



**ERICKINSON
BEZERRA DE LIMA**

**PARA ALÉM DO VISÍVEL: O USO DE UMA
FERRAMENTA TECNOLÓGICA COMO SUPORTE AO
ENSINO DA REGÊNCIA PARA PESSOAS COM
DEFICIÊNCIA VISUAL**



**ERICKINSON
BEZERRA DE LIMA**

**PARA ALÉM DO VISÍVEL: O USO DE UMA
FERRAMENTA TECNOLÓGICA COMO SUPORTE AO
ENSINO DA REGÊNCIA PARA PESSOAS COM
DEFICIÊNCIA VISUAL**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Música, realizada sob a orientação científica da Doutora Helena Maria da Silva Santana, Professora Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Doutor Nelson Fernando Pacheco da Rocha
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

Doutor André Luiz Muniz Oliveira
Professor Titular da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Doutora Daniela da Costa Coimbra
Professora Adjunta do Instituto Politécnico do Porto

Doutor Luís Filipe Barbosa Loureiro Pipa
Professor Auxiliar da Universidade do Minho

Doutor António Manuel Chagas Rosa
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutora Helena Maria da Silva Santana
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (Orientadora)

agradecimentos

À minha mãe e irmãs.

A todos os professores que contribuíram de forma significativa para a conclusão deste trabalho.

À minha orientadora Prof^a Helena Santana por todo o prestimoso apoio e dedicação acadêmica, sem o qual não teria sido possível a realização desta tese.

A todos os membros do SEMBRAIN da UFRN e as coordenadoras: prof^a Catarina Shin e Elizabeth Kanzaki, que colaboraram de forma efetiva para a estruturação do protótipo resultante desta pesquisa.

Ao apoio acadêmico de Alba Shin.

Ao professor Pedro Bem-Haja do Departamento de Psicologia da Universidade de Aveiro, pela atenção acadêmica.

À prestimosa colaboração da equipe do Laboratório de Automação e Robótica da UFRN, que possibilitou a tangibilidade do *Maestro v0.1*.

Ao professor André Muniz por todo o ensinamento de vida.

À Graziely por toda a compreensão e paciência e por todo o apoio incondicional.

Ao Irmão que a música me deu, Klênio Barros e a sua esposa Juliana Lobo, por todo o apoio durante os anos de estudo no mestrado e doutoramento em música na UA.

À Renata Mota por toda a ajuda nesta investigação.

Ao professor Gabriel Gagliano pela atenção acadêmica dada a esta tese.

Agradeço imensamente a todos que contribuíram de forma direta e indireta ao desenvolvimento e conclusão desta etapa da vida acadêmica.

palavras-chave

Regência e Deficiência visual, Regência e Tecnologia, Pedagogia da Regência, Tecnologia e Deficiência visual, *Maestro v0.1*.

resumo

Na música de concerto o regente conduz e unifica as intenções interpretativas ao ensemble executante. Para a efetivação dessa atividade, evoca um manancial de gestos e expressões fisionômicas concretizadas através do corpo que reflete sua conduta técnica e artística. Seja uma orquestra, coro, banda ou qualquer outra estruturação de ensemble a ser dirigido, é a ação corpórea do regente que exprime o necessário aos intérpretes, para que a obra soe coesa e coerente. Reger um ensemble por meio dos gestos regenciais — compreende-se, nestas linhas, que gestos regenciais não estão resumidos aos padrões de marcação de compassos, incluem a expressividade físico-corpórea: as diversas conformações musculares da face, olhares e demais estados ou movimentos do semblante e do corpo — sempre foi um campo de estudo abalizado pela visualidade. Essa visão conduz à pseudo conclusão de que ao regente cego fosse impossível, pois um cego não seria, assim, capaz de reproduzir com precisão movimentos técnicos, uma vez que inexistem as possibilidades físicas de mapear com os olhos seus movimentos. Porém, o percurso delineado nesta investigação evidencia que essa incredibilidade, tem por base, o desconhecimento dos meios e competências, para lidar com a concretização do processo de ensino e construção performativa de alunos cegos.

Como ver-se-á, o tentame de dirimir esses fatores, culminou no desenvolvimento de uma ferramenta tecnológica denominada de *Maestro v0.1*. Objetiva-se, com esse recurso de suporte ao ensino-aprendizagem da regência, proporcionar autonomia e independência ao estudo técnico-performativo, analisando a prática e transmitindo um feedback corretivo no intuito de potencializar as habilidades de aprendizado de alunos com deficiência visual. A construção do protótipo ocorreu através da parceria realizada com o Laboratório de Automação e Robótica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). As funcionalidades foram programadas e corroboradas suas exequibilidades, com viés metodológico centrado no usuário, através de testes de usabilidade realizados com alunos deficientes visuais oriundos do Setor de Musicografia Braille e Apoio à Inclusão (SEMBRAIN), da Escola de Música da UFRN.

