor. A áudio-descrição faz parte do campo da tradução visual e é produzida segundo diretrizes técnicas pré-estabelecidas, dentre as quais a da oferta de narração dos elementos visualmente observados, nos intervalos/pausas entre as falas dos personagens, nas imagens contidas em livros e em legendas descritivas. (LIMA, 2013, p. 5)

Realizar o processo de descrição de uma imagem não é uma tarefa trivial, é necessário seguir normas e orientações especificadas na Norma da ABNT 16452:2016 (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas). Tais orientações foram elaboradas “com base no preceito do desenho universal e visam favorecer a percepção, a compreensão e a fruição das informações contidas em imagens dinâmicas ou estáticas”, para pessoas com DV, “além de imagens já descritas como modelo e suporte à descrição” (TYSKA, 2018, p. 59). Para se ter uma ideia de como é o processo de audiodescrição pode-se analisar o exemplo abaixo, que apresenta a descrição da imagem ilustrada pela Figura 2.

Figura 2 - Exemplo de descrição de imagem



Descrição: Em uma sala com paredes brancas e uma porta aberta ao fundo à direita, um homem jovem que aparenta ter em torno de 25 anos está vestido com uma camisa azul clara, jaqueta de moletom azul escura e calça jeans, usa óculos e está sentado em um sofá cinza manuseando um *notebook* que está apoiado em uma mesa pequena.

Fonte: (TYSCA, 2018, p. 69)

Assim, é fundamental para uma pesquisa na área da educação, como a presente, em Informática na Educação, abordar o tema das políticas públicas, evidenciando a consciência do pesquisador que, neste caso, é também professor, de seu papel no contexto em que está inserido. Ser educador é lutar diariamente contra a alienação, compartilhando e participando ativa e diretamente da construção do conhecimento e do fortalecimento da nossa emancipação enquanto sociedade, no caminho de dirimir as desigualdades sociais estabelecidas historicamente na formação do nosso país, o Brasil. Trabalhar em prol da efetivação da Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva significa, além de respeitar a legislação, promover equidade.

2.5. Audiodescrição

A audiodescrição é, em primeiro lugar uma TA, que traduz em palavras a informação visual, possibilitando que pessoas com DV possam acessar essa informação pela via auditiva. No contexto atual, já descrito na Introdução, onde a imagem tem forte predominância na comunicação e na significação do mundo, a AD é uma importante ferramenta na inclusão das PcDV. Além disso

A legislação brasileira avançou muito nos últimos anos no sentido de garantir os direitos das PcDV. Além do marco da LBI (2015), outros documentos governamentais ajudam a compreender o que é a AD e como ela deve ser integrada aos diversos âmbitos da vida coletiva. Um exemplo desses documentos é a Portaria 188/2010 do Ministério das Comunicações define a AD como:

[...] a narração, em língua portuguesa, integrada ao som original da obra audiovisual, contendo descrições de sons e elementos visuais e quaisquer informações adicionais que sejam relevantes para possibilitar a melhor compreensão desta por pessoas com deficiência visual e intelectual. (BRASIL, 2010).

Tyska (2018), por ocasião da sua pesquisa de mestrado, realizou um detalhado apanhado destes documentos, de onde surge outro bom exemplo e que se relaciona diretamente à presente pesquisa é a Nota Técnica nº 21/2012 do Ministério da Educação, “que traz orientações em relação à descrição de imagens para os materiais didáticos digitais acessíveis (Mecdaisy²¹)”. O documento define a AD como a “descrição de imagens, tradução em palavras, a construção de retrato verbal de pessoas, paisagens, objetos, cenas e ambientes, sem expressar julgamento ou opiniões a respeito” (TYSKA, 2018, p. 32). Tais documentos e as informações neles contidas são imprescindíveis para que se consiga romper as barreiras atitudinais de docentes que resistem a buscar e produzir materiais acessíveis e usam como desculpa a falta de formação ou de informação. Assim escondem seus medos e preconceitos, prejudicando estudantes com deficiência que tem seus direitos assegurados por lei.

Para a presente pesquisa a AD é peça chave. A GEduc tem o papel de realizar a transmissão da AD via ondas de rádio FM, possibilitando que apenas aqueles estudantes que precisam possam acessá-la, utilizando seus *smartphones* como receptores.

²¹ Desenvolvido por meio de parceria com o Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - NCE/UFRJ - o Mecdaisy possibilita a geração de livros digitais falados e sua reprodução em áudio, gravado ou sintetizado. Disponível em < intervox.nce.ufrj.br/mecdaisy/>. Acesso em: 22.06.2019.

2.6. Vigotski e a Perspectiva Histórico-Cultural: Zona de Desenvolvimento Iminente, Mediação, Compensação e Intersubjetividade

A partir da perspectiva histórico-cultural da teoria do psicólogo bielorrusso Lev S. Vigotski (1896-1934) acerca do desenvolvimento dos processos psicológicos superiores, propõe-se um dispositivo que possa atuar na mediação da aprendizagem das/dos estudantes com DV. Quatro conceitos propostos por Vigotski são altamente relevantes para a compreensão desta pesquisa: a Zona de Desenvolvimento Iminente (ZDI), a Mediação, a Compensação e a Intersubjetividade.

Vigotski refletiu sobre as abordagens das relações entre desenvolvimento e aprendizagem, e apresentou um conceito para viabilizar a compreensão dos níveis de desenvolvimento a partir da atividade escolar. A abordagem de Vigotski sobre o aprendizado escolar é revolucionária, na medida em que olha para a criança com profundo respeito e valoriza suas capacidades de forma expandida. Prestes (2013), pesquisadora da pedagogia, que tem o russo como língua materna, ao revisar as traduções feitas de Vigotski, afirma que a ZDI:

é a distância entre o nível do desenvolvimento atual da criança, que é definido com a ajuda de questões que a criança resolve sozinha, e o nível do desenvolvimento possível da criança, que é definido com ajuda de problemas que a criança resolve sob orientação dos adultos e em colaboração com companheiros mais inteligentes.

Assim, por meio do conceito da ZDI, diferencia-se aquilo que ela é capaz de fazer sozinha daquilo que ela é capaz de fazer com ajuda ou coletivamente,

afirmando que a atividade colaborativa pode criar essa zona que põe em movimento uma série de processos internos de desenvolvimento que são possíveis na esfera de relação com outras pessoas, mas que, ao percorrermos essa marcha orientada para o sentido interno, tornam-se patrimônio da criança. (PRESTES, 2013, p. 300)

Portanto, “é preciso estudar as possibilidades da criança e não o que ela já tem ou sabe (nível real), pois, investigando o que faz de forma autônoma, estamos estudando o desenvolvimento do ontem, aquilo que a criança ou a pessoa já tem ou sabe.” (PRESTES, 2013, p. 300). Assim, a ZDI conforma processos que abrem possibilidades.

Isso não quer dizer que Vigotski [...] valoriza somente o ponto de chegada da criança. Ao contrário, se desenvolvimento é uma possibilidade, então é imprevisível e não obrigatório; uma vez desencadeado, pode mudar de rumo e depende de múltiplos

aspectos (PRESTES, 2013, p. 300). Um destes aspectos é a mediação, que pode ser feita até mesmo pela tecnologia.

O papel do mediador é fundamental neste processo, onde ele é outra pessoa e está em um estágio mais avançado em relação ao conhecimento a ser construído, o que viabiliza o crescimento da criança. Algo em comum em todos esses processos é a comunicação, e daí vem a relevância do GEduc, que minimiza barreiras comunicacionais, possibilitando a mediação.

As pesquisadoras da área da educação inclusiva Estabel, da Silva Moro e Santarosa apontam que, de acordo com a teoria sobre o desenvolvimento dos processos mentais superiores de Vigotski, a inteligência se origina a partir de interações interpessoais (ESTABEL; MORO; SANTAROSA, 2006). Portanto, promover a socialização é promover um ambiente mais propício à aprendizagem e ao desenvolvimento da inteligência. De acordo com Nuernberg (2008),

Vigotski elaborou uma crítica veemente às formas de segregação social e educacional impostas às pessoas com deficiência. Para ele, a restrição do ensino à dimensão concreta dos conceitos é uma estratégia equivocada de organização das práticas educacionais da educação especial. Com base em uma noção estática e retificadora da condição psíquica destas pessoas, a proposição de formas de ensino centradas nos limites intelectuais e sensoriais resulta na restrição das suas oportunidades de desenvolvimento. Cria-se, assim, um círculo vicioso no qual, ao não se acreditar na capacidade de aprender das pessoas com deficiência, não lhe são ofertadas condições para superarem suas dificuldades. Em consequência, elas ficam condenadas aos limites intelectuais inerentes à deficiência, tomados assim como fatos consumados e independentes das condições educacionais de que dispõem. (NUERNBERG, 2008, p. 309)

Isso significa que é necessário desafiar os estudantes com DV, a fim de não restringir suas possibilidades de desenvolvimento, ampliando os limites daquilo que eles podem alcançar. Como ressalta Nuernberg (2008), para Vigotski a compensação das limitações orgânicas e funcionais na presença da deficiência é social:

[...] não se trata de afirmar que uma função psicológica compense outra prejudicada ou que a limitação numa parte do organismo resulte na hipertrofia de outra. A compensação social a que se refere Vigotski consiste, sobretudo, numa reação do sujeito diante da deficiência, no sentido de superar as limitações com base em instrumentos artificiais, como a mediação simbólica. Por isso, sua concepção instiga a educação a criar oportunidades para que a compensação social efetivamente se realize de modo planejado e objetivo, promovendo o processo de apropriação cultural por parte do educando com deficiência. (NUERNBERG, 2008, p. 309)

Os instrumentos artificiais a que Vigotski se refere para a realização de uma mediação simbólica, podem muito bem ser compreendidos como as TDICs, adaptadas para funcionarem como TA. E neste contexto é possível perceber que a GEduc pode ser adotada, viabilizando a transmissão da AD de forma síncrona, de maneira que a aula

transcorra normalmente, com todos os estudantes tendo acesso à mesma obra audiovisual juntos. Isso significa promover a inclusão, de acordo com Nuernberg (2008), quando este diz que:

Ao revisar as perspectivas teóricas de seu tempo sobre o desenvolvimento e educação de cegos, Vigotski nega a noção de compensação biológica do tato e da audição em função da cegueira e coloca o processo de compensação social centrado na capacidade da linguagem de superar as limitações produzidas pela impossibilidade de acesso direto à experiência visual.

O princípio de mediação semiótica do funcionamento psíquico já ampara esse pressuposto, pois sustenta que a partir da intersubjetividade o acesso à realidade se realiza por meio da significação e pela mediação do outro (Góes, 1993, 1995). A propriedade da linguagem de conferir à realidade uma existência simbólica é, nesse caso, elevada à sua máxima potência. (NUERNBERG, 2008, p. 311)

Se a linguagem e a intersubjetividade, ou seja, a construção de uma subjetividade ampliada, compartilhada na relação com o outro, são fundamentais para o desenvolvimento intelectual da pessoa com DV, pois a partir delas se atribui sentido ao mundo, ao confirmar que GEduc minimiza as barreiras comunicacionais, tem-se um índice de que a mesma contribui para a promoção da inclusão. Assim, se valida a presente pesquisa, ainda que sejam necessários mais testes e aprimoramentos.

No atual contexto onde as ferramentas digitais como as TR e as TIC estão muito presentes, pode-se inclusive ter a tecnologia como mediadora, promovendo acesso à informação e minimizando barreiras comunicacionais. Deste modo, acredita-se aqui que o dispositivo que está sendo proposto - a GEduc - pode ser uma ferramenta auxiliar em sala de aula para proporcionar a inclusão de estudantes com DV (cegueira e baixa visão). A GEduc pode assumir o papel da mediação entre sujeito e informação ou entre sujeitos e, assim, viabilizar que este estudante com deficiência atinja a ZDI, nela se desenvolva intelectualmente, e possa também contribuir para o desenvolvimento dos demais envolvidos.

GEduc tem um grande potencial na promoção de uma mudança efetiva na forma como os professores e as PcD interagem, aumentando o número de atividades que as PcD podem fazer com os colegas de classe de forma síncrona. Algumas atividades comuns poderiam ser complementadas de forma a socializar a inclusão. Por exemplo, em uma atividade de produção de audiovisual, como um vídeo, uma das etapas avaliativas do processo de criação poderia ser a produção da AD. Assim, o estudante com DV poderia participar ativamente, ajudando possivelmente todos os grupos a desenvolverem um melhor material audiovisual, acessível e democrático.

Desse modo, o próprio estudante com deficiência estaria ajudando os colegas a compreenderem o recurso tradutório da AD e todos estariam minimizando a exclusão cultural a que este estudante com DV foi submetido anteriormente em diversos ambientes (LIMA, 2013).

Neste processo, o estudante com DV e os estudantes videntes estariam operando na ZDI, de Vigotski, tendo um desenvolvimento acima daquele que poderiam ter caso estivessem trabalhando separadamente (ESTABEL; MORO; SANTAROSA, 2006). É na busca por possibilitar o maior número de atividades síncronas entre estudantes com DV e estudantes videntes que a presente pesquisa se baseia, acreditando que isso ajudará no desenvolvimento tanto dos estudantes com DV quanto dos estudantes videntes.

Assim, a ZDI se concretizará na utilização do GEduc ao transmitir audiodescrição via ondas de rádio FM, proporcionando aos estudantes com DV a experiência de uma mesma atividade baseada em audiovisual com seus colegas videntes, de forma síncrona, ou seja, ao mesmo tempo. Isso permitirá que os estudantes com DV participem de atividades em grupo em situação de equidade em relação aos colegas, sem a perda de informação. Nesse caso, percebe-se que o GEduc servirá como mediador, minimizando as barreiras comunicacionais entre videntes e PcDV, integrando a ZDI.

2.7. Audiovisual na Educação

Como mencionado anteriormente, a presente pesquisa foi realizada em um programa de pós-graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, o IFRS, e os testes e coleta de dados também. Nesta instituição pública de ensino a infraestrutura costuma ser bastante adequada para o trabalho com audiovisual, pois é comum que a maioria das salas de aula seja equipada com projetor multimídia. No campus Osório, onde foram feitos os testes e a coleta de dados, todas as salas de aula e laboratórios de informática contêm projetor multimídia. Assim, trabalhar com AV em sala de aula possível e desejável nos IF.

Esse acesso facilitado a ferramentas tecnológicas, associado à presença da internet com boa velocidade, possibilita a utilização do audiovisual de forma bastante intensa, como foi verificado em nossa coleta de dados e será mais detalhado no Capítulo 5. Assim,

considerando os significativos avanços das TIC, à escola de nosso tempo compete o árduo trabalho de incorporar em suas práticas e teorias uma nova forma de ensino-aprendizagem, um processo voltado para a potencialização de competências para o uso de múltiplas linguagens que convergem, além disso, a destreza para se autogerenciar em situações de comunicação que constroem as novas redes telemáticas multimídia. (RUBERTI; PONTES, 2001, p. 23)

A apropriação destas ferramentas tecnológicas pelos docentes vem carregada com a responsabilidade de problematizar a produção de imagens, numa realidade em que a maioria dos estudantes possui um *smartphone* equipado com câmera digital e microfone embutidos, capazes até mesmo de fazer a edição e *upload* de fotos e vídeos, a partir dos diversos aplicativos disponíveis, muitos de forma gratuita. Em outras palavras, é simples e acessível criar imagem, áudio e vídeo, mas com qual objetivo? O excesso de imagens “vazias” de significado compartilhadas massivamente nas redes sociais é algo que merece atenção. Sem a devida consciência sobre mídias de massa, sobre a história da produção de imagens, sobre as questões de segurança envolvidas em tal nível de exposição, nossos estudantes se tornam alvos fáceis de psicopatas, abusadores, da propaganda que leva ao consumismo exagerado, de influências duvidosas. Esta pesquisa contribui para que o audiovisual (vídeo, som e imagem) possa ser uma linguagem viável mesmo em turmas que contenham estudantes com DV. Com isso haverá maior possibilidade de professores e professoras problematizarem o audiovisual em si, assim como a própria inclusão. São temas que devem estar no currículo e na estrutura das escolas (acessibilidade) por força da lei, mas muitas vezes não está.

“Nas últimas décadas inúmeras publicações confirmam, de uma maneira rigorosa, a importância que as mensagens audiovisuais estão adquirindo na configuração da cultura e nos modelos de comportamento da sociedade atual. De fato, as imagens formam parte da escola e do mundo cotidiano e desde muito cedo invadem o imaginário infantil. Desta forma, é preciso considerar que não se deve ignorar a urgência da alfabetização tecnológica audiovisual.” (RUBERTI; PONTES, 2001, p. 23)

Além disso, o audiovisual contribui para que as aulas sejam mais dinâmicas, possibilitando a apresentação de imagens (fotografias), ilustrações, vídeos e filmes que permitem a diversificação das atividades. Outra questão muito relevante, relacionada ao uso do audiovisual em sala de aula, é a possibilidade da autoria dos estudantes sobre o audiovisual, ou seja, se há acesso à ferramenta, é possível que possam dela se apropriar e criar suas próprias produções em projetos dentro das mais variadas áreas do conhecimento. De acordo com Pires (2010), que em suas pesquisas vem discutindo as relações existentes entre os processos culturais da contemporaneidade e a educação a partir das linguagens audiovisuais,

“na relação entre educação e comunicação, é muito comum reduzir o campo da comunicação à sua dimensão instrumental ou ao uso dos meios, deixando escapar algo que seria estratégico: a inserção da educação nos complexos processos comunicacionais da sociedade atual, considerando um sistema difuso de informações, a interseção de linguagens e o descentramento de saberes em relação aos centros da escola e livros que organizam nosso sistema educativo.” (PIRES, 2010, p. 283)

A utilização de audiovisual em projetos e avaliações nos diversos componentes curriculares da escola vai ao encontro de uma educação inclusiva e diversa, visto que nem todos aprendem da mesma forma, uma produção em vídeo, por exemplo, permite que o estudante se experimente e utilize outras habilidades que não aquelas tradicionalmente valorizadas, do cálculo e da escrita.

“A gramática do vídeo, assim como seu processo de articulação de sentido, é diferente da gramática das mensagens verbais. Não há uma tábua de valores ou gramática normativa que exponha o que se pode e o que não se pode fazer em vídeo, até porque se trata de um meio que possui um sistema híbrido, operando com diversos códigos significantes – do cinema, do teatro, da literatura, do rádio e, atualmente, também da computação gráfica.” (PIRES, 2010, p. 285)

No caso da escola em questão, o IFRS Campus Osório, além do acesso ao audiovisual na sala de aula, há ainda cinco laboratórios de informática à disposição do professor e das turmas, para produções que tenham o computador e o acesso internet como ferramentas necessárias ou fundamentais. Alguns estudantes já trazem “de casa” as habilidades e competências para lidar com tais ferramentas, outros aprenderão utilizando esses recursos na escola, mas certamente todos já trazem consigo o referencial do audiovisual construído a partir da televisão. Ela já alfabetizou minimamente os estudantes para os códigos do audiovisual, ainda que as vezes essa alfabetização represente uma má influência indesejável, como o exagero e o excesso.

Para compreender melhor essa afirmação, basta lembrar de um intervalo comercial qualquer e da quantidade de ruído, luz, cor e repetição de imagens e sons. Como afirma Pires (2010),

“se algo é transmitido pelo vídeo, haverá comunicação se as formas operadas e os modos de articulação forem comuns a todos os envolvidos nesse processo. Ainda que esse algo não possua uma lei ou língua natural, possui uma linguagem ou sistema signifiante que garante sua inserção como canal de expressão numa sociedade.” (PIRES, 2010, p. 285)

Cabe à escola e aos docentes, enquanto mediadores, a função de pensar o currículo e a inserção das questões midiáticas nos diferentes componentes curriculares, de modo que a significação acerca do audiovisual não escape ao repertório dos/das estudantes.

As novas propostas curriculares apontam três formas de educação midiática: educar pela, com e para a mídia. Embora apresentadas separadamente, as três perspectivas estão relacionadas na reconfiguração dos espaços escolares e nas relações entre o conhecimento e os sujeitos do conhecimento, sendo o professor um importante mediador. (PIRES, 2010, p. 287)

Educar pela mídia significa um processo mediado pela mídia, como é o caso do Ensino a Distância, seja pela televisão, pela internet ou por correspondência. Educar com a mídia é perspectiva de utilizar alguma das mídias mais adequadas para projetos com os estudantes, onde eles criem jornais, revistas, blogs, vídeos. Educar para a mídia pressupõe a apropriação “crítica de diferentes meios, suas linguagens e estéticas, o que implica experiências voltadas para os seus modos de produção” (PIRES, 2010, p. 288).

Abordar a questão do audiovisual e das mídias é, portanto, parte de uma educação emancipadora. Se há uma presença tão forte hoje das mídias nas nossas vidas, como o são também a informática e a internet, é preciso preparar a/o estudante para apropriar-se de tais ferramentas e linguagens, produtivamente e de forma autoral.

2.8. Estratégias no processo de ensino-aprendizagem de estudantes com Deficiência Visual

Em sua dissertação de mestrado, Silva (2015) traz um profundo levantamento bibliográfico acerca da DV e do uso de estratégias mediacionais adequadas aos processos de ensino-aprendizagem de estudantes com cegueira ou baixa-visão. A autora cita Camargo (2010), que considera a “comunicação como principal barreira para a participação efetiva dos estudantes com DV no contexto da sala de aula” (*apud* SILVA, 2015, p. 12). Segundo o autor é fundamental “a criação de canais comunicacionais adequados a fim de envolver os alunos em processos intrínsecos ensino-aprendizagem” (*apud* SILVA, 2015, p. 12) a fim de que os estudantes possam se apropriar da construção do conhecimento e, a partir daí, tirar dúvidas, formular ideias e construir hipóteses. Com isso, “assume-se que a comunicação detém uma posição central na ocorrência de inclusão escolar de alunos com DV” (CAMARGO, 2010 *apud* SILVA, 2015, p. 12). A partir do desenvolvimento das referidas estratégias, que podem acontecer de diversas formas - e a presente pesquisa propõe uma -, os estudantes “terão condições estruturais básicas de participar efetivamente dos processos ensino-aprendizagem” (CAMARGO, 2010 *apud* SILVA, 2015, p. 12).

Leitão (2011) afirma que “há ausência de investigações empíricas que discutam metodologias de ensino e que busquem analisar como é trabalhada a capacidade cognitiva de sujeitos com DV pela escola regular” e que isto constitui “uma lacuna a ser preenchida por pesquisas na área” (*apud* SILVA, 2015, p. 13).

Silva (2015) menciona ainda pesquisa realizada em Maceió por Calheiros e Fumes (2014) que destaca “sérios problemas de cunho econômico, político, social e educacional enfrentados pelo Estado, que desfavorecem o desenvolvimento da educação como um todo e da educação especial em particular” (SILVA, 2015, p. 13). Algo que difere muito da presente pesquisa que, ao ter sido desenvolvida em um dos Institutos Federais, o ambiente escolar em questão conta com ótima infraestrutura. Salas equipadas com cadeiras com assento estofado, ar condicionado e projetor multimídia, internet *wi-fi*²², além de laboratórios de informática com um computador por estudante, entre outros confortos que fornecem um ambiente não só adequado aos processos de ensino-aprendizagem, como também possibilitam a proposição de inovações no sentido de estratégias mediacionais para promover a inclusão, a partir da utilização de audiovisual.

²² Tecnologia de rede que usa ondas de rádio para permitir a transferência de dados em alta velocidade por distâncias curtas. Disponível em < <https://www.britannica.com/technology/Wi-Fi>> Acesso em: 25.02.2019.

Os argumentos de Silva (2011), a partir de extensa pesquisa bibliográfica, acerca das estratégias de ensino-aprendizagem de estudantes com DV corroboram iniciativas como o desenvolvimento de GEduc, quando a pesquisadora afirma que devido ao papel essencial que o ambiente escolar possui e “diante da particularidade dessa deficiência, é preciso a proposição de estratégias por parte da escola e professores visando não somente a inserção, mas principalmente, a garantia de sua aprendizagem” (SILVA, 2011, p. 31)

3 METODOLOGIA

A pesquisa exploratória foi desenvolvida em três momentos principais: (i) a elaboração do projeto de pesquisa, bem como os levantamentos iniciais, sendo eles o bibliográfico, o técnico/tecnológico e o do projeto do produto foco dessa dissertação; (ii) foi realizada a localização das fontes de pesquisa e os contatos com as instituições e profissionais das áreas envolvidas: diretoria de ensino do Campus Osório do IFRS, onde ocorreram os testes com docentes daquele campus, NAPNE e colaboradores externos, como o *Hackerspace Matehackers* (HM); (iii) foi empreendida a delimitação do objeto de pesquisa e paralelamente a isso houve o aprofundamento das leituras, fichamentos e levantamentos bibliográficos.

Inicialmente, foi realizado um embasamento teórico-técnico para o desenvolvimento da presente dissertação, e o planejamento da construção do protótipo do dispositivo, adaptando o projeto original criado para GR considerando o caso da inclusão de PcDs na educação.

Cabe destacar que metodologicamente, houve o desafio de não confundir a metodologia de desenvolvimento do protótipo, que foi pontual e específica, relativa ao Design de Interação, e a metodologia da pesquisa, mais geral e abrangente, da qual o desenvolvimento do protótipo foi apenas uma parte.

O desenvolvimento do protótipo teve foco nos processos de interação entre o protótipo do dispositivo que foi sendo criado e seus prováveis usuários, conforme estabelecem Rogers, Sharp e Preece (2013), cuja obra foi um guia para as reflexões e o planejamento do design, da prototipagem, dos testes e da avaliação do protótipo do dispositivo. Simultaneamente ao estudo teórico do Design de Interação, foram realizados diversos testes práticos utilizando o RPi no HM, buscando definir a melhor arquitetura para o protótipo (maiores detalhes técnicos serão abordados no Capítulo 5).

A elaboração do código fonte, necessário para que o RPi funcionasse como transmissor FM, foi baseada nas bibliotecas de código livre disponíveis nos repositórios online, como o *GitHub*²³. A partir do desenvolvimento do código por um colaborador do *Hackerspace Matehackers*, onde os testes preliminares de transmissão foram realizados e bem sucedidos, foi possível dar continuidade à pesquisa. Tais testes encontram-se detalhados no Capítulo 6.

²³ *GitHub* é uma plataforma de hospedagem de códigos para controle de versão e colaboração. Ela possibilita o trabalho conjunto entre colaboradores situados em qualquer lugar. Disponível em <<https://guides.github.com/activities/hello-world/>> Acesso em 31.03.2017.

Depois disso, realizou-se a prototipagem do dispositivo de transmissão de áudio na sua versão modular e portátil, ainda diferente da ideia do *design* planejado inicialmente, mas funcional. Durante a pesquisa foram desenvolvidos protótipos de baixa e alta fidelidade (Figura 5), a partir de estudos preliminares, onde foram trabalhadas as dimensões formal e tecnológica do dispositivo. Também houve a consultoria técnica do coletivo HM, que auxiliou na programação do RPi e no planejamento do design do case modular que integraria cada módulo da GEduc. Ainda nesta etapa, foram coletados dados junto aos discentes com DV e docentes do Campus Osório do IFRS, a partir de um questionário (Apêndice F) hospedado no Formulários do Google, e enviado por e-mail, afim de subsidiar o estabelecimento dos requisitos do protótipo.

Por fim, foi realizada a testagem do uso do equipamento com a participação de estudantes com DV, em sala de aula, utilizando uma atividade planejada especificamente para os testes, baseada em audiovisual, descrita no Capítulo 6. Assim, foi realizada a transmissão de AD para estudantes com DV e realizada a coleta de dados acerca da utilização do protótipo em situação real de uso.

O protótipo em si e sua validação, a partir da confirmação da hipótese de que GEduc serve como dispositivo mediador na promoção da inclusão de estudantes com DV, são os principais resultados que esta dissertação apresenta. A possibilidade de que o dispositivo possa ser replicado para uso nos campi do IFRS e no maior número de escolas públicas possível, aponta para uma perspectiva futura de relevância no contexto da Educação Inclusiva.

A presente pesquisa contou com duas metodologias distintas: uma para o desenvolvimento do protótipo, que é a parte técnica da pesquisa, e outra para os testes em situação real de uso e coleta de dados, relacionadas à parte teórica.

Tomando como referência o processo de Design de Interação proposto por Rogers, Sharp e Preece (2013), cujas quatro fases são: (1) a definição dos requisitos, (2) a criação de alternativas de design, (3) a prototipação e (4) a avaliação, definiu-se o projeto do *design* modular do protótipo da GEduc, cuja descrição pormenorizada encontra-se no Capítulo 5.

De modo a facilitar a compreensão desta pesquisa essa seção foi dividida em subseções que apresentam, respectivamente: os participantes da pesquisa, os instrumentos e os procedimentos para a coleta de dados.

3.1. Participantes

Para o desenvolvimento dessa pesquisa foram selecionados como participantes Professores (que possuíssem em suas turmas algum estudante com DV) e estudantes com e sem DV, do IFRS Campus Osório, pois, como já mencionado, o autor é professor no referido campus. No caso dos estudantes participaram vinte que pertenciam a uma turma do terceiro ano do curso Técnico em Administração Integrado ao Ensino Médio, e estavam todos devidamente matriculados no ano letivo de 2017. Os testes foram realizados durante o primeiro semestre do referido ano.

A amostragem foi do tipo não probabilística, de voluntários, sendo que é importante salientar que os estudantes participantes da coleta de dados não eram alunos do pesquisador e nem os testes aconteceram em aula regular do pesquisador, mas em períodos de uma colega que não só cedeu tempo de sua aula, mas fez a própria aula ser parte dos testes, adaptando suas atividades à proposta da pesquisa. Em conversa prévia com a professora, que se voluntariou para participar do teste, identificou-se que a mesma apresentaria um vídeo de animação para seus estudantes. Descobriu-se, em seguida, que o mesmo se encontrava disponível no *YouTube* com AD. A professora indicou outro vídeo de animação que se encaixaria com a temática da sua aula e decidiu-se apresentar ambos aos estudantes, um com AD transmitida pelo GEduc e outro sem AD. Assim, a adaptação foi realizada a partir dos vídeos que compreendiam os materiais pedagógicos da docente que se disponibilizou a participar dessa pesquisa.

3.2. Coleta de dados

Em geral a coleta de dados serve para que, ao se obter dados suficientes, precisos e relevantes, seja possível alcançar o estabelecimento de requisitos estáveis para um determinado protótipo (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013, p. 222). Planejou-se realizar a coleta de dados em duas fases: (1) questionário (Apêndice F) preliminar com professores e estudantes com DV, como uma sondagem da percepção de necessidade e relevância de um dispositivo como o GEduc, bem como a disponibilidade para testá-lo, e (2) questionário durante os testes em situação real de uso, aplicado aos estudantes com e sem DV, além de entrevista semi-estruturada com a professora que participou dos testes. Rogers, Sharp e Preece recomendam que neste tipo de entrevista, sejam utilizadas “tanto perguntas fechadas quanto abertas.

O entrevistador tem um roteiro básico de orientação para que os mesmos tópicos sejam abordados com cada entrevistado” (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013, p. 229). No caso desta pesquisa, iniciou-se a entrevista com perguntas pré-planejadas e depois a entrevistada foi arguida no sentido de aprofundar a reflexão, até que não existisse mais informação nova e/ou relevante. A entrevista foi registrada por gravação, utilizando o aplicativo de gravação de um *smartphone*, e sua transcrição pode ser encontrada no Apêndice L.

O que se busca saber, de forma geral, com uma coleta de dados para esta pesquisa, é como a transmissão local de AD, via ondas de rádio FM, pode contribuir na minimização das barreiras comunicacionais entre estudantes com DV, seus colegas e professores videntes. Para isso, foi necessário identificar os participantes, que viriam a ser os usuários do dispositivo prototipado por esta pesquisa. Além disso, foi fundamental realizar uma sondagem das necessidades percebidas por esses participantes no que se refere à comunicação e ao processo de ensino-aprendizagem de estudantes com DV. Observa-se que em um cenário de uso onde o foco não seja a inclusão como, por exemplo, na utilização da GEduc para projetos artísticos, todos os estudantes de uma turma se tornam usuários, independentemente de serem ou não portadores de alguma deficiência visual.

3.3. Instrumentos para a coleta de dados

O percurso metodológico dessa coleta de dados contou com a triangulação metodológica, onde dois métodos de coleta de dados foram sobrepostos, em três instrumentos distintos, com o intuito de minimizar a possibilidade de perda de informação. Assim, a primeira fase da coleta de dados foi composta por um questionário enviado por e-mail, com o objetivo de identificar as necessidades de professores e estudantes em relação à DV e o uso da AD.

A segunda fase, que aconteceu a partir de testes em situação real de uso, ou seja, em sala de aula, contou com a aplicação de dois questionários, um para cada vídeo projetado, ambos com o objetivo de avaliar a compreensão dos estudantes acerca dos aspectos visuais das obras audiovisuais apresentadas durante o teste. Comparando-se os resultados das duas avaliações da estudante com DV entre si e em relação à média da turma, buscou-se encontrar evidências de que a AD teria ajudado a minimizar as barreiras comunicacionais impostas pela DV, melhorando o resultado da avaliação da estudante com DV.

Para estruturar as questões que compuseram o questionário da fase 1 da coleta de dados utilizou-se uma versão adaptada da escala de classificação Likert. As escalas Likert se baseiam na identificação de um conjunto de afirmações que representam uma faixa de opiniões possíveis” (ROGERS, YVONNE et al., 2013, p. 241). Optou-se por fazer uma adaptação, onde utiliza-se um conjunto de perguntas com respostas objetivas e as alternativas são escalonadas, como esquematizado pela Figura 3 abaixo.

Figura 3 – Exemplo de questão constante no Questionário

“Que você se lembre, em geral, quanto professoras e professores costumam usar imagens e/ou vídeos nas aulas?

- muito (mais de 50% das vezes)
- não muito (mais de 30% das vezes)
- pouco (menos de 30% das vezes)
- quase nunca (menos de 10% das vezes)
- nunca (zero)
- não sei ou prefiro não responder”

Fonte: Do Autor (Apêndice F)

Das questões gerais presentes no questionário as mais significativas e relevantes para a pesquisa, que ajudaram a definir requisitos, são as sobre a utilização de material audiovisual em aulas, sobre a presença de estudantes com DV na sala de aula, sobre a preparação de material específico para estes estudantes, sobre o conhecimento da existência da AD e sua utilização. Assim pretende-se saber se a proposta de um dispositivo como GEduc vai ao encontro de necessidades reais de docentes que ministram aulas para estudantes com DV.

A coleta de dados envolveu duas diferentes fases: (1) questionário enviado por e-mail e (2) questionário aplicado ao vivo durante os testes em situação real de uso (Apêndice D). O questionário, enviado por e-mail para professores e estudantes com DV, em junho de 2017, ficando disponível para receber respostas até meados de julho de 2017, teve como principal objetivo a definição de requisitos para guiar os testes em situação real de uso, buscando conhecer as expectativas de possíveis usuários em relação ao dispositivo proposto e consta no Apêndice F desta pesquisa.

A ferramenta escolhida para realizar a coleta em forma de questionário foi o Formulários do Google. Dos 60 professores do Campus Osório do IFRS (na época), 25 responderam ao questionário, o que representa 41,7% da equipe. Apenas uma estudante com deficiência respondeu o questionário, que foi enviado somente àqueles estudantes que a direção de ensino informou que tinham DV. Os dados brutos extraídos do Formulários do Google, respondido pela estudante e pelos docentes podem ser consultados no Apêndice H. Devido ao número restrito de participantes, optou-se por realizar a análise dos dados juntamente com os testes realizados, como descrito no Capítulo 5.

4 ESTUDOS RELACIONADOS

Neste capítulo serão apresentados os trabalhos relacionados à presente pesquisa, como o “Contexto pré-pesquisa”, que aprofunda a relação entre a investigação artística que gerou a *performance* Gambiarrádio e a criação do GEduc e a “Audiodescrição em Ambiente Virtual de Aprendizagem”, pesquisa também desenvolvida no Mestrado Profissional em Informática na Educação, do IFRS Campus Porto Alegre, pela pesquisadora Deise Tyska.

Não foram encontradas publicações de pesquisas especificamente relacionadas ao que foi realizado no escopo deste trabalho, visto que ele possui uma grande especificidade: utiliza RPi programado para transmitir áudio em ondas de rádio FM e com isso busca promover a inclusão de estudantes com DV. Para este levantamento bibliográfico foram pesquisados diversos repositórios online como o Lume UFRGS, a *Scientific Electronic Library Online - SciELO*, publicações da LACLO (*Latin American Conference on Learning Technologies*) e da CLACSO (*Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales*) e a IEEE Xplore digital library (do *Institute of Electrical and Electronics Engineers*), entre outros.

Assim, o esforço que se fez foi o de desmembrar a pesquisa em suas partes fundamentais e buscar os trabalhos relacionados a estas de forma a identificar elementos que pudessem contribuir com a reflexão, ajudando a montar o “quebra-cabeças” de GEduc. Além da obra artística que originou o dispositivo que culminou no protótipo desenvolvido aqui, foram encontradas pesquisas sobre a “Gambiarrá”, nas áreas do Design e da Música Experimental, sobre a relação entre o Software Livre e a educação, sobre projetos educativos baseados em RPi, sobre a utilização do RPi para transmitir áudio via ondas de rádio FM, sobre o papel do audiovisual na educação e sobre a educação inclusiva e as tecnologias assistivas.

As próximas seções deste capítulo explicam, brevemente, cada um dos trabalhos selecionados e relacionados, bem como suas principais referências bibliográficas.

4.1. Contexto pré-pesquisa: a performance Gambiarrádio

Em 2007, um evento de performance chamado *Musicircus*, criado por John Cage, aconteceu durante a 7ª Bienal do Mercosul. Realizada pela primeira vez em novembro de 1967 no *Stock Pavilion* da Universidade de Illinois, a ideia por trás de *Musicircus* de John Cage é “nada mais do que um convite a um número de músicos a performarem simultaneamente da forma que eles desejem” (LESCHER; ET.AL., 2009). O catálogo da 7ª Bienal do Mercosul, além de conter registros fotográficos do evento esclarece que

a intenção de Cage foi criar uma situação em que tanto a criação artística quanto a experiência do público pudessem ser compartilhadas, sem ditar uma estética única. Sua principal preocupação foi demonstrar, num contexto real de espetáculo, que tanto a produção quanto a experiência da música devem ser processos colaborativos e inteiramente democráticos, que não podem ser regidos por um ego dominante. O resultado foi um ambiente de improvisação simultânea tanto de intérpretes quanto de público, em que cada indivíduo presente possuía autonomia dentro de uma composição global de múltiplos estímulos. (LESCHER; ET.AL., 2009)

A GR foi, originalmente, uma *performance* em que quatro músicos improvisaram livremente durante duas horas sem que houvesse a propagação acústica de som pelo espaço, neste caso o som foi propagado por ondas de rádio FM. Assim, para que o público pudesse ter acesso à música que estava sendo criada ao vivo, era necessário usar o aplicativo de rádio FM do *smartphone* e fones de ouvido, sintonizando numa determinada “estação”, como era informado por um cartaz junto aos músicos. Ela contou com a participação dos músicos André Lima (teclado), Estêvão da Fontoura (guitarra), Federico Testa (guitarra) e Giuliano Lucas (Baixo).

A Escola Caseira de Invenções foi o espaço idealizado pela curadora Mônica Hoff para abarcar o projeto pedagógico daquela bienal, um espaço que era, ao mesmo tempo, fábrica, oficina e escola (TESTA; HAESER, 2015). A proposta deste espaço era apresentar oficinas e performances experimentais focadas nas relações educativas entre arte, ciência e tecnologia.

A GR foi, então, uma *performance* de música experimental baseada na junção de diferentes aparelhos eletrônicos - feitos industrialmente - para possibilitar a transmissão de som diretamente de um mixador via ondas de rádio FM, sem a passagem por caixas de som ou alto falantes.

As Zonas Autônomas Temporárias de Bey (2001), intervenções que provocam certa suspensão ou fratura no tempo, esvaziando ou ressignificando as relações de poder, criando uma situação única, que provoca a percepção, são uma referência significativa em relação à GR (performance), uma rádio temporária, local e dinâmica, que costuma durar duas horas. Durante este tempo, num raio de em torno de 30 metros, a frequência 89,7 FM transmite o som do que um grupo de pessoas está fazendo ao vivo: música experimental.

A intenção era viabilizar performances musicais e/ou sonoras que fossem audíveis somente para um público específico de ouvintes. Isso foi feito plugando somente instrumentos elétricos e eletrônicos no mixador e transmitindo seu sinal por um transmissor FM conectado na saída de áudio do mixador. Existem ferramentas comerciais que poderiam dar conta dessa demanda, como o “Monitor de Retorno Sem Fio *In Ear* TSI CIE6 U”, ao custo de R\$ 935²⁴, o de menor preço, ou o “Ponto Eletrônico S/ Fio C/ Fone *In-Ear* Psm 300 Se215 - Shure²⁵”, ao custo de R\$ 8.005,52, o de maior preço, se comprado pela internet, num dos sites mais populares de vendas de eletroeletrônicos²⁶.

Além desses sistemas terem o custo elevado, o que pode ser considerado um fator de elitização, eles possuem limitações relacionadas à lógica industrial, que impedem ou dificultam uma utilização mais livre, democrática, autoral e artística: o tipo de sinal originado pelo transmissor, UHF (*Ultra High Frequency*), necessita um tipo específico de receptor e ambos sistemas mencionados acima contém apenas um receptor. Ou seja, para um trio, seria necessário comprar mais dois receptores, ao custo de R\$ 564,12 (Receptor S/ Fio C/ Fone De Ouvido *In-ear* C-ie6-ur - Compatível²⁷).

É contra essa lógica, que é semelhante à do software proprietário e mantém o usuário dependente de produtos e tecnologias controladas por uma fábrica/marca/empresa, que as ideias de Oroza são incorporadas a essa pesquisa e ao dispositivo proposto. GEduc é, também, desobediência tecnológica.

²⁴ Disponível em <https://www.americanas.com.br/produto/30093632/monitor-retorno-sem-fio-in-ear-tsi-cie6-u?DCSext.recom=RR_item_page.rr1-ClickEV&nm_origem=rec_item_page.rr1-ClickEV&nm_ranking_rec=3> Acesso em 30.06.18.

²⁵ Disponível em <https://www.americanas.com.br/produto/13436456/psm300se215-ponto-eletronico-s-fio-c-fone-in-ear-psm-300-se215-shure?DCSext.recom=RR_item_page.rr1-ClickEV&nm_origem=rec_item_page.rr1-ClickEV&nm_ranking_rec=1> Acesso em 30.06.18.