Após a realização da análise e interpretação dos dados obtidos nesses testes, foi possível visualizar que *Maestro v0.1* conduz uma perceptividade consciente da construção técnico-gestual da regência. Consequentemente, alcançando não somente o objetivo inicial, mas se constituindo como passo inicial ao aprimoramento metodológico de suporte a pedagogia da regência.

keywords

Conducting and Visual Impairment, Conducting and Technology, Conducting Pedagogy, Technology and Visual Impairment, *Maestro v0.1*.

abstract

In concert music the conductor conducts and unifies interpretive intentions of the ensemble. For the realization of this activity, it evokes a wealth of gestures and physiognomic expressions implemented through the body that reflects his technical and artistic conduct. Whether it is an orchestra, or a choir, or a band or any other ensemble structure to be directed, it is the conductor's bodily action that expresses what is needed by performers to make the work sound cohesive and coherent. Conduct an ensemble through the conducting gestures — It is understood from these lines that conducting gestures are not limited to measures marking, include the physical-corporeal expressiveness: the various muscular conformations of the face, glances and the others states or movements of the countenance and of the body — It was always been a field of study favored by visuality. This point of view leads to the pseudo conclusion that the blind conductors not existing, for a blind person would not be able to accurately reproduce technical movements, since there is no physical possibility of mapping his movements with the eyes. However, the course outlined in this investigation shows that this unbelief is based on the lack of knowledge about the means and competences to deal with the implementation of the teaching process and performative construction of blind students.

As will be seen, the attempt to settle these factors culminated in the development of a technological tool called *Maestro v0.1*. The objective of this resource is to support the teaching and learning of the conducting, to provide autonomy and independence to the technical-performative study, analyzing the practice and transmitting corrective feedback in order to enhance the learning skills of students with visual impairment. The prototype was built through a partnership with the “Laboratório de Automação e Robótica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)”. The functionalities were programmed, and their feasibility corroborated, with a user-centered methodological, through usability tests performed with visually impaired students from the “Setor de Musicografia Braille e Apoio à Inclusão (SEMBRAIN), da Escola de Música da UFRN”.

After the analysis and interpretation of the data obtained in these tests, it was possible to see that *Maestro v0.1* conducts a conscious perception of the technical-gestural construction of the conducting. Consequently, reaching not only the initial objective, but constituting as an initial step to the methodological improvement to support the pedagogy of conducting.

mots-clés

Régence et déficience visuelle, Régence et technologie, Pédagogie de Régence, Technologie et déficience visuelle, *Maestro v0.1*.

resumée

Dans la musique de concert, le chef d'orchestre dirige et unifie les intentions d'interprétation à l'ensemble performant. Pour la réalisation de cette activité, elle évoque une richesse de gestes et d'expressions physiologiques réalisés à travers le corps, reflétant sa conduite technique et artistique. Qu'il s'agisse d'un orchestre, d'une chorale, d'une fanfare ou de tout autre ensemble à diriger, c'est l'action corporelle du chef qui exprime ce dont les interprètes ont besoin pour donner à l'œuvre musicale un aspect cohérent et cohérent. Conduire un ensemble au moyen de gestes de régence - on comprend ici que les gestes de régence ne se résument pas à des motifs de marquage, incluent l'expressivité physique-corporelle: les diverses conformations musculaires du visage, des regards et d'autres états ou mouvements du visage et corps - il a toujours été un domaine d'étude privilégié par la visualité. Cette vue conduit à la pseudo conclusion selon laquelle le conducteur aveugle était impossible, car un aveugle ne serait pas en mesure de reproduire avec précision les mouvements techniques, car il n'existait aucune possibilité physique de cartographier ses mouvements avec ses yeux. Cependant, le cours présenté dans cette étude montre que cette incrédulité est basée sur le manque de connaissances sur les moyens et les compétences nécessaires pour gérer la mise en œuvre du processus d'enseignement et la construction performative des élèves aveugles. Comme on le verra, la tentative de résoudre ces facteurs a abouti à la mise au point d'un outil technologique appelé *Maestro v0.1*. L'objectif, avec cette ressource est de soutenir l'enseignement et l'apprentissage de la conduite, donner aux études technico-performatives une autonomie et une indépendance, analysant la pratique et en transmettant un feedback afin d'améliorer les compétences d'apprentissage des élèves malvoyants. Le prototype a été construit en partenariat avec le laboratoire d'automatisation et de robotique de l'Université Fédérale de Rio Grande do Norte (UFRN). Les fonctionnalités ont été programmées et corroborées ses possibilités, avec des biais méthodologiques centrés sur l'utilisateur, à travers des tests d'utilisabilité réalisés avec des étudiants malvoyants du Sector de Musicographie en Braille et Soutien à l'Inclusion (SEMBRAIN), de l'École de musique de l'UFRN. Après l'analyse et l'interprétation des données obtenues lors de ces tests, il a été possible de voir que *Maestro v0.1* effectue une perception consciente de la construction technico-gestuelle de la conduite. Par conséquent, atteindre non seulement l'objectif initial, mais constituer en tant que première étape de l'amélioration méthodologique pour soutenir la pédagogie de la conduite.