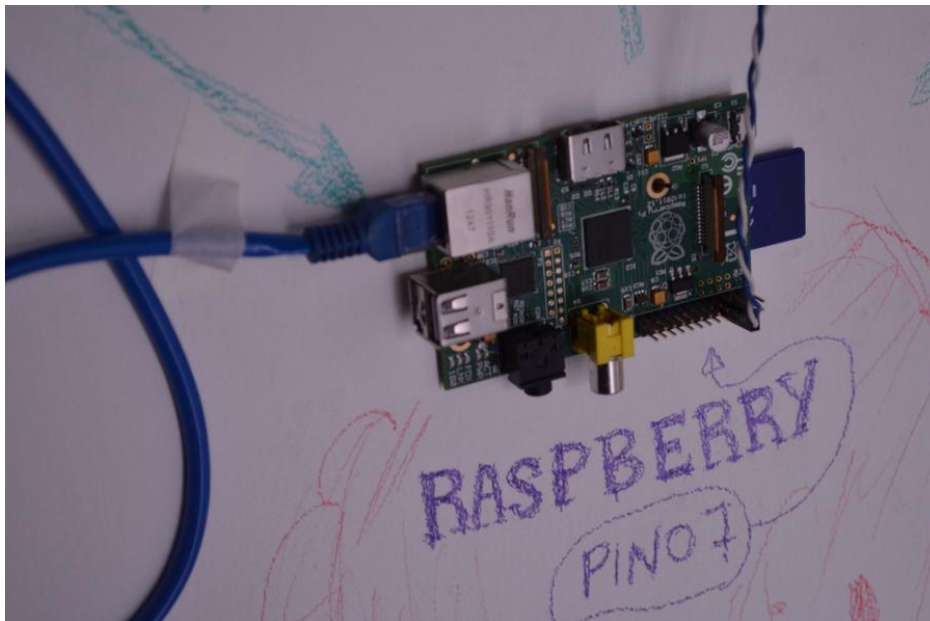
²⁶ A ficha técnica de ambos os produtos, pode ser consultada no Apêndice I.

²⁷ Disponível em <https://www.americanas.com.br/produto/23055346/receptor-s-fio-c-fone-de-ouvido-in-ear-c-ie6-ur-compativel?DCSext.recom=RR_item_page.rr1-ClickCP&nm_origem=rec_item_page.rr1-ClickCP&nm_ranking_rec=5> Acesso em 30.06.18.

Segundo Malhão (2015) e Oroza (2012) a desobediência tecnológica se caracteriza por três práticas principais: (i) a reparação, que se caracteriza por devolver ao objeto as características que foram perdidas de forma parcial ou total, (ii) refuncionalização, tem como aspecto principal dar uma nova funcionalidade a um objeto que está estragado, de modo que ele possa ser empregado no seu contexto ou em um novo; e (iii) reinvenção, cujo foco é a criação de um novo objeto usando como base os “componentes e sistemas de objetos descartados”.

Após a introdução do transmissor FM os ensaios/performance do trio foram intitulados *Silent Gigs* (SG) (em português: shows silenciosos). Após tocarem as SG por cerca de um ano, compreendeu-se que o projeto tinha potencial para se transformar em uma plataforma para que músicos pudessem improvisar em longos encontros silenciosos, sem incomodar alguém que não os quisesse ouvir, dando ao público o poder de decidir se queria ou não escutar o som que estava sendo criado ali, ao vivo. Desta forma, surgiu a GR: uma ferramenta democrática para performances ao vivo. A Figura 4 esquematiza um detalhe do transmissor criado para a GR em 2014.

Figura 4 - Raspberry Pi funcionando como transmissor FM



Fonte: Projeto Casa Grande. Disponível em <https://artecasagrande.wixsite.com/casagrande>
Acesso em 17.12.18.

4.2. Audiodescrição em Ambiente Virtual de Aprendizagem

Também interessada na inclusão de PcDV na educação, Tyska (2018) produziu a dissertação de mestrado intitulada “A Audiodescrição de Imagens em Ambiente Virtual de Aprendizagem: Descrimagem como Ferramenta de Inclusão de Pessoas com Deficiência Visual na EaD”. Em sua pesquisa, a autora desenvolveu uma aplicação para funcionar integrada ao AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) Moodle, possibilitando a inserção de conteúdo audiovisual e sua respectiva descrição, de forma a gerar um banco de dados que pudesse ser acessado pelos utilizadores do AVA.

Tyska (2018) chama atenção para o caráter democrático intrínseco à EaD (Educação a Distância), e para a importância da mediação proporcionada pelos AVAs que, como o Moodle, armazenam e veiculam “uma grande quantidade de informações visuais [...] como meio de complementar e facilitar o aprendizado, além de vídeos, textos e outros recursos digitais”. Assim estão garantidos os “princípios de flexibilidade, atemporalidade e autonomia” da modalidade EAD, e “o acesso ao conhecimento, independentemente de diferenças físicas, sensoriais e de aprendizagem” (TYSKA, 2018, p. 14) em tempos e lugares diversos.

Com a preocupação de que os AVAs sejam acessíveis, para promover a inclusão, como determina a legislação – que já antes da LBI, na CF88²⁸, determinava o acesso de todas e todos à educação – surgem as TA, que visam proporcionar autonomia às PcD. A AD é uma destas TA e possibilita a tradução de “imagens em palavras e facilita o entendimento do que é apenas visual”, incluindo as PcDV.

Em comum com a presente pesquisa, Tyska encontra nas ideias de Vigotski a fundamentação teórica necessária para embasar a proposta de desenvolver uma “ferramenta, denominada Descrimagem, para inclusão de imagens descritas em AVA, que promova o acesso, o uso e possibilite a compreensão, pelas PcDV” (TYSKA, 2018, p. 18).

A pesquisadora realizou revisão bibliográfica e, a partir disso, construiu um histórico sobre a DV e sobre a legislação voltada a inclusão dessas pessoas, bem como um histórico da AD e da EaD, no Brasil e no mundo. Com base na teoria sócio-histórica de Vigotski, “que trabalhou com uma relação dialética, entre o ambiente sociocultural e o processo de transformação e evolução da cultura”, Tyska fundamenta o processo de aprendizagem mediado pelas TDIC. O mesmo é feito na presente pesquisa no Capítulo 2, tendo a GEduc como mediadora, transmitindo a AD, que é uma TA.

²⁸ CF88 compreende à Constituição Federal de 1988.

Por fim, Tyska (2018) apresenta o produto de sua pesquisa, a ferramenta colaborativa Descrimagem que consiste em de um repositório de objetos de aprendizagem que tem como objetivo viabilizar que docentes possam inserir imagens que sigam as orientações da Norma da ABNT 16452:2016, a qual detalha o processo de produção da audiodescrição, e que tem como foco “favorecer a percepção, a compreensão e a fruição das informações contidas em imagens dinâmicas ou estáticas” para pessoas com deficiência visual. No Capítulo 2, Figura 3 é possível encontrar um exemplo de imagem com descrição. Pode-se considerar que o repositório proposto é uma ferramenta é colaborativa pois “as novas imagens descritas são disponibilizadas para outros usuários”, permitindo, assim, “a interação e o compartilhamento entre os usuários” (TYSKA, 2018, p.59).

Já nas considerações finais, após a apresentação da análise dos dados obtidos na coleta de dados e a devida discussão à luz da teoria de Vigotski, a autora afirma que “o compromisso social e educacional foi contribuir para a reflexão, conhecimento e construção de práticas pedagógicas que contemplem as necessidades das pessoas com deficiência visual, com ênfase na tecnologia assistiva da audiodescrição de imagens” (TYSKA, 2018, p. 100).

5 GEDUC: O PROTÓTIPO

Os processos e metodologias que guiaram a criação do protótipo da GEduc foram baseados nas propostas de design de interação apresentadas por Rogers, Sharp e Preece no livro *Design de Interação: além da interação humano-computador*, que trata do design a partir do ponto de vista da experiência do usuário. Assim, um dos primeiros passos para a criação de um bom design de interação é fazer um levantamento dos requisitos para o dispositivo, levando em consideração os usuários e os objetivos do produto/protótipo. Desse modo, foi necessário definir quem iria utilizá-lo e quais são os requisitos identificados com a participação dos usuários.

Uma característica fundamental da GEduc que a torna viável é que, mesmo sendo uma “gambiarra”, ou seja, a junção de diversos aparelhos díspares feitos industrialmente configurados para funcionarem de forma integrada, ela gera uma transmissão absolutamente comum e amplamente difundida, que é a rádio FM, e que pode ter como receptor telefones celulares (*smartphones*), que é um recurso tecnológico que a maioria das pessoas possui.

A GEduc é um dispositivo múltiplo: multimídia e multifuncional, que possibilita desde as performances artísticas à inclusão de estudantes com DV. Ao representar uma solução livre e de baixo custo, que poderá ser facilmente replicada a partir de um manual técnico que será publicado posteriormente, contendo sugestões de uso e o passo-a-passo para a construção de GEduc. O código necessário para transformar o RPI em um transmissor FM está disponível no Apêndice A da presente dissertação. GEduc poderá promover, além da inclusão das pessoas com deficiência, a partir da AD e dos áudioguias, a inclusão digital de professores. A Figura 5 ilustra a primeira versão da GR com RPi durante a performance ocorrida em 2014 no Vila Flores.

Figura 5 - Primeira versão da Gambiarrádio com Raspberry Pi



Fonte: <http://www.esteवादofontoura.com/gambiarr-dio?lightbox=datatem-ifxy4e4s>

5.1. Cenários de uso potencial da GEduc

O primeiro esforço feito, no sentido de pensar um projeto de pesquisa para o Mestrado Profissional em Informática na Educação, a partir do momento em que se decidiu que a Gr seria o ponto de partida da pesquisa, foi pensar nas mais diversas aplicabilidades possíveis para o dispositivo. Assim, foram elaborados cinco cenários de uso potenciais para GEduc, tendo sido apenas um deles definido como foco da presente pesquisa, devido a necessidade de se diminuir o escopo para que a mesma fosse viável.

As funcionalidades descritas a seguir detalham os cenários de uso de maneira mais aprofundada, onde se buscou também dar respaldo teórico para as funcionalidades propostas, à luz dos autores e autoras que embasaram a pesquisa. O planejamento do protótipo de baixa fidelidade (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013, p. 391) foi o momento que possibilitou a suposição dos cinco distintos cenários de uso para o dispositivo: (a) sistema para transmissão temporária e local de rádio FM (F1); (b) sistema para tradução simultânea (F2); (c) o sistema para audioguia (F3); (d) a plataforma para performances de música experimental (F4); e (e) sistema para AD (F5).

A primeira funcionalidade identificada foi a possibilidade de desenvolver um sistema para Transmissão de rádio temporária e local (F1). São diversas as possibilidades de utilização desse tipo de transmissão dentro de uma escola, com potencial para a criação de uma rádio estudantil, com programação feita por grupos de estudantes ou por turmas e utilização educativa de programas de rádio propostos por professores. Sobre isso, é fundamental a atenção ao fato de que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) estabelece desde 1996 a música como conteúdo obrigatório do componente curricular Arte e, com a alteração feita no texto em 2016, ela passa a ser uma das linguagens obrigatórias do mesmo componente curricular (BRASIL, 1996). A BNCC, homologada em 19 de dezembro de 2018, corrobora o que já estava presente na LDBEN, quando afirma que “a proposta de progressão das aprendizagens no Ensino Médio prevê o aprofundamento na pesquisa e no desenvolvimento de processos de criação autorais nas linguagens das artes visuais, do audiovisual, da dança, do teatro, das artes circenses e da música”²⁹. Assim, disponibilizar à comunidade escolar um dispositivo capaz de viabilizar a divulgação de pesquisas musicais e de socializar a produção musical feita em projetos na escola parece ser algo relevante. Além disso, seria possível usar o dispositivo para transmissões de comunicação da diretoria à toda a comunidade escolar de uma só vez, apenas combinando com professoras e

²⁹ Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf> Acesso em 27.03.19.

professores um horário específico em que todos deveriam ligar seus aplicativos de Rádio FM dos celulares e *smartphones* e sintonizar uma determinada frequência (estação) para ouvir o comunicado, que pode ser feito ao vivo ou a partir de uma gravação.

Outra possibilidade identificada compreende um sistema para tradução simultânea (F2), que é um serviço muito caro para que escolas públicas possam contratar. É algo que encarece qualquer evento, como congressos e seminários, podendo até inviabilizá-lo. A possibilidade de ter o seu próprio sistema de transmissão poderia encorajar as comunidades escolares pequenas a organizar eventos internacionais, como reuniões, seminários ou conferências.

Lembrando que vários estados do país fazem fronteira com países de língua oficial hispânica e, no caso do Paraguai, que mantém viva a língua materna, o Guaraní. Além disso, a autonomia na tradução simultânea poderia promover a realização de eventos com participação de comunidades tradicionais indígenas, uma demanda importante no Brasil, tanto que é contemplada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, como afirma o parágrafo 2º do artigo 26-A do Capítulo II: “Os conteúdos referentes à história e cultura afro-brasileira e dos povos indígenas brasileiros serão ministrados no âmbito de todo o currículo escolar, em especial nas áreas de educação artística e de literatura e história brasileiras”. (Redação dada pela Lei nº 11.645, de 2008) (BRASIL, 1996). A GEduc pode ser utilizada neste contexto, convertendo-se em uma solução de baixo custo. Com este equipamento, qualquer escola pode se auto organizar no sentido de ter uma tradução simultânea, apenas precisando de um professor de línguas disposto a realizar a tradução ao vivo.

A criação de um Áudio Guia (F3), a partir da transmissão de gravações que mapeiem um determinado espaço, dando conta de descrições sobre um prédio ou área, ou estabelecendo um roteiro de visita a exposições ou espaços, fornecendo explicações e contextualizações em áudio.

A quarta aplicabilidade seria a criação de uma plataforma para performances artísticas experimentais (F4) que se utilizem das possibilidades abertas pela transmissão de áudio via ondas de rádio FM e via *streaming*. Para projetos na área da música que, como dito anteriormente, é linguagem obrigatória do componente curricular Arte, pode-se explorar as possibilidades abertas pelas pesquisas sobre música ubíqua:

Música ubíqua é, na prática, música (ou atividades musicais) suportada(s) por conceitos e tecnologias da computação ubíqua [...]. [...] Considerando esta perspectiva, “recursos materiais” e “ferramentas de suporte à criatividade” são – ou podem ser – os vários tipos de dispositivos de computação fixos e móveis[...]. Nossa pesquisa utiliza dispositivos móveis de comunicação e informação cotidianos, ou seja, telefones celulares, smartphones e tablets. Estamos reaproveitando (repurposing) esses dispositivos para uso em atividades musicais e como interfaces para sistemas de música ubíqua, explorando as suas capacidades de portabilidade, mobilidade e conectividade, e acima de tudo sua disponibilidade para uma pessoa comum (incluindo os novatos em música). (PIMENTA et al., 2015, p. 63)

Desta forma, GEduc seria uma dessas ferramentas de suporte à criatividade, uma plataforma, viabilizando diversas possibilidades de uso para a criação de música experimental, inclusive móvel, e em conexão com dispositivos ubíquos, como no exemplo da performance original Gambiarrádio, descrita anteriormente de forma detalhada na Introdução.

A quinta aplicabilidade identificada, foco deste trabalho, foi o desenvolvimento de um sistema para audiodescrição (F3). Considerando-se a inclusão de Pessoas com Deficiência³⁰ (ESTABEL; MORO; SANTAROSA, 2006), apoiada pela Lei Federal brasileira (9394/96, Art. 4), todas as escolas do Brasil tem a possibilidade de receber e a responsabilidade de acolher estudantes com deficiência, tais como cegos, baixa-visão ou surdos, só para citar alguns tipos de deficiência bastante comuns. São a escola e a comunidade escolar quem deve se adaptar às necessidades específicas da pessoa com deficiência e não o contrário, como já era explicitado pelos delegados da Conferência Mundial de Educação Especial, na Declaração de Salamanca (1994), da qual o Brasil é signatário:

- aqueles com necessidades educacionais especiais devem ter acesso à escola regular, que deveria acomodá-los dentro de uma Pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer a tais necessidades,
- escolas regulares que possuam tal orientação inclusiva constituem os meios mais eficazes de combater atitudes discriminatórias criando-se comunidades acolhedoras, construindo uma sociedade inclusiva e alcançando educação para todos; além disso, tais escolas provêem uma educação efetiva à maioria das crianças e aprimoram a eficiência e, em última instância, o custo da eficácia de todo o sistema educacional. (MEC, 1994)

³⁰ No texto de ESTABEL; MORO; SANTAROSA, que é de 2006, as autoras utilizaram originalmente o termo Pessoas com Necessidades Educativas Especiais (PNEEs), que era vigente à época.

Neste contexto, do paradigma da educação inclusiva, GEduc pode ser utilizada como uma ferramenta promotora da inclusão, permitindo que o professor apresente um vídeo à sua turma, por exemplo, e transmita, via ondas de rádio FM, a audiodescrição correspondente ao vídeo, apenas para o estudante com DV, que poderia usar um *smartphone* como receptor. Desta forma o estudante com deficiência teria uma experiência síncrona com o restante da turma, tendo seu acesso ao conteúdo do material audiovisual maximizado. Lima (2011) esclarece que

A áudio-descrição é recurso de acessibilidade comunicacional, ferramenta que propicia às pessoas com deficiência usufruir o direito à informação, à cultura e ao lazer (Navarro e Lopez, 2002). Segundo Lima et al (2009), esse recurso de TA está inscrito como garantia legal (Lei Federal nº 10.098/00; Decreto Federal nº 5.296/04; Decreto Legislativo nº 186/2008; Decreto nº 6.949/2009) e se aplica aos eventos visuais, imagens estáticas ou dinâmicas, encontradas na forma de figuras, desenhos, pinturas, fotos, dentre outras, apresentadas em suportes como álbuns, catálogos, livros, slides, painéis, vídeos e outros. [. . .]

A áudio-descrição insere-se, de um lado, no conceito de adaptação razoável, de baixo custo e, por conseguinte, não onera os projetos culturais, educacionais e de lazer que a ofertem. De outro, é recurso que, uma vez não ofertado pelos promotores desses projetos, constitui crime de discriminação. (LIMA, 2011, p. 2)

Como a sua principal característica é ser um transmissor de áudio portátil, GEduc tem um grande potencial na promoção de uma mudança efetiva na forma como os professores e as PcD interagem, aumentando o número de atividades que as PcD podem fazer com os colegas de classe de forma síncrona. Algumas atividades comuns poderiam ser complementadas de forma a socializar a inclusão. Por exemplo, em uma atividade de produção de audiovisual, como um vídeo, uma das etapas avaliativas do processo de criação pode ser a produção da AD. Assim, o estudante com DV poderia participar ativamente, ajudando possivelmente todos os grupos a desenvolverem um melhor material audiovisual, acessível e democrático. Neste processo, o estudante com DV e os estudantes videntes estariam operando na ZDP, de Vigotski, tendo um desenvolvimento acima daquele que poderiam ter caso estivessem trabalhando separadamente (ESTABEL; MORO; SANTAROSA, 2006). É na busca por possibilitar o maior número de atividades síncronas entre estudantes com DV e videntes que a presente pesquisa se apoia, pois acredita-se que assim seja possível ajudar no desenvolvimento tanto dos estudantes com DV quanto dos estudantes videntes.

5.2. Requisitos do protótipo

Os requisitos de um protótipo são as necessidades, as aspirações e as expectativas dos usuários, que podem ser classificados como primários, secundários e terciários. No caso da GEduc, os usuários primários são professoras e professores que têm, dentre suas turmas, estudantes com DV incluídos em turmas formadas majoritariamente por estudantes videntes e irão propor atividades utilizando a GEduc em sala de aula. Os usuários secundários são os estudantes com DV que utilizarão seus próprios dispositivos móveis ubíquos, como *smartphones* e *tablets* e seus respectivos fones de ouvido, para acessarem a transmissão da AD, feita a partir da GEduc pela professora/professor. Tem-se ainda, como usuários terciários, os demais estudantes que, eventualmente, dependendo da atividade proposta pela professora ou professor, poderão acessar também a transmissão, utilizando seus dispositivos móveis.

Definidos quem são os usuários, passa-se à definição dos requisitos, que são o que se espera do produto. Ainda na fase inicial da pesquisa, quando o próprio protótipo ainda era apenas um projeto, buscou-se definir os requisitos preliminares a partir de experiências prévias, artísticas, educacionais e tecnológicas. Como Estabel, Da Silva Moro e Santarosa afirmam, baseadas em Vigotski,

a interação entre PNEEs com limitação visual e as pessoas com visão normal deve se caracterizar como um processo estruturado no diálogo, na comunicação. Vygotski (1997, p.107) observa que “a fonte de compensação na cegueira não é o desenvolvimento do tato ou a maior sutileza do ouvido, mas a linguagem, quer dizer, a utilização da experiência social, da comunicação com os videntes”. E afirma que “a palavra vence a cegueira”. (ESTABEL; MORO; SANTAROSA, 2006, p. 95)

Portanto, faz sentido acreditar na transmissão de AD via ondas de rádio FM como principal requisito para GEduc, pois minimizar as barreiras comunicacionais é promover a inclusão.

Abaixo, são elencados os requisitos preliminares que, por apresentarem fragilidades, por não se basearem em dados coletados, mas em memórias e ideias, foram posteriormente atualizados após a primeira fase da coleta de dados.

Os requisitos preliminares que foram identificados e propostos inicialmente:

- 1) Possibilitar a transmissão de áudio via ondas de rádio FM em sala de aula, de maneira simples, a partir de um dispositivo portátil;
- 2) Design do transmissor compacto e modular;
- 3) Funcionamento ativado a partir da configuração dos módulos (sem botões ou interfaces), privilegiando a interação dos usuários com o transmissor.
- 4) Criação de um repositório online para material audiovisual audiodescrito, para compartilhamento dos materiais criados pela comunidade de usuários da GEduc.

A partir de observações realizadas pela banca de qualificação optou-se por redefinir os requisitos acima descritos usando os dados coletados a partir de um questionário onde professores e uma estudante com DV do Campus Osório do IFRS responderam de forma voluntária a perguntas que possibilitaram repensar os requisitos, e defini-los em caráter estável. O questionário pode ser consultado no Apêndice F e a análise dos dados coletados e o estabelecimento dos requisitos finais estão detalhados a seguir. Nas considerações finais, os requisitos preliminares e os requisitos finais que embasaram o planejamento dos testes em situação real de uso e foram decisivos para a validação da pesquisa, serão problematizados e novos requisitos, mais estáveis e confiáveis, serão propostos para possibilidades futuras da GEduc.

A partir das respostas dos professores foi possível detectar a pertinência desta pesquisa e do desenvolvimento de dispositivos como GEduc. Os dados destacados abaixo evidenciam isso:

- 1) 52% dos professores que responderam o questionário afirmaram ter atualmente ou terem tido em suas salas de aula estudantes com DV;
- 2) Destes 52%, 92,3% afirmaram ter o hábito de preparar material específico para estes estudantes;
- 3) Do total de professores que responderam o questionário, 60% afirmam que conhecem o recurso da AD, mas 100% afirmaram nunca terem apresentado a seus estudantes um vídeo com AD, apesar de 42% afirmarem que utilizam vídeo em aula com alguma frequência;
- 4) 48% já tiveram a sensação de que sua didática falhou em relação ao estudante com DV (somando os que responderam muito - mais de 50% das vezes - não muito - mais de 30% das vezes - e pouco - menos de 30% das vezes);

- 5) 60% afirmaram que teriam interesse em testar uma ferramenta capaz de transmitir a AD somente para os estudantes com DV e dos restantes, 38% talvez se interessassem em testar, precisando saber mais a respeito. Ou seja, apenas 2% disseram que não teriam interesse em testar uma ferramenta que pudesse promover a inclusão;
- 6) 96% dos professores respondeu que tem habilidade alta ou média para lidar com dispositivos tecnológicos;
- 7) Das características listadas para serem selecionadas como as mais importantes em uma tecnologia educacional, os professores classificaram na seguinte ordem: Fácil de usar (84%); Multifuncional (60%); Leve (56%); Portátil (sem fio conectado à tomada) (52%); Compacto (48%); Automático (16%); e Robusto/resistente (12%).

Somente uma aluna respondeu o questionário, mas apesar de ser uma amostra muito pequena, no cruzamento com os dados coletados dos professores e professoras, é possível reforçar algumas das conclusões acerca dos requisitos. Abaixo uma síntese das respostas da estudante com DV:

- 1) Sobre o quanto a DV atrapalha em sala de aula, a estudante respondeu “não muito (mais de 30% das vezes)”;
- 2) Sobre o quanto professoras e professores costumam usar imagens e/ou vídeos nas aulas, a resposta selecionada foi “quase nunca (menos de 10% das vezes)”;
- 3) Sobre quantas vezes as professoras e professores usaram audiovisual (vídeo ou imagem) em sala de aula no último mês, a estudante selecionou a resposta “não muito (mais de 30% das vezes)”;
- 4) Quando perguntada se conhece o recurso da AD a estudante respondeu que sim;
- 5) Sobre o número de vezes que um material audiovisual apresentado por professores em aula continha o recurso da AD, a estudante respondeu que quase nunca (menos de 10% das vezes);
- 6) A estudante respondeu que acredita que se houvesse o recurso da AD nas aulas baseadas em material audiovisual ela teria sua compreensão dos assuntos trabalhados melhorada.

- 7) Quando perguntada sobre a possibilidade de testar uma tecnologia capaz de transmitir a AD apenas para o/a estudante com DV, para que este/esta pudesse acompanhar o audiovisual junto com o restante da turma, ela disse que talvez se dispusesse a testar, precisava saber mais a respeito. Após saber maiores detalhes do projeto, ela se interessou muito e participou do teste em situação real de uso.
- 8) A estudante informou que sua habilidade em lidar com dispositivos tecnológicos é “média (usa com alguma dificuldade)”.
- 9) Perguntada sobre já ter usado algum recurso de acessibilidade em sala de aula, ela respondeu que sim, já tinha usado lupas e régua ampliadora.

Baseado nas respostas de professores e estudante com DV a este questionário é possível inferir uma série de conclusões que guiaram a definição dos requisitos. Há uma convergência que aponta para a necessidade de se desenvolver TA, ferramentas que auxiliem docentes na tarefa de minimizar as barreiras comunicacionais entre docentes e estudantes com deficiência. Principalmente ao pensar-se na questão do vídeo, já que 42% dos docentes afirmam usar com alguma frequência o vídeo em suas práticas pedagógicas cotidianas.

Outra questão importante é a disponibilidade de docentes para prepararem e adaptarem materiais específicos para estudantes com deficiência, 92,3% dos docentes que tem ou tiveram estudantes com DV já teve ou tem que preparar material específico. É a mesma coisa com a GEduc que somente transmite o áudio via FM, o arquivo a ser transmitido deve ser previamente preparado. Também se detectou uma pré-disposição dos docentes (60%) para realizar testes com um dispositivo como GEduc.

A partir da primeira fase da coleta de dados, os requisitos finais para o teste em situação real de uso são:

- 1) Possibilitar a transmissão de áudio via ondas de rádio FM dentro de uma sala de aula (já atingido com o protótipo);
- 2) Design compacto e portátil (atingido com o protótipo de forma incompleta: com baixa potência de transmissão em termos de alcance e volume do áudio, será mais detalhado nas considerações finais);
- 3) Fácil manuseio. Para que se cumpra definitivamente esse requisito é necessário trabalhar no aperfeiçoamento do design.

5.3. Design do Protótipo

Em sua dissertação de mestrado, a designer e pesquisadora portuguesa Maria Teresa Alves de Magalhães e Vasconcelos estabelece quatro critérios para que o design de um dispositivo/aparelho/mobília/objeto, possa ser considerado compacto, sendo eles: (1) mutável, (2) modular, (3) multifuncional, e (4) móvel (2009, p. 85). Todos os quatro critérios se aplicam ao design proposto inicialmente para GEduc, que será detalhado nos próximos parágrafos.

A proposta inicial para o protótipo de GEduc tinha o design modular e portátil. Dizer que é modular significa que o dispositivo é composto por partes - módulos - que se integram. Vasconcelos (2009, p. 85) afirma que um design modular exhibe “unidades que obedecem a parâmetros formais equivalentes, podendo ser encaixáveis e ajustáveis uns nos outros, de modo a criarem combinações diferentes, conforme as necessidades”. Dizer que é portátil, significa que é leve e compacto e que não precisa estar conectado a uma tomada, ou seja, funciona à bateria.

Tal design modular e portátil ainda é um desafio e um projeto, tendo algumas de suas propriedades já testadas a partir da construção de um protótipo de baixa fidelidade. Vasconcelos (2009) define o conceito de design compacto:

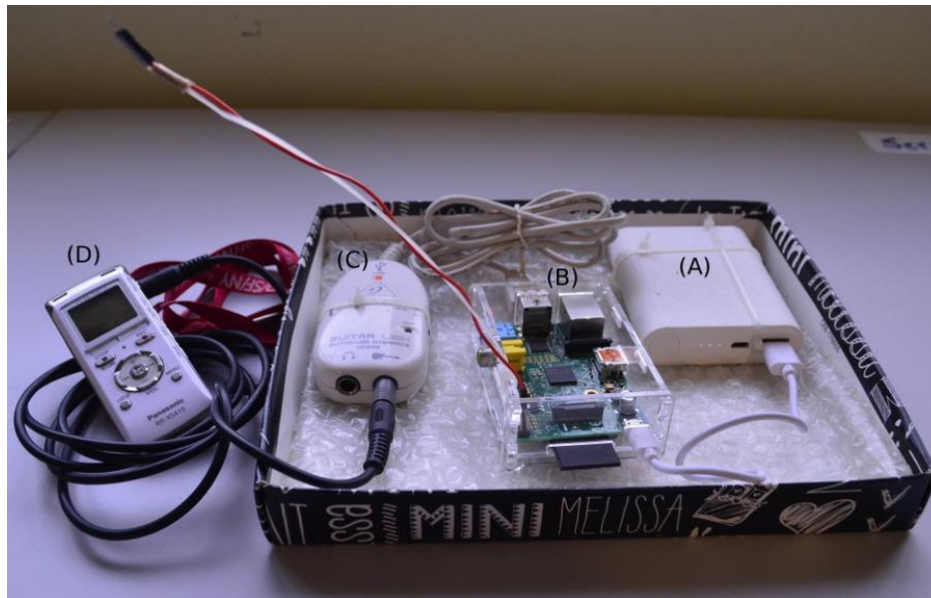
[...] relaciona-se com o que é denso, condensado. Subentende-se que o Design Compacto é, desta forma, um design eficiente e funcional, em que o objecto é capaz de executar várias funções, sendo a simplicidade, muitas vezes, sinónimo de funcionalidade. Assim conjuga elementos de design que funcionam no conjunto com a forma e a função, culminando num sistema de design verdadeiramente holístico. (VASCONCELOS, 2009, p. 17)

Segundo Rogers, Sharp e Preece (2013, p. 391), “um protótipo de baixa fidelidade é aquele que não se parece muito com o produto final”, por usar “materiais muito diferentes da versão final pretendida, como papel e cartolina no lugar de telas eletrônicas e metal”. Já a prototipação de alta fidelidade se parece mais com o que se espera do produto final e mais apropriada para testar questões técnicas (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013, p. 395).

O que foi possível desenvolver no tempo desta pesquisa e com os recursos disponíveis foi um protótipo misto entre baixa e alta fidelidade pois, apesar de não apresentar a configuração e certos materiais que se pretendia inicialmente que estivessem presentes no protótipo, é funcional, sendo capaz de realizar a transmissão FM, o principal requisito para atingir o objetivo proposto.

A Figura 6, abaixo, ilustra o estado do protótipo na época dos testes em situação real de uso e logo a seguir cada um dos aparelhos que o constituem são descritos de forma detalhada.

Figura 6 - Estrutura atual do protótipo de GEduc



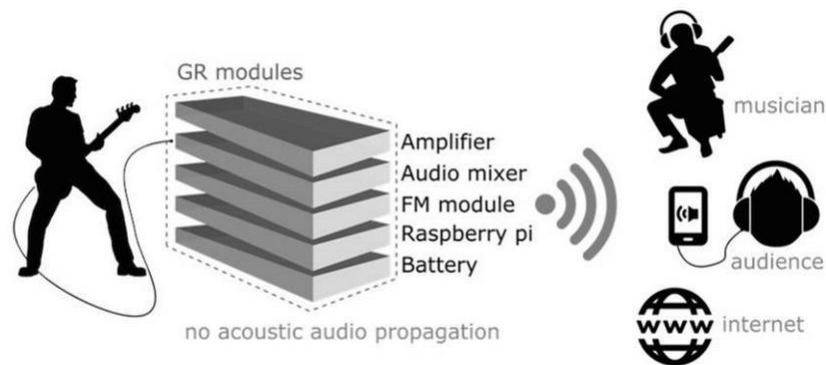
Fonte: Do autor.

- O aparelho marcado na Figura 6, acima, pela letra A, é a bateria portátil. Após diversos testes com fontes e baterias portáteis diversas, como se pode conferir no item B do Apêndice desta dissertação, verificou-se que seria necessária uma saída de 5V com, no mínimo 2000 mA (amperagem). Essa bateria atual, da marca Inova, com potência de 10.400 mAh, possui saída de 5V com 2000 mA.
- O aparelho definido pela letra B (Figura 6), é o RPi 1, programado para transmitir via ondas de rádio FM. Ele está conectado à bateria por um cabo USB, com conexão micro USB. E nele está inserido o cartão de memória SD, contendo o sistema operacional Raspbian e o *software* que executa a transmissão a partir dos GPIO.
- Na letra C (Figura 6) está placa de áudio externa (*Guitar Link*, da Behringer), que se conecta ao RPi 1 por uma das duas entradas USB. Ela é responsável por realizar o processamento de áudio, algo que o RPi 1 não realiza com boa qualidade.

- Definido pela letra D (Figura 6) na figura está o gravador digital de áudio (Panasonic RR-XS410) que está conectado pela sua saída de fones de ouvido, por um cabo de áudio P2 - P2 (e um adaptador de P2 para P10, que é o formato da entrada de guitarra da placa de áudio), à entrada de guitarra da placa de áudio externa. O gravador digital funciona como um microfone, com a vantagem ser ativo (de ter pré-amplificação própria), pois funciona à bateria. Os testes com microfones comuns, sem alimentação de energia própria, mostraram que essa opção não daria resultado.

A Figura 7 ilustra uma arquitetura geral do sistema planejado para a GR, ou seja, o dispositivo como plataforma para performances de música experimental.

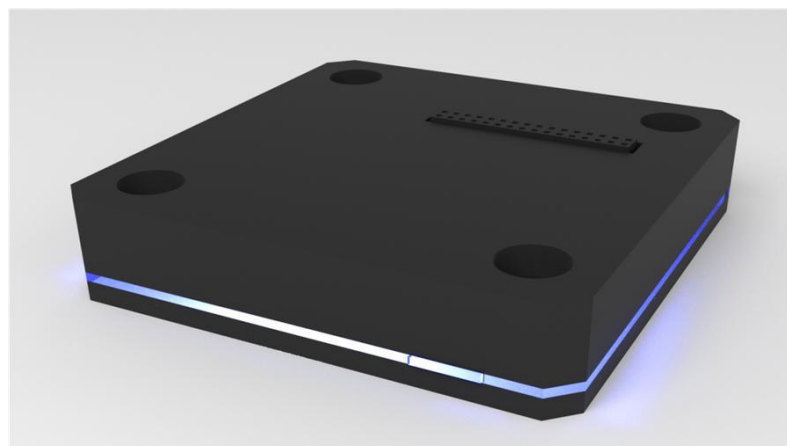
Figura 7 - Estrutura modular proposta para o projeto GEduc



Fonte: MILETTO; HAESER, 2016, P. 1338.

Com a colaboração do HM, desenhou-se no *software* livre Blender uma primeira versão tridimensional para o case dos módulos, prevendo a sua fabricação digital a partir de modelagem e impressão 3D. A Figura 8 abaixo apresenta uma imagem do case proposto.

Figura 8 - Projeto do case modular para a GEduc, desenvolvido com HM



Fonte: Do autor

A mobilidade foi uma das primeiras características pensadas para a GEduc: ser portátil. Para ser considerado como tal, o dispositivo precisa ser compacto e leve, sem perder funcionalidade. Como ressalta Freire (2008), em sua dissertação de mestrado sobre o Design de um Dispositivo Portátil de Avaliação da Locomoção Humana,

a portabilidade de um objecto tangível será, neste caso, a propriedade que permite que o mesmo se possa mover (ser transportado) entre ambientes e funcione integralmente em qualquer um deles sem que isso implique quaisquer alterações específicas (no próprio produto ou nos ambientes). Um produto genérico que apresente esta propriedade terá necessariamente que reunir características óbvias ao nível das dimensões físicas, interfaces com o corpo do utilizador, interfaces com o ambiente, segurança, resistência e autonomia. (FREIRE, 2008, p. 24)

Conforme Vasconcelos (2009, p. 85), ao considerar as características para um design móvel, “ilustram-se objectos que são facilmente transportáveis, contribuindo por vezes o seu tamanho diminuto e/ou a sua leveza”.

Para a estrutura modular planejada desde o início do projeto, cada módulo teria 5x12x12cm (altura x largura x profundidade). Tais medidas não são aleatórias, elas foram projetadas levando em consideração o módulo 2 (M2) que comportará o maior número de elementos: RPi, placa de áudio externa (USB) e antena. Portanto, as próprias medidas do RP1 foram o ponto de partida.

Com relação ao peso total ele não pode ultrapassar 500 gramas. O peso de cada módulo depende dos dispositivos que o compuserem. Por exemplo, o módulo que contém a bateria portátil será o mais pesado, em função do peso da mesma, que é de aproximadamente 300g.

A bateria usada inicialmente, cujas características técnicas já foram especificadas anteriormente, garante três horas de transmissão portátil, isto é, sem estar conectado à tomada, e pelo menos cinco horas ligado no modo *stand by* (ligado mas sem transmitir). Mas os testes em situação real de uso mostraram que a bateria em questão não deu ao protótipo a potência suficiente para que a transmissão tivesse boa qualidade e volume audível em um ambiente barulhento, como pode-se saber a partir do depoimento contido no Apêndice C, onde uma professora do Curso Técnico em Guia de Turismo do Campus Osório do IFRS relata a tentativa de utilização do protótipo GEduc em uma saída de campo.

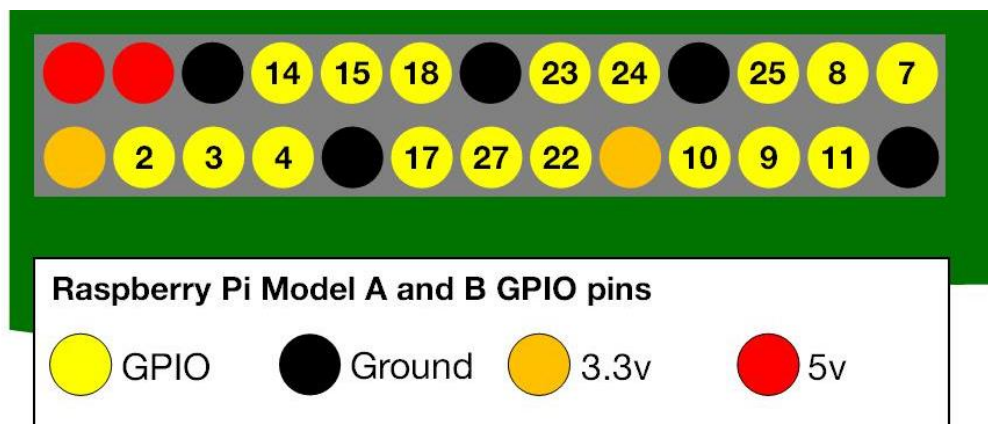
Além das características previamente descritas o GEduc ainda foi organizado em módulos, como descreve a próxima seção.

5.3.1. Módulos do GEduc

O GEduc foi sistematizado, nesta pesquisa, em cinco módulos. Dependendo da função que se pretenda executar, configura-se a conexão entre os módulos. Assim, pretende-se que a experiência do usuário se dê a partir de uma Interface Tangível (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013, p. 391), onde o encaixe dos módulos define a função resultante do objeto. Abaixo, a arquitetura dos módulos da GEduc é detalhada:

- Módulo 1 (M1)/Energia: Fornece a energia para que os demais dispositivos conectados funcionem, como o RPi e a placa de áudio externa. Este módulo deverá possuir 3 entradas/conexões: (1) E1 - Micro USB - carrega a bateria (com carregador/fonte semelhante à de telefone celular de 5V com 2.0 A de saída); (2) E2 - USB - carrega dispositivos externos; (3) E3 - GPIO - alimenta o RPi 1 via pinos 2 ou 4 (numeração física), segundo a Figura 9, abaixo.

Figura 9 - Mapa das Entradas/Saídas do RPi



Fonte: Website oficial da Raspberry Foundation.

- Módulo 2 (M2)\RPi: é o centro de comando da GEduc, capaz de transmitir via ondas de rádio FM e via streaming. É um computador completo que, se conectado a um teclado, mouse e monitor, pode ser usado para acessar a internet, editar textos, assistir filmes, vídeos e fotos. Assim, é multimídia e multiuso. Componentes do módulo 2: (1) C1 – RPi – programado para transmitir áudio via ondas de rádio FM; (2) C2 – Antena; (3) C3 – Placa de áudio externa.
- Módulo 3 (M3) - Pré-amplificador: necessário para realizar a função de amplificar o sinal de áudio vindo do mixer, onde estariam conectados os instrumentos.

- Módulo 4 (M4) - Mixer (quatro canais de áudio mono): fundamental para que seja possível conectar quatro instrumentos, no caso de performances de música experimental.
- Módulo 5 (M5) - Transmissor FM comum: no caso da performance de música experimental esse transmissor comum, não baseado em RPi é necessário, pois a transmissão feita a partir do RPi apresenta uma pequena latência, quase imperceptível, mas que, para o retorno do músico que está tocando, é perceptível e tem como consequência o atraso no andamento da música. Assim, o transmissor comum exerce a função específica de retorno para os músicos.

Os módulos M3, M4 e M5 não foram desenvolvidos durante esta pesquisa de mestrado por não estarem diretamente ligados ao foco do projeto. Sua utilização é necessária apenas para a função F4, descrita anteriormente. Para o desempenho das funções dos cenários de uso F1, F2, F3 e F5, descritos anteriormente na seção 4.1, são necessários apenas os módulos M1 e M2.

6 APLICAÇÃO DO PROTÓTIPO

A presente pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas, como já foi mencionado na Introdução. Na etapa denominada Campo houve a realização dos testes em situação real de uso, com o objetivo de coletar dados acerca do uso da GEduc em sala de aula. O delineamento da pesquisa, que consiste na estratégia para estabelecer relações entre as teorias que embasam a mesma e os fatos ou dados coletados, é pré-experimental, pois como ressalta Gil (2008):

alguns estudos, embora designados por seus autores como experimentais, não podem, a rigor, serem considerados como tal. Um desses tipos de estudo é aquele em que um único grupo é estudado apenas uma vez, em seguida a algum agente ou tratamento presumivelmente capaz de causar algum tipo de mudança. (GIL, 2008, p.53)

Além disso, a perspectiva de uma análise qualitativa, embasada no aprofundamento da análise em detrimento do tamanho da amostra, prevista desde o início, quando a pesquisa ainda era um projeto, privilegia os aspectos qualitativos sobre os quantitativos. Assim, mesmo tendo uma amostra pequena, que pode parecer pouco significativa, a análise buscou articular os índices e evidências presentes nos dados coletados, aos conceitos dos autores e autoras de referência para validar a pesquisa.

Na coleta de dados, não foi possível estabelecer um grupo de controle, como seria o ideal para uma pesquisa com delineamento experimental. Isso se deu pelo fato de haver apenas uma turma com o perfil necessário no Campus Osório do IFRS: uma turma constituída majoritariamente por estudantes videntes com uma estudante com DV (baixa visão).

Na primeira etapa da pesquisa, quando houve o contato com a direção de ensino da escola para saber se havia mais estudantes com esse perfil, além da turma que por fim acabou participando dos testes, foi informado que sim, havia outras duas turmas com a mesma situação no ensino médio integrado ao técnico e uma no ensino superior, mas essa seria uma turma de adultos. Ao fazer um levantamento mais aprofundado e conversar com alguns dos estudantes, descobriu-se que houve confusão no momento em que a direção de ensino passou as informações, e que os responsáveis pelas informações não sabiam definir a baixa visão. Aqueles estudantes não se enquadravam naquilo que é considerado baixa visão, pela OMS.

Abaixo, segue a definição de Conde (2016), do Instituto Benjamin Constant³¹, baseada nas conclusões do Congresso Brasileiro de Prevenção à Cegueira:

Uma pessoa é considerada cega se corresponde a um dos critérios seguintes: a visão corrigida do melhor dos seus olhos é de 20/200 ou menos, isto é, se ela pode ver a 20 pés (6 metros) o que uma pessoa de visão normal pode ver a 200 pés (60 metros), ou se o diâmetro mais largo do seu campo visual subentende um arco não maior de 20°, ainda que sua acuidade visual nesse estreito campo possa ser superior a 20/200. Esse campo visual restrito é muitas vezes chamado “visão em túnel” ou “em ponta de alfinete”, e a essas definições chamam alguns “cegueira legal” ou “cegueira econômica”.

Nesse contexto, caracteriza-se como portador de visão subnormal ou baixa visão aquele que possui acuidade visual de 6/60 e 18/60 (escala métrica) e/ou um campo visual entre 20° e 50°.

Pedagogicamente, define-se como cego aquele que, mesmo possuindo visão subnormal, necessita de instrução em Braille (sistema de escrita por pontos em relevo) e como portador de visão subnormal aquele que lê tipos impressos ampliados ou com o auxílio de potentes recursos ópticos.

(CONDE, 2016)

Portanto, foi necessário repensar o delineamento da pesquisa, que passou a ser pré-experimental e cuja coleta de dados resultou em um Estudo de Caso, e não de Campo. Abaixo, Gil esclarece acerca da diferença:

O estudo de caso vem sendo utilizado com frequência cada vez maior pelos pesquisadores sociais, visto servir a pesquisas com diferentes propósitos, tais como:

- a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- b) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; e
- c) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

O estudo de caso pode, pois, ser utilizado tanto em pesquisas exploratórias quanto descritivas e explicativas. (GIL, 2008, p. 58)

Com base nos objetivos definidos para esta pesquisa, planejou-se testar o protótipo da GEduc em situação real de uso, ou seja, na sala de aula. Apesar de terem sido criados cinco cenários de uso potenciais, detalhados previamente, o foco da pesquisa está sobre a questão da inclusão de estudantes com DV em turmas compostas majoritariamente por estudantes videntes. Para tanto, projetou-se utilizar as três formas de coleta de dados mais comuns e numa abordagem mista, com perspectivas qualitativa e crítica (COUTINHO, 2006, p. 3), sendo elas: entrevistas, questionário e observação indireta (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013, p. 222).

³¹ O Instituto Benjamin Constant é um órgão singular, dotado de autonomia administrativa limitada, ligado diretamente ao Gabinete do Ministro de Estado da Educação. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/o-ib>> Acesso em 25.06.18.

Essa triangulação metodológica visa obter um conjunto de dados mais complexo que subsidiem a análise profunda, na perspectiva qualitativa, e minimizar a perda de algum detalhe que possa ser crucial na perspectiva crítica, aquela onde se propõe intervir no cenário estudado.

O paradigma quantitativo interessa-se essencialmente por controlar e prever os fenómenos, o qualitativo interessa-se por compreender e o crítico por intervir na situação ou contexto. Por exemplo, se o meu interesse é explicar a realidade educativa para fazer previsões e desenvolver teorias explicativas devo optar por uma abordagem quantitativa ao problema em questão; se o meu objectivo compreender os fenómenos educativos pela busca de significações pessoais e interacções entre pessoas e contextos, então devo optar por uma abordagem qualitativa ao problema em questão. Se para além de compreender, o meu interesse é intervir no contexto com vista a modificar situações, devo fazer uma abordagem inspirada no paradigma crítico. (COUTINHO, 2006, p. 3)

Foram planeadas duas atividades análogas, ou seja, com a mesma estrutura, a partir de uma atividade baseada em AV, sendo uma delas com a transmissão da AD via GEduc e outra sem. Ambas as atividades seguiram o mesmo roteiro e os questionários foram baseados em questões visuais, só mudando a obra audiovisual. Esta atividade teve um instrumento avaliativo em forma de questionário online que foi respondido durante sua realização. Com isso pretendeu-se ter subsídios suficientes para validar a hipótese de que GEduc pode ser considerada um protótipo de dispositivo educacional que promove a inclusão de estudantes com DV e, ao fazer isso, possa ser classificada como TA, validando a pesquisa.

Esta etapa da pesquisa seguiu o seguinte planejamento: escolha das obras audiovisuais a serem apresentadas em aula; planejamento da proposta de atividade a ser realizada com os estudantes durante os testes; planejamento do instrumento de avaliação (questionário) a ser aplicado com estudantes e professores participantes dos testes.

Para a escolha das obras audiovisuais utilizou-se os seguintes critérios: (1) ter elementos visuais fundamentais à compreensão do enredo, de onde se pudessem extrair questões; (2) não serem obras longas, com no máximo dez minutos de duração; (3) como há atualmente grande número de obras audiovisuais contendo AD, optou-se por seleccionar uma dessas com a AD pronta. Assim, se definiu usar dois curtas-metragens³² de animação: “Perfeito” (2009), de Mauricio Bartok, e “Imagine uma menina

³² Filme curto, cuja duração é geralmente inferior a 30 minutos. “curta metragem”, in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], 2008-2013, <https://www.priberam.pt/dlpo/curta%20metragem> [consultado em 05-07-2018].

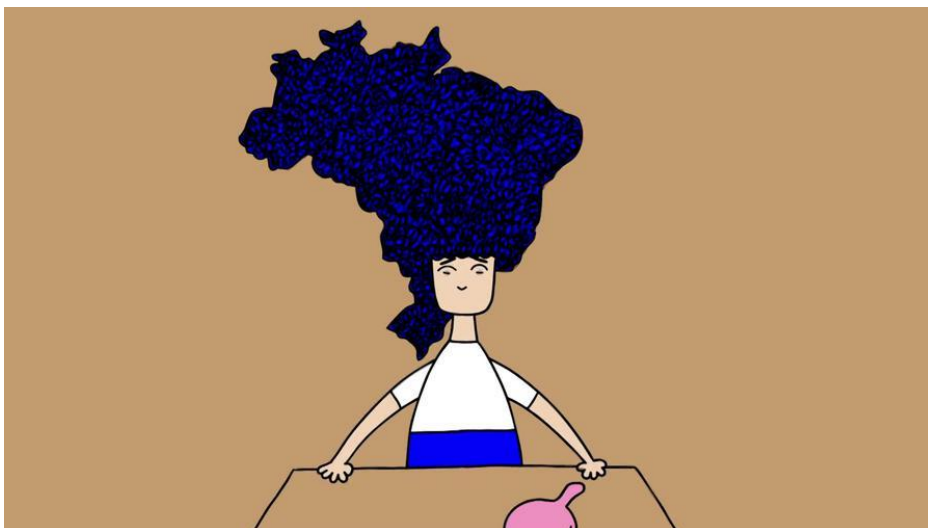
com cabelos de Brasil” (2010), de Alexandre Bersot. As Figuras 10 e 11 abaixo trazem, respectivamente, um frame da animação “Perfeito” e outro da animação “Imagine uma menina com cabelos de Brasil”.

Figura 10 - Frame do curta de animação “Perfeito”



Fonte: Mauricio Bartok (2009)

Figura 11 - Frame do curta de animação “Imagine uma menina com cabelos de Brasil”



Fonte: Mauricio Bartok (2010)

Os testes ocorreram no campus Osório do IFRS, onde há (hoje) quatro estudantes com baixa visão e um cego distribuídos em três turmas, sendo duas delas de ensino médio integrado ao técnico, onde os estudantes são adolescentes, e uma de técnico subsequente ao ensino médio, noturno, onde a maioria dos estudantes é composta por adultos.

Buscou-se comparar neste teste o resultado dos estudantes videntes e dos com DV, buscando evidências de que, ao ouvir a AD, que contempla a tradução das características visuais do vídeo, o/a estudante com DV terá ouvido essa tradução pela AD e terá a possibilidade de acertar tantas questões quanto seus colegas videntes (Apêndice E).

A dinâmica da aplicação obedeceu a seguinte ordem: apresentação do curta de animação “Imagine uma menina com cabelos de Brasil”, com a transmissão da AD por ondas de rádio FM a partir do protótipo de GEduc e a apresentação do curta “Perfeito”, sem a transmissão da AD. Para a apresentação do primeiro, com AD, havia dois arquivos: um do vídeo original e outro de áudio, apenas contendo a AD. Foi necessário utilizar um notebook diferente para rodar cada arquivo, sendo um notebook conectado a um projetor multimídia e o outro conectado à GEduc. Como os dois arquivos de mídia tem a mesma duração bastou deixar os dois preparados para iniciar, em ambos os computadores e apertar no “play” simultaneamente.

A apresentação de cada um dos curtas de animação foi realizada através da projeção no quadro branco utilizando um projetor multimídia, conectado a um computador (notebook), de onde foram rodados os vídeos que já estavam salvos em uma pasta. Abaixo são detalhadas as características do hardware e do software envolvidos na aplicação realizada:

- Hardware: dois computadores portáteis (notebooks), um para rodar a AD e o outro para rodar o vídeo, um projetor multimídia e um protótipo da GEduc. O teste foi realizado em um laboratório de informática equipado com trinta computadores para utilização dos estudantes.
- Software: no protótipo da GEduc, opera o código escrito na linguagem de programação Python pelo colaborador do HM (detalhado no Apêndice A), que converte o RPi em um transmissor FM, no sistema operacional Raspbian. Os vídeos de animação foram apresentados utilizando o aplicativo VLC Media Player. O questionário acerca de cada vídeo foi criado no Formulários do Google e enviado aos estudantes por e-mail para serem respondidos on-line durante a atividade, que durou dois períodos, num total de 90 minutos.

A aplicação do protótipo em sala de aula revelou, para além dos dados coletados, algumas questões técnicas relevantes, as quais são detalhadas abaixo:

- 1) Baixa potência do sinal, resultando baixo volume da transmissão, quando conectado na bateria, característica fundamental para ser considerado portátil. Problema este que foi solucionado ao conectar uma fonte/carregador à tomada;
- 2) Baixa potência do volume do áudio quando a fonte é um *smartphone*, que por ser extremamente compacto, contribui para a manutenção do conceito de “portátil”, elucidado na seção 4.3. O problema foi solucionado usando um computador portátil (notebook), que apesar de ser conhecido como portátil por funcionar à bateria, é muito maior e mais pesado do que um *smartphone*. A maior potência no sinal de áudio do notebook foi fundamental para o sucesso dos testes.

Tais questões técnicas precisam ser mencionadas e levadas em consideração pois, com o ruído de uma turma com vinte e cinco estudantes, o sinal fraco gerando um volume baixo no áudio transmitido inviabiliza a recepção da transmissão da AD por parte do/da estudante com DV. Depois de resolvidos os problemas técnicos, finalmente os testes puderam ser realizados. A professora que se voluntariou para participar dos testes, que ministra o componente curricular “Gestão de Pessoas e do Conhecimento”, no Curso Técnico em Administração Integrado ao Ensino Médio, cedeu dois de seus períodos para a realização das atividades teste. Para cada um dos curtas de animação foi preparado um questionário, ambos constituídos por duas partes.

Os estudantes assistiram ao vídeo, que tem a duração de dez minutos e, quando o mesmo finalizou, eles acessaram o Formulário do Google, que havia sido enviado por e-mail um pouco antes do teste, e tiveram vinte minutos para responder as treze questões, sendo duas dissertativas e onze objetivas. As questões foram criadas de acordo com as características visuais de cada curta de animação, e não eram difíceis, como numa prova, eram simples e diretas como, por exemplo: “Qual é a cor do cabelo da personagem protagonista?” As alternativas eram: Preto, Branco, Rosa, Amarelo, Azul.

O primeiro questionário, sobre o curta “Perfeito”, contém doze questões, sendo quatro sobre o conteúdo da disciplina Gestão de Pessoas e do Conhecimento, relacionado ao conteúdo do curta e oito questões formais, baseadas exclusivamente em informações visuais que apareceram nos curtas. Destas doze questões, apenas uma é dissertativa e as restantes são objetivas, de múltipla escolha.

O segundo questionário, sobre o curta “Imagine uma menina com cabelos de Brasil”, contém treze questões, sendo cinco sobre o conteúdo da disciplina Gestão de Pessoas e do Conhecimento, relacionado ao conteúdo do curta e oito questões formais, baseadas exclusivamente em informações visuais que apareceram nos curtas. Destas treze questões, duas são dissertativas e as restantes são objetivas, de múltipla escolha. A professora que acompanharia os testes criou as perguntas relativas ao seu componente curricular e seu gabarito. O pesquisador criou as perguntas relativas às questões visuais, bem como as suas respectivas respostas. Assim, a ideia da aplicação realizada é verificar se há diferença significativa entre o desempenho da estudante com DV sem e com o recurso da AD. Os questionários dessa fase e os dados tabulados podem ser consultados nos Apêndices D e E, respectivamente.

O mesmo processo realizado para o primeiro vídeo foi replicado com o segundo curta metragem de animação apresentado, “Perfeito”, porém, para este não foi realizada a transmissão da AD. Assim, neste caso, a estudante com baixa-visão não teve acesso a uma ferramenta de tradução do visual para o auditivo. Após assistirem ao vídeo, os estudantes acessaram o questionário no Formulário do Google e responderam as questões, muito semelhantes às questões do questionário anterior, como por exemplo: “De que material é feito o corpo do personagem?” A resposta era simples: madeira. Simples para os estudantes que são videntes.

Abaixo, no Quadro 1, a estudante com baixa-visão, ao ser questionada por e-mail, tece um breve depoimento sobre a participação nos testes de GEduc.

Quadro 1 – Depoimento da estudante com DV que participou dos testes.

[...] Durante toda a minha vida acadêmica (atualmente curso o 3º ano do Ensino Médio), nunca ninguém havia me procurado e proposto algo que me auxiliasse de tal forma. O dia em que o professor fez o teste com a minha turma, foi bem interessante. Quando foi transmitido o vídeo, acredito que todos os meus colegas conseguiram enxergar nitidamente todos os detalhes das imagens, mas eu tive bastante dificuldade em identificar formas, detalhes mais sutis, entretanto a transmissão simultânea com a áudio descrição me ajudou bastante nesse sentido, consegui compreender muito mais o que estava acontecendo, do que se eu estivesse apenas me utilizando da visão. Um exemplo, são as formas dos cabelos das personagens em forma de mapa dos países, eu só consegui me dar conta, devido a áudio descrição (e isso era bastante importante para compreender o vídeo como um todo) [...].

Fonte: Apêndice J

No artigo intitulado “A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios”, Galvão Filho (2013) o autor tece algumas considerações acerca do conceito de Tecnologia Assistiva. Segundo o autor, TA ainda é uma área do conhecimento em construção e, portanto, em constante mudança e diferentes nuances, dependendo do contexto. Algumas das críticas expressas por Galvão Filho (2013) contribuirão com a presente pesquisa no sentido de subsidiar parte da validação da hipótese, em relação à parte técnica, completando a validação a partir da teoria de Vigotski.

Galvão Filho (2013), em relação ao conceito cunhado pelo Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), argumenta que, devido a “uma concepção bastante ampla sobre a TA, reconhecendo o seu caráter interdisciplinar, o qual permeia diferentes áreas do conhecimento”, apesar do favorecimento, fundamentação e incentivo dado às pesquisas, ao “desenvolvimento e a inovação em TA nas diferentes áreas, e o aperfeiçoamento de políticas públicas de fomento, produção, disponibilização e concessão de TA”, também inspira cuidado, e “traz consigo a necessidade de que seja dada continuidade aos estudos e reflexões, na busca de uma precisão conceitual cada vez maior” (GALVÃO FILHO, 2013, p. 27). As diferentes áreas, espaços e agendas que estão reivindicando a TA para si estão estabelecendo um campo de disputas e “tem gerado distorções, as quais apresentam implicações não somente filosóficas ou metodológicas, mas até mesmo implicações econômicas”. O autor aprofunda ainda que:

Com a ampliação no número de editais e chamadas públicas de projetos, específicos para o incentivo à pesquisa, desenvolvimento, inovação, produção e comercialização da TA no país, políticas públicas importantes, com significativos investimentos de recursos econômicos na área, cresce também o risco da ocorrência de distorções e a necessidade de uma maior precisão conceitual que, ao mesmo tempo em que se apoie numa concepção e conceituação ampla e interdisciplinar de TA, igualmente distinga as fronteiras, percebendo e buscando identificar com crescente clareza também o que não é TA.

Essa questão polêmica sobre a qual se debruça Galvão Filho (2013) baseia-se no fato de que “com a concepção ampla de TA e os novos incentivos agora disponíveis na área, a tendência direcionou-se no sentido de que quase tudo passe a ser considerado como TA, bastando que esteja relacionado de alguma forma a pessoas com deficiência” (GALVÃO FILHO, 2013, p. 28).

A partir dessas reflexões, é preciso dizer que, até aqui, a presente pesquisa não foi beneficiada em nenhum aspecto por defender GEduc como TA. Não houve edital, bolsa ou ajuda financeira de qualquer tipo. Assim, exclui-se a possibilidade de que haja o interesse, a partir da presente pesquisa, de buscar recorrer a tais recursos.

Porém, na sequência das reflexões de Galvão Filho (2013), o autor menciona uma polêmica recorrente em debates acerca do tema, que se refere “às diferentes visões sobre a classificação ou não, como Tecnologia Assistiva, de todo equipamento médico e de reabilitação, utilizado pelos profissionais de saúde, no trabalho com pacientes com deficiência”. Ou seja, seria como afirmar que o lápis que um professor utilizou para ensinar algo a um estudante com deficiência pudesse ser considerado TA. Essa visão de TA é própria do “modelo médico da deficiência”, da conceituação clínica de deficiência que a vê como um defeito a ser corrigido, em oposição ao “modelo social da deficiência”, calcado no conceito de Inclusão Social.

Para finalizar essa breve análise motivada pelas reflexões de Galvão Filho (2013), a ideia chave que não deixa dúvida acerca de se GEduc pode ou não ser considerada TA, é a seguinte:

o que define e caracteriza um recurso como sendo ou não um recurso de TA, não são apenas as características particulares do recurso (“o que”). Nem, tampouco, apenas as características do usuário (“para quem”). Porém, também, a finalidade para a qual se está utilizando o referido recurso (“para que”). No caso do estudante cego, a finalidade, o “para que”, refere-se ao uso da tecnologia como recurso de acessibilidade ao texto impresso, inacessível devido ao problema relativo à função visual. Penso, portanto, ser importante ter presentes todas essas três perguntas, na identificação e classificação de um recurso como sendo ou não um recurso de TA: O que? Para quem? e, também, Para que?. (GALVÃO FILHO, 2013, p. 37)

A partir do exposto acima, abaixo segue a classificação de GEduc, quanto a ser ou não uma TA, a partir da proposta de Galvão Filho (2013):

- O quê? - GEduc é um dispositivo que permite a transmissão da AD (recurso reconhecido como TA) via ondas de rádio FM, permitindo que apenas o estudante com DV acesse a AD e, desta forma possa ter experiências coletivas de forma síncrona com seus colegas, favorecendo o surgimento da ZDP.
- Para quem? – Para professores que tem em suas turmas estudantes com Deficiência Visual e para estes estudantes em si.
- Para quê? – Minimizar as barreiras comunicacionais, permitindo acesso à informação visual na forma de audiodescrição.

Para finalizar, ainda convém destacar que a opção por não prosseguir no desenvolvimento do *design* afetou de alguma forma a aplicação do GEduc em situação real de uso, mas foi uma decisão racional: a partir da banca de qualificação e da percepção de que o escopo da pesquisa era muito amplo e não haveria tempo hábil para realizar tudo o que se estava projetando, como o protótipo já estava funcionando, decidiu-se avançar para a segunda fase dos testes utilizando-se um protótipo e não o produto final. Ainda que usando apenas um protótipo, perdendo um pouco das características inicialmente planejadas, o GEduc funciona perfeitamente e sua função primordial, de acordo com os requisitos estabelecidos, que é a transmissão de áudio via ondas de rádio FM, acontece como planejado.

Desta forma, durante os testes, quem operou a GEduc foi o pesquisador. A professora que cedeu os períodos de aula acompanhou todo o teste, porém não chegou a manipular o protótipo. Mas o importante é que a professora participou da preparação dos questionários e da seleção dos curtas de animação que foram usados nos testes, participando de todo o processo de forma ativa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação tratou da criação do protótipo de um dispositivo de transmissão de áudio via ondas de rádio FM baseado em RPi. Procurou-se confirmar sua vocação para promoção da inclusão de estudantes com DV em turmas formadas majoritariamente por estudantes e professores videntes.

Para responder a pergunta feita inicialmente na introdução, “Como minimizar as barreiras comunicacionais e, assim, promover a inclusão de pessoas com deficiência em ambientes escolares, de modo acessível tecnológica e financeiramente?”, foi proposto o desenvolvimento de um dispositivo inspirado naquele criado para a performance “Gambiarrádio”, mas agora como TA, ou seja, dispositivo de inclusão educacional para o caso de estudantes com DV em situação de sala de aula com colegas e professores videntes.

O processo de criação da GEduc teve uma série de diferenças em relação ao processo ideal, estabelecido pelas autoras Rogers, Sharp e Preece que, de alguma forma, dificultaram o desenvolvimento do projeto de forma mais estável e planejada. A principal diferença foi na sequência das ações do processo proposto pelas autoras, que definem a seguinte ordem para o trabalho: (1) estabelecer requisitos; (2) criar alternativas de design; (3) prototipar; (4) avaliar. Quando esta pesquisa foi iniciada e elegeu-se dar continuidade a uma experiência que já havia sido realizada em uma *performance*, onde o protótipo já tinha sido criado (apesar de que, naquela altura, a gambiarra criada para a performance não mais existisse), etapas foram puladas, por pura ansiedade e inexperiência do pesquisador, que pretendia ter um novo protótipo funcional o mais breve possível, para começar a testá-lo e, a partir daí, propor os cenários de uso. Porém, a construção de um novo protótipo demandou ajuda dos colaboradores externos do HM, e acabou por ser mais complexa do que se imaginava.

Em muito o novo protótipo de GEduc se diferencia do protótipo criado para a *performance* de 2014, pois naquela ocasião não havia a demanda de se criar um dispositivo modular e portátil, mas apenas capaz de transmitir via ondas de rádio FM. Assim, estas considerações finais apontam para o fato de que algumas das ideias propostas no início do projeto não puderam ser concretizadas no tempo desta pesquisa. Ao mesmo tempo, algumas das possibilidades planejadas inicialmente foram desenvolvidas logo no início do projeto e estão funcionais desde então no protótipo, permitindo a confirmação de parte da hipótese inicial.

A primeira versão da GR com RPi estava baseada no RPi 1, e sua programação foi relativamente fácil, pois na época só estava disponível o código para essa versão, em função de então o RPi 2 ainda ser novidade, tinha sido recém lançado. Também não havia a proposta de estrutura modular, nem portátil. Os instrumentos que integraram aquela *performance* (baixo elétrico, guitarra elétrica e teclado) foram conectados a um mixer tradicional de 12 canais, cuja saída de áudio foi conectada a uma placa externa de áudio (via cabo P10-P10) e esta, por sua vez conectada a um *notebook* via USB. O áudio saía do *notebook* via *streaming* por uma rede interna da Associação Cultural Vila Flores (espaço onde a *performance* ocorreu), e entrava no RPi 1 via cabo de rede conectado a um roteador *wi-fi*. A partir daí o RPi transmitia o áudio via ondas de rádio FM pela antena conectada ao pino 7 do GPIO, como ilustra a Figura 7.

A atual versão do dispositivo de transmissão se baseia também no RPi 1, porém, houve uma tentativa frustrada de utilizar o RPi 2 em função da maior potência de processamento, o que não foi possível devido a uma incompatibilidade de código, já mencionada anteriormente e detalhada a seguir. Além disso, a atual versão conta com a bateria que garante autonomia de transmissão portátil por pelo menos três horas ininterruptas. O *design* atual pode ser considerado compacto e modular, ainda que não se tenha alcançado a finalização do desenho e a fabricação digital dos cases desenhados especificamente para o protótipo.

Como relatado no Apêndice A, que descreve o relato do programador que colaborou com a pesquisa, houve dificuldade na tentativa de adequar para o RPi 2 o código originalmente apropriado para realizar a transmissão de áudio via FM no RPi 1, devido às diferenças na arquitetura das duas placas. Essa dificuldade ocasionou, devido ao pouco tempo que se tinha em relação ao cronograma da pesquisa, a decisão de retomar o RPi 1, pois já se sabia que naquele dispositivo o código funcionaria perfeitamente. E assim aconteceu: na semana seguinte o protótipo estava funcional. Ainda sobre a prototipação do dispositivo, houve outra questão que atrasou o andamento, descrita no Apêndice B: a fonte de alimentação, ou bateria, precisava ter uma amperagem mínima para alimentar todo o sistema, incluindo a placa de áudio externa, conectada ao RPi 1 por umas das portas USB.

Durante os testes preliminares, tanto no espaço do HM, quanto em situações informais com estudantes no campus Osório do IFRS, detectou-se um fator que poderia ser determinante para o sucesso ou não de testes e demonstrações com a GEduc: o fato de muitas pessoas usarem *smartphones* do modelo *iPhone*, do fabricante *Apple*. Tal modelo não dispõe de um aplicativo receptor de FM. Em diversas situações esse fator limitou o número de pessoas presentes que poderiam acessar a transmissão. Sobre a qualidade da transmissão, especificamente, ainda há alguns pontos a serem aperfeiçoados.

O alcance da transmissão hoje está em cerca de quinze metros de raio, ou seja, atinge uma área de em torno de trinta metros de diâmetro ao redor do transmissor. O áudio oriundo dessa transmissão na época da qualificação estava com volume baixo e com muito ruído, ou seja, se o ambiente fosse ruidoso e dependendo do tipo de fone de ouvido que se usasse, quase não era possível escutar a transmissão. No site Estêvão da Fontoura Portfolio Online³³, é possível ouvir um exemplo da qualidade da transmissão.

As questões metodológicas envolvidas com a aplicação do protótipo, onde foi feita a coleta de dados a partir de uma abordagem mista, seguiram os paradigmas qualitativo e crítico, com triangulação de metodologias, sendo elas questionário e entrevista semi-estruturada. Havia a intenção de realizar também o registro em vídeo, para posterior análise, mas devido aos problemas técnicos ocorridos no dia dos testes, como a baixa potência do sinal transmitido, problema que demandou grande atenção e esforço para ser resolvido, inviabilizaram a realização a gravação. Inicialmente houve dificuldade em distinguir as duas questões metodológicas presentes na pesquisa: (1) a metodologia de desenvolvimento do protótipo, guiada pelo livro *Design de Interação: além da interação humano-computador*, das autoras Rogers, Sharp e Preece e (2) a metodologia da pesquisa, que foi bastante apoiada no livro “*Métodos e técnicas de pesquisa social*”, (GIL, 2008). A partir das considerações da banca de qualificação, houve uma compreensão da separação dos dois diferentes contextos metodológicos, o que proporcionou uma melhor estrutura a todo o trabalho.

Na discussão acerca das informações obtidas a partir da coleta de dados, durante os testes em situação real de uso, os dados foram articulados às teorias que embasam essa pesquisa, principalmente a histórico-cultural de Vigotski, por propor que a inteligência se desenvolve a partir da interação com o outro e que nessa relação surge a possibilidade do desenvolvimento, a iminência. Os testes evidenciaram que a GEduc tem grande potencial para minimizar as barreiras comunicacionais impostas pela DV,

³³Disponível em <<http://www.esteवादafontoura.com/gambiarr-dio>> Acesso em: 14.04.2017.

realizando a mediação entre a informação visual contida em materiais audiovisuais, inacessível inicialmente, possibilitando o aumento do número de atividades que os/as estudantes com deficiência podem realizar de forma síncrona com seus colegas videntes. Realizando as atividades de forma síncrona, amplia-se a possibilidade de interação, aumentando-se as chances de surgimento de intersubjetividades e a formação da ZDI. O dispositivo foi validado enquanto promotor da inclusão e como TA.

Como afirmou uma professora de Libras do Campus Osório do IFRS, ao presenciar uma demonstração feita para os participantes do Projeto de Ensino Oficina Inclusiva³⁴, GEduc “é uma ferramenta acessível e necessária no contexto escolar, onde poderá auxiliar em muitas tarefas possibilitando autonomia e independência das pessoas com DV e lhes oportunizará um ambiente escolar mais inclusivo” (Apêndice G).

Para validar a presente pesquisa é preciso analisá-la dividida em duas partes: a técnica e a educacional. Para que a GEduc possa realizar o que se propõe na hipótese, é preciso, primeiro, que ela seja capaz de realizar a transmissão de áudio via ondas de rádio FM e, segundo, a partir da transmissão da AD, promover a inclusão. A parte técnica, onde foi desenvolvido o protótipo, foi bem sucedida e na banca de qualificação já foi possível fazer uma demonstração de como GEduc seria aplicada em situação real de uso. Apesar da aparência precária, a função de transmitir áudio via ondas de rádio FM foi executada, inicialmente com baixo volume e com muitos ruídos, algo que foi resolvido durante os testes em sala de aula, porém, para isso, abdicando-se de outras duas importantes características propostas no design projetado, de ser portátil e móvel. A parte educacional foi a mais complexa, pois demanda articulação entre planejamento e ação, num primeiro momento, e teoria e prática, no segundo. Embora a amostra seja pequena o GEduc pode ser considerado uma TA, que pode ser utilizada na promoção da inclusão.

Algumas fragilidades da pesquisa foram elencadas ao longo da dissertação, em geral elas apontam para perspectivas futuras, horizontes que ainda podem ser explorados para que GEduc deixe de ser um experimento e um protótipo e se torne um produto. Não se buscou aqui uma lógica industrial ou comercial, não houve o objetivo de registrar patente ou buscar o lucro, mas sim o desenvolvimento de um dispositivo democrático, livre, de fácil construção, a partir da lógica do *Do It Yourself* e movimento *Maker*, e de baixo custo.

³⁴“O projeto nasceu devido a uma demanda que surgiu no início do ano de 2017 com o ingresso de dois alunos surdos nos cursos superiores de Análise e Desenvolvimento de Sistemas e de Tecnologia em Processos Gerenciais. A proposta era debater, informar acerca da inclusão das pessoas com deficiência nos âmbitos sociais, e ainda oferecer o ensino da Libras - Língua Brasileira de Sinais. Os encontros ocorriam semanalmente e alternávamos entre o ensino da Libras e as discussões relacionadas aos temas de inclusão.” (Apêndice K)

Com a conclusão dessa dissertação pode-se afirmar que são quatro as perspectivas futuras mais latentes: (1) Publicação de Manual Técnico; (2) Criação de um repositório online para material audiovisual audiodescrito, para compartilhamento dos materiais criados pela comunidade de usuários da GEduc; (3) Aprimoramento do design, com a realização dos cases modulares; (4) Melhoramento do código, estabelecendo sincronia automática entre vídeo e audiodescrição. Além do protótipo, documentado aqui, será publicado após a defesa da pesquisa um manual técnico, que na cultura *Maker* se chama *Cheat Sheet* (folha de dicas, em tradução livre), contendo o passo-a-passo para se construir uma GEduc, além do compartilhamento no *Github* das melhorias feitas no código original. O aprimoramento do design modular, com a fabricação digital dos cases modulares, planejados e não operacionalizados por esta pesquisa devido a sua importância secundária, necessita ainda de um estudo mais aprofundado das possibilidades de conexões entre o RPi e os demais aparelhos, verificando aquilo que pode ser conectado via GPIO. Até aqui as conexões foram em geral via portas USB, porém isso gera limitações, pois o RPi 1 só possui duas entradas USB. E, por último, o melhoramento do código, que se pensou, pode programar o RPi para ler os arquivos do cartão de memória, onde está instalado também seu sistema operacional Raspbian. Através da disponibilização de uma pasta com os arquivos de vídeo e audiodescrição, separados, e o programa enviaria o sinal de vídeo com o áudio normal do vídeo pela saída HDMI e a audiodescrição pelo PiFM, ou seja, pelas ondas de rádio FM.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. C. S. R. O. D. **Fundamentos de Apoio Educacional**. Porto Alegre: Penso, 2014.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Teórico-Prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.

BERSCH, R. **Introdução à TA**. Porto Alegre: [s.n.], 2008. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf>. Acesso em: 22/02/2017.

BEY, H. **Zona autônoma temporária**. [S.l.]: Conrad, 2001.

BOUFLEUR, R. N. **A questão da gambiarra: formas alternativas de desenvolver artefatos e suas relações com o design de produtos**. 2006. Dissertação (Mestrado) — FAU-USP, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16134/tde-24042007-150223/>>.

BRASIL. **Lei n 9.394 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília: [s.n.], 1996. Diário Oficial da União. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 22/02/2017.

BRASIL. **Lei n 13.146 de 06 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Brasília: [s.n.], 2015. Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm>. Acesso em: 06.02.2017.

BURTET, Cecilia Gerhardt. Os saberes desenvolvidos nas práticas em um hackerspace de Porto Alegre. 2014. Dissertação de mestrado, Programa de Pós- Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

CONDE, ANTÔNIO JOÃO MENESCAL. Definição de cegueira e baixa visão. **Instituto Benjamin Constant - <http://www.ibc.gov.br/>**, Rio de Janeiro.

COUTINHO, C. P. Aspectos metodológicos da investigação em tecnologia educativa em Portugal (1985-2000). **Colóquio da Secção portuguesa da Association Francophone Internationale de Recherche Scientifique em Education, 14 – “Para um balanço da investigação em educação de 1960 a 2005: teorias e práticas: actas do Colóquio da AFIRSE”**, Lisboa, Portugal, fevereiro 2006. Universidade de Lisboa. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6497>>. Acesso em: 14/04/2017.

EDWARDS, C. Not-so-humble RPi gets big ideas. **Engineering & Technology**, v. 8, n. 3, p. 30 – 33, 2013. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6495436/>>.

ESTABEL, L. B.; MORO, E. L. D. S.; SANTAROSA, L. M. C. A inclusão social e digital de pessoas com limitação visual e o uso das tecnologias de informação e de comunicação na produção de páginas para a Internet. **Ciência da Informação**, Brasília,

v. 35, n. 1, p. 94 – 101, jan./abr. 2006. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1156/1319>>. Acesso em: 14/04/2017.

FNDE. Computador Interativo e Lousa Digital (Projeto Proinfo). Portal de Compras, 2012. Disponível em <<http://www.fnde.gov.br/portaldecompras/index.php/produtos/computador-interativo-projetor>> Acesso em 27/03/2019.

FREIRE, R. G. G. **Design de um Dispositivo Portátil de Avaliação da Locomoção Humana**. 2008. Tese (Doutorado) — Universidade do Porto, Porto, Portugal, Universidade do Porto.

FREITAS, LB DE L. AND PAULON, S. M. AND PINHO, G. S. Documento subsidiário política de inclusão. Ministério da Educação, Brasília, 2005. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/docsubsidiariopoliticadeinclusao.pdf>>. Acesso em: 08/03/2017.

GALVÃO FILHO, Teófilo Alves. **A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios**. Revista entreideias: educação, cultura e sociedade, v. 2, n. 1, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Atlas S.A., 2008. Disponível em: <<https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf>>. Acesso em: 14/04/2017.

IBGE. 6,2% da população têm algum tipo de deficiência. Governo do Brasil, Cidadania e Justiça, 2015. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2015/08/6-2-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia>> Acesso em 27.03.2019.

JARDIM, A. C. **Depoimento de estudante [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <estevao.haeser@osorio.ifrs.edu.br> em 09 jul 2018**.

LESCHER, A.; ET.AL. **7a. Bienal do Mercosul: Grito e escuta**. Porto Alegre: FBAVM, 2009. (7). Catálogo.

LIBÂNEO, J. **Adeus professor, adeus professora?: novas exigências educacionais e profissão docente**. 4. ed. [S.l.]: São Paulo: Cortez, 2000.

LIMA, F. J. de. Introdução aos estudos do roteiro para áudio-descrição: sugestões para a construção de um script anotado. **Revista Brasileira de Tradução Visual**, v. 7, n. 7, 2011. Disponível em: <<http://www.associadosdainclusao.com.br/enades2016/sites/all/themes/berry/documentos/08-introducao-ao-estudo-do-roteiro.pdf>>.

LIMA, F. J. et al. D. **Arte, educação e inclusão: orientações para áudio-descrição em museus**. 2013.

LUDKE, Menga; MARLI, E. D. A. André. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. 2. Ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2017.

MALHÃO, R. da S. Práticas desviantes: da gambiarra a desobediência tecnológica, quebrando a sociológica do capital. In: ANAIS DA V REACT, 2015, Porto Alegre. **V**

REUNIÃO DE ANTROPOLOGIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA. Porto Alegre, 2015. p. 1-25.

MEC. **Declaração de Salamanca.** Disponível em:

<<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>>. Acesso em 24 Set. 2015.

MEDEIROS, M. Transmissão Sonora Digital: modelos radiofônicos e não radiofônicos na comunicação contemporânea. **Ciberlegenda - UFF**, Rio de Janeiro, n. 21, p. 1 – 17, 2009. Disponível em:

<<http://www.ciberlegenda.uff.br/index.php/revista/article/view/15/16>>. Acesso em: 14/04/2017.

MONK, S. Movimento, luz e som com Arduino e Raspberry Pi. São Paulo: Novatec, 2016.

NERI, M. C. **Mapa da inclusão digital.** Rio de Janeiro: FGV, 2012.

NUERNBERG, A. H. CONTRIBUIÇÕES DE VIGOTSKI PARA A EDUCAÇÃO DE PESSOAS COM DV. **Psicologia em Estudo**, v. 13, n. 2, p. 307 – 316, abril/junho 2008.

OBICI, G. L. **Gambiarra e experimentalismo sonoro.** 2014. Tese (Doutorado) — Escola de Comunicações e Artes - Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27157/tde-30102014-153449/pt-br.php>>. Acesso em 22.02.17.

OLIVEIRA, L. M. B. et al. Cartilha do Censo 2010: pessoas com deficiência. Brasília, 2012. SDH-PR/SNPD. Disponível em: <[cartilha-censo-2010-pessoas-com-deficiencia-reduzido.pdf](#)>. Acesso em: 22.02.17.

PACHECO, K. M. D. B.; ALVES, V. L. R. A história da deficiência, da marginalização inclusão social: uma mudança de paradigma. In: **Acta fisiátrica.** São Paulo: [s.n.], 2007. v. 14 (4), p. 242 – 248. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/actafisiatrica/article/download/102875/101168>>.

PIMENTA, M. S. et al. Música Ubíqua: Suporte para atividades musicais em dispositivos móveis. **ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS, Campus Porto Alegre**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 61 – 74, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/ScientiaTec/article/view/1469>>.

PIRES, E. G. A experiência audiovisual nos espaços educativos: possíveis interseções entre educação e comunicação. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 1, p. 281 – 295, 2010.

PRESTES, Zoia. A sociologia da infância e a teoria histórico-cultural: algumas considerações. **Revista de Educação Pública**, v. 22, n. 49/1, p. 295-304, 2013.

ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. **Design de Interação:** Além da interação humano-computador. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. Tradução de Isabela Gasparini.

SANTOS, W. R. dos. Pessoas com deficiência: nossa maior minoria. **Physis**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 501 – 519, 2008.

SILVA, Adryano Max Escorcio da; SÁ, Eveline; TEIXEIRA, Jeane. Especificando objeto de aprendizagem para raspberry pi usando design instrucional. Anais temporários do LACLO 2015, v. 10, n. 1, p. 252, 2015. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/teste/article/viewFile/5806/4096>>. Acesso em: 22/02/2017.

SILVA, Flávia Calheiros da. Estratégias utilizadas por professores da escola regular no processo de ensino-aprendizagem de crianças com DV. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Psicologia. Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Maceió, 2015.

SONZA, Andrea Poletto et al. Projeto de Acessibilidade Virtual no IFRS. Viver IFRS, v. 2, n. 2, p. 12-17, 2015.

TEIXEIRA, A. C. **Inclusão digital**: novas perspectivas para a informática educativa. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. Disponível em: <<http://cienciaparaeducacao.org/eng/publicacao/teixeira-adriano-canabarro-inclusao-digital-novas-perspectivas-para-a-informatica-educativa-1-ed-ijuir-edutora-unijui-2010-v-1-151p/>>. Acesso em: 14/04/2017.

TESTA, F.; HAESER, E. da F. Escola Caseira de Invenções: a invenção de um laboratório de educação, liberdades e utopias. 2.º Congresso da Rede Ibero Americana de Educação Artística/26.º Encontro Nacional da Associação de Professores de Expressão e Comunicação Visual, 2015, Guimarães. Artes, Comunidade e Educação. In: 989-20., A. de Professores de Expressão e Comunicação Visual - nº (Ed.). **Atas do 2.º Congresso da Rede Ibero Americana de Educação Artística/26.º Encontro Nacional da Associação de Professores de Expressão e Comunicação Visual - Artes, Comunidade e Educação**. Porto: APECV, 2015. p. 70 – 76. Disponível em: <<http://www.apecv.pt/atividades/atasapecv26.pdf>>. Acesso em: 14/04/2017.

TYSCA, Deise do Amaral. **A audiodescrição de Imagens em ambiente virtual de aprendizagem: Promovendo a inclusão de pessoas com deficiência visual na EAD através da ferramenta Descrimagem**. 2018. Dissertação de mestrado, Mestrado Profissional em Informática na Educação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, 2018.

ULBRICHT, T. V. e V. V. V. R. **Ambiente virtual de aprendizagem inclusivo**. Florianópolis: Pandion, 2011. ISBN 978-85-60946-61-7. Disponível em: <<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/bitstream/123456789/711/3/Audiodescriçãocomotecnologiaassistivaparaoacessoaoconhecimentopor pessoascegas.pdf>>.

VASCONCELOS, M. T. A. de M. **O design compacto**: critérios de design para uma vida em mudança. 2009. Dissertação (Mestrado) — Escola de Artes e Design de Matosinhos - Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto, Porto, Portugal. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10216/58716>>. Acesso em: 14/04/2017.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WING, D.; MEYERS, E. Easy as Pi: Designing a library program to support computational thinking in preteens. **BCLA Browser: Linking the Library Landscape**, v. 6, n. 3, 2014.

APÊNDICE A

PROGRAMAÇÃO DO RASPBERRY PI PARA QUE ESTE EXECUTE A FUNÇÃO DE TRANSMISSÃO FM - 09.10.2016

“O código original do projeto é baseado num tutorial da Imperial College Robotics Society³⁵ e a versão mais atual se chama 'pifm' e pode ser encontrada no *github* (<https://github.com/rm-hull/pifm>) (licença GPL). O programa se utiliza do pino 4 GPIO do Raspberry Pi como um transmissor FM ao modular os samples de áudio de um arquivo WAV e redirecionar o sinal para o mesmo fazendo o uso de PWM (pulse-width-modulation, ou em português, modulação por largura de pulso) na frequência desejada e desta maneira criando uma rádio local com um raio aproximado de 10 a 100 metros (sem e com uma antena, respectivamente). De acordo com os testes realizados a transmissão funciona melhor com frequências entre 85 e 120MHz.

É importante notar que, por diferenças arquiteturais do Raspberry Pi 1 para as versões posteriores, há diferentes métodos de acesso ao controlador DMA³⁶, assim existem diferentes versões do código. A que garante a melhor qualidade funciona perfeitamente apenas no RPi 1 e seria necessário um grande trabalho para adaptar este código para outras placas mais atuais.

Como o objetivo da Gambiarrádio é a transmissão de material ao vivo, além de apenas conteúdo pré-gravado, o programa também é usado em conjunto com o software 'arecord' para obter samples diretamente de uma placa de áudio USB que esteja conectada no Raspberry Pi. Foram testadas transmissões de áudio em 11Khz, 22khz e 44khz que são resoluções geralmente suportadas pela maioria das placas de áudio USB. Por preocupações iniciais com a falta de processamento do Raspberry o projeto usou transmissões em 11khz mono, mas a versão final consegue fazer 22khz estéreo sem problemas.

O resultado final é uma versão customizada do 'pifm' que se inicializa automaticamente durante o processo de boot do Raspberry Pi e transmite os 2 canais da placa de áudio USB para frequência escolhida, neste caso 87.9Mhz.”

Fonte: Lucas Zawacki, Programador, Membro do Matehackers Hackerspace

Relação Das Linhas De Comando Com Sua Devida Contextualização Dentro Do Processo De Programação:

Atualizar sistema operacional

```
sudo apt - get update
```

Instalar ffmpeg

```
sudo apt - get      install libav - tools
```

Configurar a placa de som

Dentro do arquivo ~/.asoundrc trocar o 0 por 1

Rodando com audio ao vivo Dentro da pasta do pifm

```
arecord -c2 -f S16 _LE -r 11025      - twav -D default | sudo ./a.out - 87.9
```

##Rodando com um arquivo gravado do audio ao vivo

Gravar o arquivo

³⁵ Disponível em

<http://www.icrobotics.co.uk/wiki/index.php/Turning_the_Raspberry_Pi_Into_an_FM_Transmitter> Acesso em 09.10.2016.

³⁶ O controlador DMA é um processador extra ao principal que permite enfileirar dados para serem escritos no disco ou numa saída, nesse caso o GPIO, e o faz sem ocupar o processador principal.

```
Arecord -c2-f S16_LE -r 11025 -twav -D default test.wav
```

Transmitir o arquivo salvo
sudo ./a.out test.wav 87.9

APÊNDICE B
RELATÓRIO TÉCNICO DOS TESTES NO MATEHACKERS HACKERSPACE -
02.10.2016.
PROBLEMAS COM A FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Ao ligar a placa de som externa no Raspberry Pi 2 para realizar uma transmissão a partir dela, o RP2 se desligava/reiniciava imediatamente e nem chegava a carregar a placa de som externa (LED do aparelho nem chegava a acender), o que nos fez suspeitar de algum problema na alimentação de energia. O carregador (fonte) que estava sendo usado era de um celular LG e fornecia 5.1 V(Volts) com 0,7 A (Amperes). Ao testar uma fonte apropriada (que veio em um dos kits de Raspberry Pi 3 disponíveis no Matehackers Hackerspace) que fornece 5,0 V com 2,0 A, obteve-se sucesso em fazer a placa externa de áudio ligar (o LED indicativo acendeu) sem que o RP2 se desligasse, ou seja de forma estável, permitindo, assim, foi possível prosseguir para a próxima etapa: programar o RP2 para transmitir áudio em ondas de FM a partir da placa USB externa. A programação para transmitir áudio em ondas FM a partir do RP2 já foi feita, seguindo o tutorial fornecido pela IMPERIAL COLLEGE ROBOTICS SOCIETY (ICRS)³⁷, porém, até aqui só se conseguiu transmitir um arquivo gravado no formato wav que já estava salvo no cartão de memória (flash memory) do RP2, que não possui memória (HD) interna.

³⁷ Disponível em <http://www.icrobotics.co.uk/wiki/index.php/Turning_the_Raspberry_Pi_Into_an_FM_Transmitter> Acesso em: 02.10.2016.

APÊNDICE C

RELATO DE PROFESSORA DO CAMPUS OSÓRIO, DO CURSO TÉCNICO EM GUIA DE TURISMO DO CAMPUS OSÓRIO DO IFRS - 10.04.2017.

O equipamento foi utilizado em uma visita técnica do Curso Técnico em Guia de Turismo do IFRS - Campus Osório, no dia 10 de abril de 2017. Nesta visita, foram 8 pessoas em dois veículos. Ocorre que o guia local que conduziria o Roteiro iria em um dos dois carros, o outro ficaria sem a presença do guia e, portanto, sem explicação.

Desta forma, seria necessário um duplo trabalho do guia: tudo o que ele falasse em um dos carros deveria ser explicado, novamente, no outro veículo durante o retorno.

A utilização do equipamento Gambiarrádio nos foi apresentada como uma alternativa muito interessante, uma vez que este retrabalho do guia local não precisaria ser feito. O equipamento permitiria a transmissão instantânea de toda as informações ao outro veículo.

Durante a visita, utilizamos este recurso. Na primeira tentativa não obtivemos sucesso porque o volume ficou extremamente baixo, inaudível. Tentamos novamente, desta vez no outro veículo. O volume do rádio foi colocado no máximo e, desta vez, conseguimos escutar a explicação da guia local que estava no outro veículo. Ocorre que a fala ficou suprimida pelo chiado no rádio que, mesmo com o equipamento para fora do veículo, não cessou.

Percebemos que o equipamento pode ser de grande importância para utilização em guiamentos, basta que se elimine de alguma forma o chiado na transmissão.

APÊNDICE D
QUESTIONÁRIOS APLICADOS AOS CURTAS DE ANIMAÇÃO “IMAGINE UMA MENINA COM CABELO DE BRASIL” E “PERFEITO”

Abaixo é possível encontrar o formulário que foi aplicado após os estudantes assistirem o curta "Imagine uma menina com cabelos de Brasil"

Questões sobre o curta de animação *Uma menina com cabelo de Brasil*

Indicação de data e hora		Correção	Gabarito
Nome			
E-mail			
01.	No vídeo que assistimos, "a menina com cabelos de Brasil", qual a motivação da menina em relação aos cabelos?		Mudar os cabelos para ser aceita no grupo e todas as variáveis que levem a essa resposta.
02.	Pode-se afirmar que o que motiva a menina com cabelos de Brasil em relação ao seu cabelo e penteado motiva as demais colegas?		Não
03.	Baseado no vídeo apresentado pode-se dizer que a motivação da menina com cabelos de Brasil é algo:		Interno e externo
04.	No vídeo percebe-se que a menina com cabelos de Brasil gostaria de ter os cabelos diferentes, podemos classificar essa precisão como:		Desejo
05.	De acordo com a Pirâmide de Maslow qual (ais) necessidade (s) a menina com cabelos de Brasil queria satisfazer?		Sociais e de estima
06.	Que tipo de animação é esse? (Menina com cabelos de Brasil)		Tradicional, 2D.
07.	Qual das alternativas abaixo melhor representa a forma do cabelo da personagem protagonista do vídeo?		Mapa
08.	Qual é a forma do espelho que aparece no início da animação?		Oval
09.	Qual é a cor do cabelo da personagem protagonista?		Azul
10.	Como percebe-se que as personagens tem diferentes nacionalidades?		Pelo mapa que dá forma ao cabelo.
11.	O que diferencia os cabelos das personagens além da forma?		a cor
12.	O que a menina Brasil come na hora do lanche?		Banana
13.	Considerando que um vídeo é uma linguagem de comunicação audiovisual, o que este vídeo comunicou à você? (Menina com cabelos de Brasil)		(Resposta subjetiva)

Abaixo é possível encontrar o formulário que foi aplicado após os estudantes assistirem o curta "Perfeito".

Questões sobre o curta de animação *Perfeito*

		Correção	Gabarito
01.	Baseado no vídeo que assistimos "Perfeito", pode-se afirmar que a motivação para o boneco é algo:		interno e externo
02.	De acordo com a Pirâmide de Maslow qual (ais) necessidade (s) o boneco do vídeo "Perfeito" queria satisfazer?		Sociais
03.	Pode-se afirmar que o boneco do vídeo foi motivado pela necessidade de ter uma companhia?		Sim
04.	No momento em que o boneco olha para o rosto da boneca que ele esculpiu na madeira, mede as feições e começa a martelar novamente ele foi motivado por:		Um desejo
05.	Que tipo de animação é esse? (Perfeito)		Modelagem Digital, 3D.
06.	Qual das alternativas abaixo melhor representa a forma do corpo do personagem do vídeo?		Alongado
07.	De que material é feito o corpo do personagem?		Madeira
08.	Qual é a cor do fundo do cenário?		Branco
09.	Que ação o personagem realiza durante o vídeo?		Esculpir
10.	Que forma surge após o personagem realizar a ação?		Figura feminina
11.	O que acontece com a base sobre a qual o personagem está pisando quando ele bate várias vezes com muita força?		Aos poucos se desmancha.
12.	Considerando que um vídeo é uma linguagem de comunicação audiovisual, o que este vídeo comunicou à você? (Perfeito)		(Resposta subjetiva)

APÊNDICE E**TABULAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS COM OS QUESTIONÁRIOS DO APÊNDICE D**

Abaixo, encontra-se uma tabela contendo o número de acertos de cada estudante participante do teste em situação real de uso, bem como a média de acertos da turma e o número de acertos da estudante com deficiência visual.

Tabela 1 – Acertos dos estudantes na aplicação dos questionários

		Número de acertos no questionário sobre a animação "A menina com cabelos de Brasil" (13 questões)	Número de acertos no questionário sobre a animação "Perfeito" (12 questões)
01.	Estudante 01	13	11
02.	Estudante 02	11	11
03.	Estudante 03	10	11
04.	Estudante 04	10	10
05.	Estudante 05	13	10
06.	Estudante 06	12	9
07.	Estudante 07	6	9
08.	Estudante 08	12	11
09.	Estudante 09	12	10
10.	Estudante 10	12	10
11.	Estudante 11	12	10
12.	Estudante 12	11	10
13.	Estudante 13	12	9
14.	Estudante 14	12	8
15.	Estudante 15	11	10
16.	Estudante 16	11	10
17.	Estudante 17	12	10
18.	Estudante 18	13	10
19.	Estudante 19	12	12
Média de acertos da turma (excluindo a estudante com deficiência visual)		11,42105263	10,05263158
20.	Estudante 20 (PcDV)	12	10

APÊNDICE F

QUESTIONÁRIO FASE 1 DA COLETA DE DADOS (SONDAGEM)

Para estruturar as questões que compuseram o questionário da fase 1 da coleta de dados utilizou-se uma versão adaptada da escala de classificação Likert. As escalas Likert se baseiam na identificação de um conjunto de afirmações que representam uma faixa de opiniões possíveis” (ROGERS, Yvonne et al., 2013, p. 241). Optou-se por fazer uma adaptação, onde utiliza-se um conjunto de perguntas com respostas objetivas e as alternativas são escalonadas.

Do objetivo traçado acima e tendo identificado os participantes da coleta, propõe-se as questões abaixo para a criação de um questionário a ser enviado por e-mail para ser respondido e devolvido por professores e estudantes.

Professores:

Ao ministrar sua disciplina, quanto da sua didática inclui a utilização de audiovisual (vídeo e/ou imagem)?

- muito (mais de 50% das vezes)
 não muito (mais de 30% das vezes) pouco (menos de 30% das vezes)
 quase nunca (menos de 10% das vezes) nunca (zero)
 não sei ou prefiro não responder

Você já teve em alguma das turmas com as quais trabalhou ou trabalha a presença de estudantes com deficiência visual?

- sim, tive. sim, tenho. ainda não tive e não tenho.

Tendo um ou mais estudantes com deficiência visual em sua sala de aula, você tem o hábito de preparar materiais específicos para estes estudantes?

- sim não ainda não tive nunca tinha pensado nisso

Você conhece o recurso da audiodescrição?

- sim não

Você já apresentou em aula algum vídeo ou imagem com audiodescrição para seus estudantes?

- sim não

Caso já tenha apresentado, quantas vezes o seu material audiovisual continha o recurso da audiodescrição?

- muito (mais de 50% das vezes)
 não muito (mais de 30% das vezes) pouco (menos de 30% das vezes) nunca (menos de 10% das vezes) não sei ou prefiro não responder

Quantas vezes, aproximadamente, você sentiu que sua didática falhou em relação ao estudante com deficiência visual, dificultando sua aprendizagem?

- muito (mais de 50% das vezes)
 não muito (mais de 30% das vezes) pouco (menos de 30% das vezes) nada (menos de 10% das vezes)
 não sei ou prefiro não responder

Se houvesse uma tecnologia capaz de transmitir a audiodescrição apenas para o estudante com deficiência, para que este pudesse acompanhar o audiovisual junto com o restante da turma, você teria interesse em testá-la?

- sim não talvez, preciso saber mais a respeito.

Quando utiliza recursos audiovisuais em aula, quais dos aparelhos abaixo você costuma ter à sua disposição?

- Notebook/Laptop (computador pessoal portátil)

- Desktop (computador fixo)
- Tablet
- Smartphone
- Projetor multimídia
- Tela/monitor
- Aparelho de som/microsystem

Como você classificaria a sua habilidade em lidar com dispositivos tecnológicos (computador, smartphone, tablet, projetor multimídia)?

- Alta (costumo usar no dia-a-dia)
- Média (uso com alguma dificuldade)
- Baixa (não costumo usar, apenas o estritamente necessário)
- Nula (não uso tecnologia)

Das características listadas abaixo, marque as que vocês considera fundamentais para um dispositivo tecnológico educacional.

- portátil (sem fio conectado em tomada)
- leve
- compacto
- multifuncional
- fácil de usar
- robusto/resistente
- automático

Estudantes com deficiência visual:

Nas aulas em geral, quanto a deficiência visual interfere na sua compreensão dos assuntos abordados por professores e professoras?

- muito (mais de 50% das vezes)
- não muito (mais de 30% das vezes)
- pouco (menos de 30% das vezes)
- nada (menos de 10% das vezes)
- não sei ou prefiro não responder

Que você se lembre, em geral, quanto as professoras e professores costumam usar imagens e/ou vídeos nas aulas?

- muito (mais de 50% das vezes)
- não muito (mais de 30% das vezes)
- pouco (menos de 30% das vezes)
- quase nunca (menos de 10% das vezes)
- nunca (zero)
- não sei ou prefiro não responder

Quantas vezes as professoras e professores usaram audiovisual (vídeo ou imagem) em sala de aula no último mês?

- muito (mais de 50% das vezes)
- não muito (mais de 30% das vezes)
- pouco (menos de 30% das vezes)
- quase nunca (menos de 10% das vezes)
- nunca (zero)
- não sei ou prefiro não responder

Você conhece o recurso da audiodescrição?

- sim não

Quantas destas vezes o material audiovisual utilizado possuía o recurso da audiodescrição?

- muito (mais de 50% das vezes)

- não muito (mais de 30% das vezes) pouco (menos de 30% das vezes)
- quase nunca (menos de 10% das vezes)
- nunca (zero)
- não sei ou prefiro não responder

Você acredita que se houvesse o recurso da audiodescrição nas aulas baseadas em material audiovisual a sua compreensão dos assuntos trabalhados seria melhorada?

- sim, com certeza.
- talvez, não tenho certeza.
- não.
- não sei ou prefiro não responder.

Se houvesse uma tecnologia capaz de transmitir a audiodescrição apenas para o estudante com deficiência visual, para que este pudesse acompanhar o audiovisual junto com o restante da turma, você teria interesse em testá-la?

- sim não talvez, preciso saber mais a respeito.

Como você classificaria a sua habilidade em lidar com dispositivos tecnológicos (computador, smartphone, tablet, projetor multimídia)?

- Alta (costumo usar no dia-a-dia)
- Média (uso com alguma dificuldade)
- Baixa (não costumo usar, apenas o estritamente necessário)
- Nula (não uso tecnologia)

Você já usou algum recurso de acessibilidade em sala de aula?

- Sim
- Não

Caso já tenha usado, qual/quais foi/foram?

APÊNDICE G

ENTREVISTA FEITA POR E-MAIL COM A PROFESSORA COORDENADORA DO NAPNE DO CAMPUS OSÓRIO À ÉPOCA DA COLETA DE DADOS.

1. Ao tomar contato com o protótipo Gambiarrádio Educacional e a possibilidade de usá-lo como tecnologia assistiva na promoção da inclusão de estudantes com deficiência visual, você acredita que o dispositivo pode de fato ser útil? Justifique.
Sim, pois esta tecnologia assistiva dá autonomia ao deficiente visual.
2. Como foi a reação dos estudantes ao assistirem a demonstração do funcionamento da Gambiarrádio Educacional?
Todos adoraram e ficaram surpresos com o potencial da ferramenta, onde tiveram percepções diferentes do que realizam no seu cotidiano.
3. Os estudantes da sua turma já conheciam a audiodescrição?
Alguns sim, outros tiveram a primeira experiência através do Gambiarrádio, o que lhe trouxe grande experiência e novas oportunidades de perceber o mundo e o outro a sua volta.
4. Na sua experiência como docente, já viu algo parecido com a Gambiarrádio Educacional, ou seja, um dispositivo tecnológico que transmite audiodescrição de forma acessível (democrática)?
Não, conheço nenhuma ferramenta com estas características.
Acredito que esta ferramenta deva ser divulgada e acessível a mais pessoas deficientes visuais.
5. A partir da demonstração da utilização da Gambiarrádio Educacional você acha que seria possível que professores a utilizassem em sala de aula?
Certamente, pois é uma ferramenta acessível e necessária no contexto escolar, onde poderá auxiliar em muitas tarefas possibilitando autonomia e independência das pessoas com deficiência visual e lhes oportunizará um ambiente escolar mais inclusivo.

APÊNDICE H

DADOS EXTRAÍDOS NA FASE 1 DA COLETA DE DADOS

Figura 12 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 1, estudante

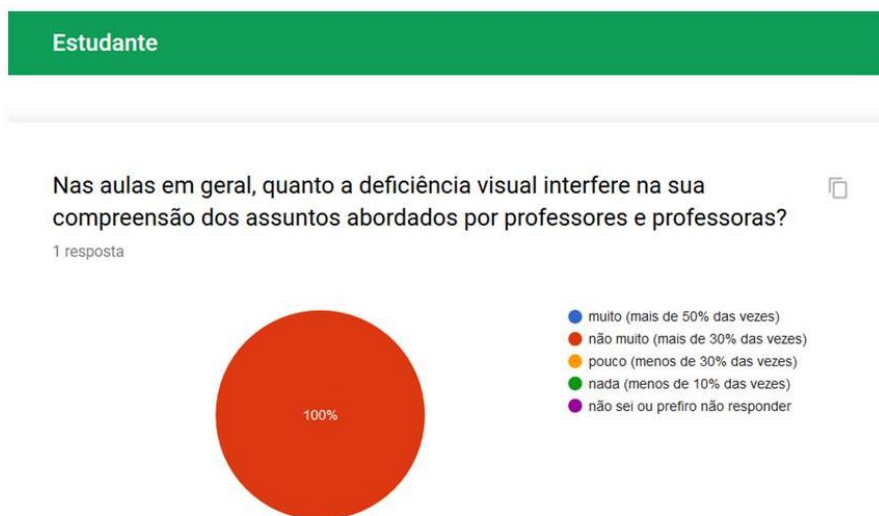


Figura 13 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 2, estudante

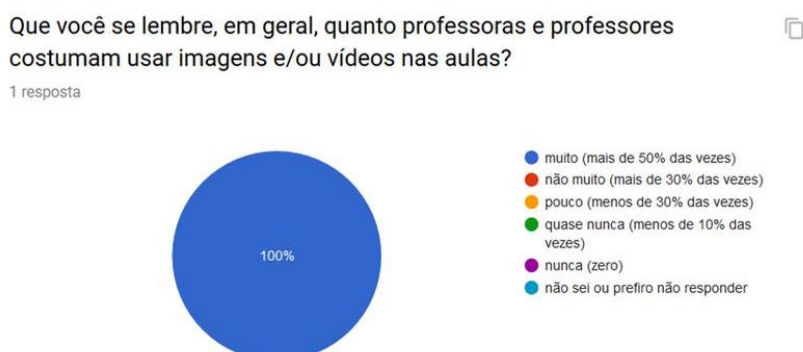


Figura 14 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 3, estudante



Figura 15 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 4, estudante

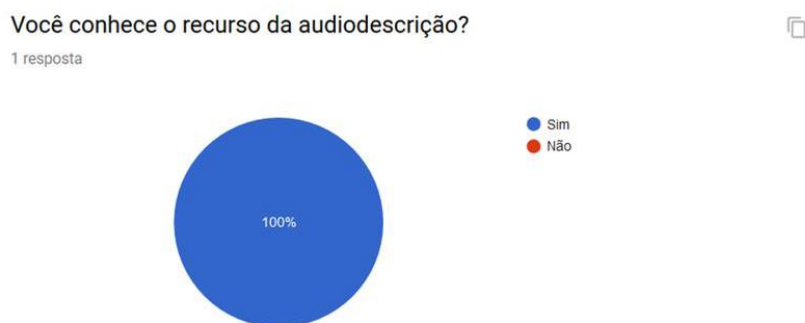


Figura 16 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 5, estudante



Figura 17 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 6, estudante

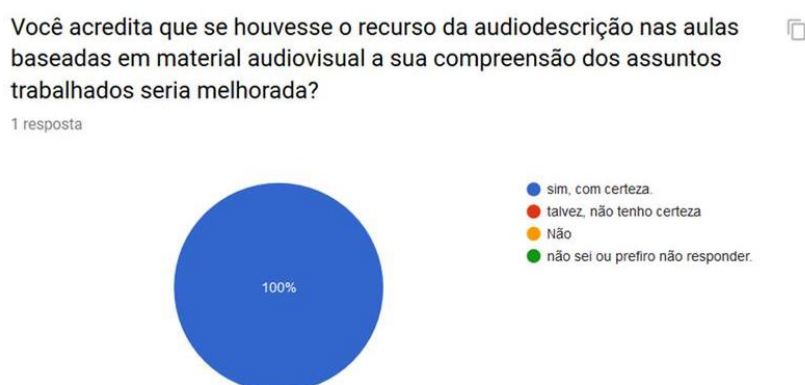


Figura 18 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 7, estudante

Se houvesse uma tecnologia capaz de transmitir a audiodescrição apenas para o estudante com deficiência visual, para que este pudesse acompanhar o audiovisual junto com o restante da turma, você teria interesse em testá-la?

1 resposta

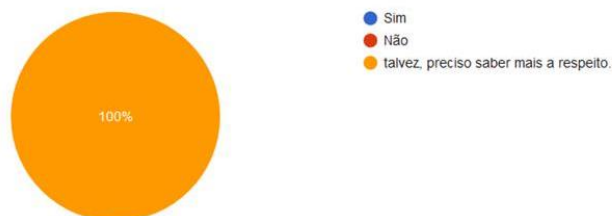


Figura 19 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 8, estudante

Como você classificaria a sua habilidade em lidar com dispositivos tecnológicos (computador, smartphone, tablet, projetor multimídia)?

1 resposta

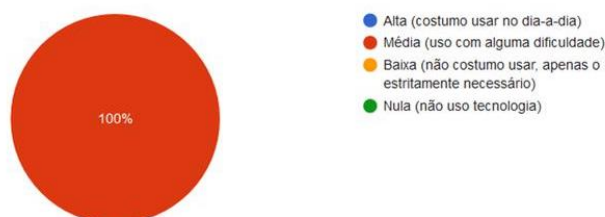


Figura 20 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 9, estudante

Você já usou algum recurso de acessibilidade em sala de aula?

1 resposta



Figura 21 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 10, estudante

Caso já tenha usado, qual/quais foi/foram?

1 resposta

Lupas, régua ampliadora

Figura 22 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 1, professores

Professoras e professores

Ao ministrar sua disciplina, quanto da sua didática inclui a utilização de audiovisual (vídeo e/ou imagem)?

25 respostas



Figura 23 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 2, professores

Você já teve em alguma das turmas com as quais trabalhou ou trabalha a presença de estudantes com deficiência visual?

25 respostas

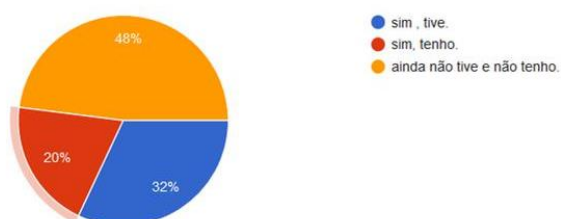


Figura 24 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 3, professores

Tendo um ou mais estudantes com deficiência visual em sua sala de aula, você tem o hábito de preparar materiais específicos para estes estudantes?

25 respostas

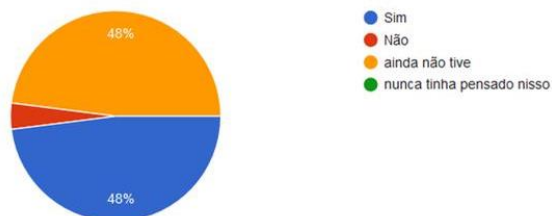


Figura 25 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 4, professores

Você conhece o recurso da audiodescrição?

25 respostas

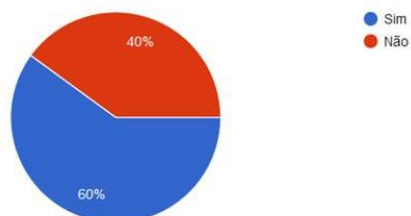


Figura 26 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 5, professores

Você já apresentou em aula algum vídeo ou imagem com audiodescrição para seus estudantes?

25 respostas

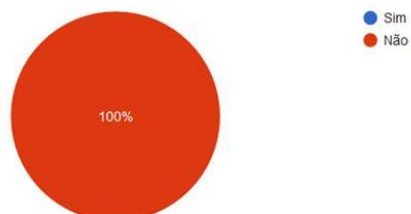


Figura 27 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 6, professores

Caso já tenha apresentado, quantas vezes o seu material audiovisual continha o recurso da audiodescrição?

25 respostas

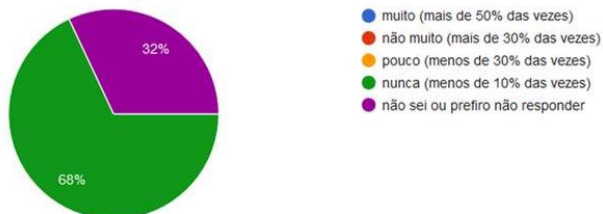


Figura 28 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 7, professores

Quantas vezes, aproximadamente, você sentiu que sua didática falhou em relação ao estudante com deficiência visual, dificultando sua aprendizagem?

25 respostas

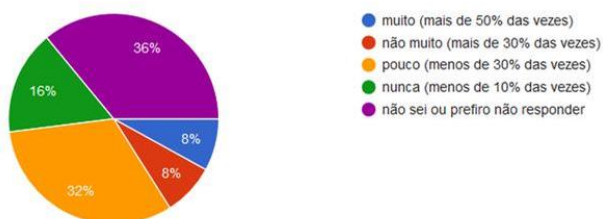


Figura 29 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 8, professores

Se houvesse uma tecnologia capaz de transmitir a audiodescrição apenas para o estudante com deficiência visual, para que este pudesse acompanhar o audiovisual junto com o restante da turma, você teria interesse em testá-la?

25 respostas

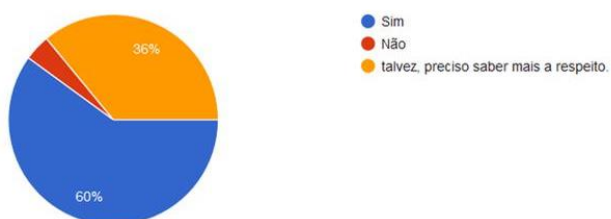


Figura 30 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 9, professores

Quando utiliza recursos audiovisuais em aula, quais dos aparelhos abaixo você costuma ter à sua disposição?

25 respostas

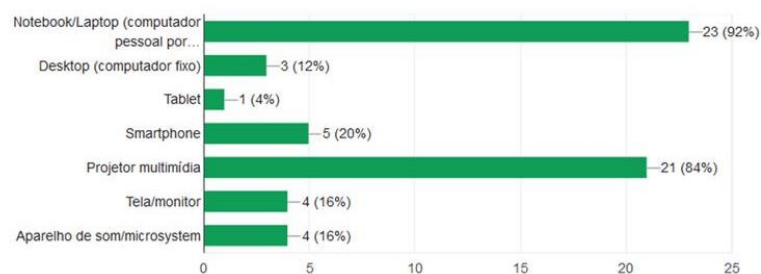


Figura 31 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 10, professores

Como você classificaria a sua habilidade em lidar com dispositivos tecnológicos (computador, smartphone, tablet, projetor multimídia)?

25 respostas

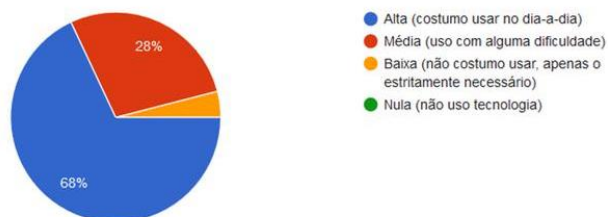
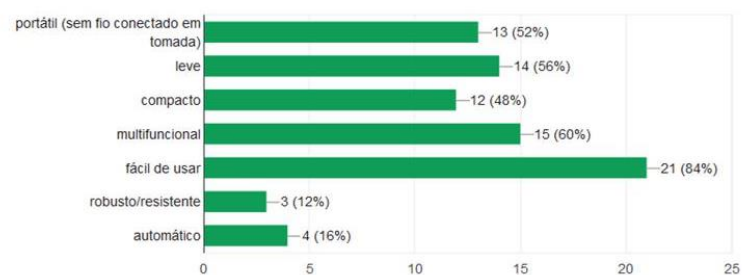


Figura 32 – Relatório da coleta de dados (Sondagem) - Pergunta 11, professores

Das características listadas abaixo, marque as que vocês considera fundamentais para um dispositivo tecnológico educacional.

25 respostas



APÊNDICE I
EXEMPLOS DE SISTEMAS DE RETORNO SEM FIO,
FABRICADOS INDUSTRIALMENTE E COMERCIALIZADOS EM LOJAS DE ÁUDIO
PROFISSIONAL, CONTENDO ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.

Monitor Retorno Sem Fio In Ear TSI CIE6 U

Figura 33 – Imagem do Monitor Retorno Sem Fio In Ear TSI CIE6 U



Especificações:

Transmissor:

- Frequência de trabalho: 614-806 MHz
- Número de Canais: 6
- Fonte de alimentação: DC 12V / 300mA
- Potência de transmissão: 10dBm =
- Consumo de corrente: 80mA \pm 10mA

Receptor:

- Frequência de trabalho: 614-806 MHz
- Número de Canais: 6
- Alimentação: DC 3V (pilhas AA)
- Consumo de Corrente: 50mA \pm 20mA
- Relação Sinal/Ruído: >50dB
- Sensibilidade: sinal/ruído 12dB 3UV
- Resposta de Frequência: 30Hz - 18Hz
- Separação Stereo: > 50dB

Psm300/Se215

O Psm 300 Sistema De Monitoramento Estéreo Personalizado Oferece Áudio Digital Definido De 24 Bits E Liberdade Sem Fio Confiável Para Todos Os Cantos Do Palco. Compressão E Expansão De Referência De Áudio Patenteadas Garantem Som Mais Claro, Ruído Ultra-Baixo E Sem Artefatos. Cobertura Sem Fio Confiável Para Um Alcance Acima De 300 Pés (90 M) Elimina Interrupções. O Psm 300 Da Shure É Fácil De Configurar E Operar, O Sistema Psm 300 Possibilita A Varredura E Sincronização De Frequência Com Um Toque, Para Busca E Atribuição De Canal Sem Fio Limpo. Ajuste O Volume E Use A Tecnologia Mixmode® Ou O Modo Estéreo Para Criar Uma Combinação Personalizada De Dois Canais De Áudio.

Figura 34 – Imagem do Psm300se215 - Ponto Eletrônico S/ Fio C/ Fone In-Ear Psm 300 Se215 – Shure



Características Psm300/Se215

Transmissor P3tbr-K12

Canal Único, Transmissor De Meio Rack Com Conjunto De Suporte De Rack.

Envia A Combinação Estéreo Ou Mono Sem Fio Para Os Artistas No Palco.

Conexão Sem Fio Sólida Para Receptores Psm 300 Para Um Alcance Acima De 300 Pés (90 M).

Sincronização Ir Em Um Toque Conecta Instantaneamente O Transmissor Ao Receptor.

Até 30 Mw De Potência De Saída (Dependendo Da Região).
24mhz De Faixa De Sintonização (Dependendo Da Região).
Conectores De Saída E Entradas Balanceadas Em Conectores Trs ¼ (6.3 Mm).
Tela Lcd De Alto Contraste Com Medidores De Saídas De Áudio, Esquerda E Direita.
Antena Destacável De ¼ De Onda.
Nível De Linha Ou Auxiliar Seleccionável.

Receptor P3r-K12

Traz Bolsa Com Zíper E Duas Pilhas Aa.

Estrutura Fina, Leve E Durável.

Varredura De Frequência E Sincronização Ir Facilitam A Busca E Atribuição De Canal Limpo.

A Tecnologia Mixmode Permite O Ajuste De Dois Níveis De Combinação De Monitoramento Independentes.

O Modo Estéreo Permite O Ajuste Do Balanço Esquerdo E Direito.

Botão De Volume E Controle De Mix Fáceis De Ajustar.

2 Pilhas Tipo Aa Oferecem Até 6 Horas De Uso Contínuo.

O Modo De Economia De Energia Preserva A Vida Da Bateria, Para Quando O Fone De Ouvido Não Estiver Conectado.

Led De Ligado E Desligado E Da Carga Da Bateria.

Fone De Ouvido Se215

Tipo: Intra-Auricular.

Driver: Microdriver Dinâmico.

Faixa De Frequência: 22hz A 17,5khz.

Impedância: 20o.

Sensibilidade: 107db.

Isolamento: Até 37db.

Conector: Miniplugue Estéreo Banhado A Ouro De 3,5mm.

Comprimento Do Cabo: 1,6m.

APÊNDICE J

DEPOIMENTO DA ESTUDANTE COM DEFICIÊNCIA VISUAL QUE PARTICIPOU DOS TESTES EM SITUAÇÃO REAL DE USO (ENVIADO AO AUTOR DA PESQUISA POR E-MAIL)

Desde o dia que me procurastes para contar sobre a Gambiarradio, fiquei bastante interessada e empolgada. Durante toda a minha vida académica (atualmente curso o 3º ano do Ensino Médio), nunca ninguém havia me procurado e proposto algo que me auxiliasse de tal forma. O dia em que o professor fez o teste com a minha turma, foi bem interessante. Quando foi transmitido o vídeo, acredito que todos os meus colegas conseguiram enxergar nitidamente todos os detalhes das imagens, mas eu tive bastante dificuldade em identificar formas, detalhes mais sutis, entretanto a transmissão simultânea com a áudio descrição me ajudou bastante nesse sentido, consegui compreender muito mais o que estava acontecendo, do que se eu estivesse apenas me utilizando da visão. Um exemplo, são as formas dos cabelos das personagens em forma de mapa dos países, eu só consegui me dar conta, devido a áudio descrição (e isso era bastante importante para compreender o vídeo como um todo).

Fiquei tão empolgada com a ideia, que contei para a orientadora do projeto da qual eu era bolsista, e te convidamos para apresentar em um de nossos encontros. Assim como eu, os alunos se interessaram bastante. Alguns eram da área da informática e se inspiraram para novas ideias. Um senhor com baixa visão e que não recebe tanta assistência nesse sentido por parte dos professores, se sentiu bastante contente, por alguém estar pensando em uma tecnologia assistiva que o auxilie nas aulas.

A ideia é inovadora e necessária. É preciso atender as necessidades específicas com urgência dentro das escolas, a fim de garantir a permanência destes alunos.

APÊNDICE K

PROJETO OFICINA INCLUSIVA

Esse apêndice apresenta uma breve descrição sobre o projeto de ensino “oficina inclusiva”, onde houve uma demonstração do protótipo de GEDUC - informação fornecida pela estudante com deficiência visual que participou da coleta de dados da presente pesquisa, bolsista do projeto.

O projeto nasceu devido a uma demanda que surgiu no início do ano de 2017 com o ingresso de dois alunos surdos nos cursos superiores de Análise e Desenvolvimento de Sistemas e de Tecnologia em Processos Gerenciais. A proposta era debater, informar acerca da inclusão das pessoas com deficiência nos âmbitos sociais, e ainda oferecer o ensino da Libras - Língua Brasileira de Sinais. Os encontros ocorriam semanalmente e alternávamos entre o ensino da Libras e as discussões relacionadas aos temas de inclusão. Tua participação se encaixa neste último, e contribuiu de forma bastante positiva. Um dos participantes tinha baixa visão e ficou bastante entusiasmado com a ideia e por ter alguém pensando em uma ferramenta que pudesse auxiliá-lo.

APENDICE L

TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA FEITA COM A PROFESSORA QUE PARTICIPOU DOS TESTES EM SITUAÇÃO REAL DE USO.

PESQUISADOR - Ao tomar contato com protótipo GEduc e a possibilidade de usá-lo como tecnologia assistiva na promoção da inclusão de estudantes com deficiência visual, você acredita que GEduc pode ser útil?

PROFESSORA - Sim acredito, que sim. Ele é um instrumento, na realidade uma ferramenta, que auxilia neste processo de transcrever, digamos, o que é visual para aqueles que precisam dessa transcrição. No caso de alunos com deficiência visual acredito que sim, que é útil nesse sentido.

PESQUISADOR - Enquanto professora, qual é a tua experiência com AD?

PROFESSORA - Enquanto professora essa experiência é mínima. Enquanto pesquisadora sim, tem a diferença da pesquisa, mas enquanto professor e aluno com deficiência visual mesmo eu tive só com baixa visão, mesmo aqui no Campus, "né", a "Estudante com DV 1" e a "Estudante com DV 2", e fora daqui nunca tive alunos com deficiência visual que eu tivesse sido a professora. Então realmente minha experiência, o contato com AD é mais no âmbito da pesquisa e da aplicação na pesquisa e também, claro, com a mãe e o pai³⁸, quando eu fazia a descrição de forma informal, "né", nem sabia que o significado de AD, tava descrevendo as coisas que eles não viam.

PESQUISADOR - Como foi a reação dos estudantes ao participarem do teste e conhecer o funcionamento da GEduc?

PROFESSORA - Eu tive uma percepção positiva eu acho que eles gostaram bastante. Assim, na turma, especificamente, tinha "Estudante com DV 1". Ela se mostrou bem interessada, querendo participar da pesquisa, da aplicação dos testes. Os demais eu notei que eles ficaram bem curiosos em relação aquilo. Quando eu passei o primeiro vídeo, que não tinha, descrição era só ali, eles olharam normal. Depois ficaram curiosos de poder visualizar o que tava sendo transmitido de uma outra forma. Mesmo enxergando e tendo a visão, acho que eles deram outro sentido, tanto que eles questionaram quanto a isso, "né", deram um outro sentido para as imagens, "né", que as que simplesmente passavam e não tinha AD. Enquanto com a "Estudante com DV 1" ficou muito mais claro, mais nítido. Ela conseguiu compreender o que tava passando de forma mais nítida.

³⁸ Pai e mãe da professora são Pessoa com Deficiência Visual.

PESQUISADOR – Os estudantes da sua turma já conheciam a AD?

PROFESSORA - Eles conheciam informalmente, só porque eu tinha comentado com eles sobre minha pesquisa. Então eles só conheciam o que eu tinha comentado, “né”, dos meus estudos e tinha comentado em relação aos meus pais, que têm deficiência visual, que a gente conhece os princípios superficialmente, sabe como é, como deve ser feita uma AD não, só superficialmente.

PESQUISADOR - Na tua experiência como docente já viste algo parecido com a GEduc, ou seja, um dispositivo tecnológico para transmitir AD de forma acessível?

PROFESSORA – Não, como na proposta da GEduc não. A gente tem dispositivos mais focados para internet, para computador, tipo leitor de tela. Mas da forma como é a GEduc, com rádio não, até porque não é rádio em forma de áudio né transmitir áudio não necessariamente precisa ter um computador preciso de alguma coisa de onde vai sair a AD mas não precisa ter algo relacionado com computador, parece que atende um número maior de pessoas que têm DV porque nem todas as pessoas que têm DV tem acesso à internet, ao computador e Informática ou às vezes até não tem interesse. Isso pode ser um empecilho. Tem uma senhora que apesar de fazer curso de informática, ela achava muito chato aquilo tudo, não tinha interesse para usar aquilo, “né”, as ferramentas disponíveis. Para ela aquilo era uma obrigação. Então acho que a GEduc atende um número maior de pessoas com deficiência visual, é isso que eu sinto, sabe?

PESQUISADOR – É, GEduc usa uma tecnologia antiga que é a transmissão FM, então todo mundo tá acostumado com essa tecnologia, “né”.

PROFESSORA – Exato!

PESQUISADOR – Tu achas que o fato de ser pela transmissão FM, da pessoa poder acessar pelo aplicativo do celular, ajuda a democratizar a ferramenta?

PROFESSORA – Sim, com certeza, torna muito mais fácil acesso.

PESQUISADOR – Quando a gente começou a publicar sobre a pesquisa, ainda na fase de projeto, muitos avaliadores de eventos chamaram atenção: “por que tu usa essa tecnologia antiga e não usa *Bluetooth*?” É porque daí começa a limitar, quanto mais tu vai trazendo para uma tecnologia mais atual, mais tu limita quem usa, “né”? E quanto mais antiga... Qualquer pessoa sabe ligar um rádio. GEduc tem uma possibilidade de ser Universal muito maior do que uma tecnologia mais especificam, como o *Bluetooth*, “né”?

PROFESSORA – Concordo plenamente. Por exemplo, a minha mãe é interessada por informática, mas eu tenho amigos que não tem esse interesse profundo pela área da informática, então um aplicativo pelo celular, pelo rádio, é muito mais prático.

PESQUISADOR – A partir da demonstração da GEduc você acha que seria possível que professores a utilizassem em sala de aula?

PROFESSORA – acredito que sim porque ela é mais simples, “né”, não é tão complexa, não precisa de muitos artefatos para poder colocar ela em prática. Acredito que sim teria que ter um trabalho, talvez, no sentido de conscientização da importância da utilização disso, para poder dar acesso também. Acredito que sim, ela não é muito difícil de ser utilizada, o que atrapalha é que teria que ter esse trabalho de conscientização, “né”, da comunidade.