Índice

Índice de Exemplos	III
Índice de Gráficos	VI
Índice de Tabelas	VIII
<i>INTROÏTUS</i>	1
1. GÊNESIS: SOMOS TODOS (DE)EFICIENTES?	13
1.1. De frente para a realidade: a aplicabilidade das legislações no contexto de ensino.....	15
1.1.1 O que os professores de regência dizem?.....	21
1.1.2. Incluir e/ou integrar: eis o desafio.....	30
1.2 Equipe interdisciplinar: O SEMBRAIN.....	37
1.2.1 Ações do SEMBRAIN.....	38
1.2.2 Reflexões sobre as ações do SEMBRAIN em minhas aulas.....	39
1.3 A disciplina de regência.....	44
1.3.1 O aluno cego e sua resiliência acadêmica.....	45
1.3.2. Os procedimentos adotados.....	48
1.3.3 Recursos didáticos complementares para o ensino da regência.....	54
1.3.4 Fatos: exemplos de cegos atuantes ou que atuaram como regentes.....	59
1.4 Professores de regência e suas reflexões.....	62
2. ÊXODO: A SAÍDA DO LUGAR COMUM	69
2.1 O corpo que enxerga.....	71
2.2 Um percurso de interação tecnológica.....	82
2.3 A Tecnologia como recurso de esperança visual.....	85
2.4 Recursos tecnológicos no campo da regência.....	90
2.5 Um percurso de interação com o <i>Human Computer Interaction</i>	97
3. LEVÍTICO: A DESCRIÇÃO E A EDIFICAÇÃO DO MAESTRO V0.1	105
3.1 Descrição do projeto de desenvolvimento.....	107
3.1.1 Objetivos e detalhamento das funcionalidades.....	107
3.1.2 As etapas de construção.....	111
3.1.3 O cronograma de desenvolvimento.....	114
3.2 Desenvolvimento de <i>Software</i> de Processamento de Movimentos Captados via Sensoriamento Visual.....	115
3.2.1 A construção do <i>software</i>	116
3.3 Construção de Suporte Eletrônico para Saída de Estímulos Motores.....	127
3.3.1 A construção do <i>Hardware</i> (pulseira).....	129

3.4 Interface Gráfica do <i>Maestro v0.1</i>	141
3.5 A comunicação entre os componentes (<i>Software e Hardware</i>)	149
4. NÚMEROS: A EXPERIENCIAÇÃO COM O MAESTRO V0.1.....	157
4.1 O processo investigativo	159
4.2 Os participantes da investigação	159
4.3 O <i>feedback</i> auditivo	162
4.3.1 Estrutura do teste referente as características do <i>feedback</i> auditivo	163
4.3.2 Dados coletados sobre as características do <i>feedback</i> auditivo.	167
4.3.3 Análise e interpretação dos dados	168
4.4 O <i>Feedback</i> Háptico	181
4.4.1 Estrutura do teste referente as características do <i>feedback</i> háptico.	183
4.4.2 Dados coletados sobre as características do <i>feedback</i> háptico.	185
4.4.3 Análise e interpretação dos dados.	187
4.5 Análise sobre o uso dos <i>Feedbacks</i>	189
4.5.1 Estrutura do teste de averiguação corretiva dos <i>feedbacks</i>	189
4.5.2 Análise e interpretação dos dados.	191
4.6 Os gráficos gerados pelo <i>Maestro v0.1</i>	203
4.6.1 Análise e interpretação do gráfico técnico-gestual.....	204
4.7 A interação com <i>Maestro v0.1</i>	211
4.7.1 Dados sobre a interação com o sistema.....	211
5. DEUTERONÔMIO: A PERSPECTIVA FUTURA DO MAESTRO V0.1	216
5.1 Escopo de atualizações	218
5.1.1 A base tecnológica para novos recursos.....	219
5.2 Nova perspectiva de sensoriamto visual	221
5.3 Sensoriamto visual corpóreo para cantores e instrumentistas	223
CLAUDENDO DICTA: PRINCIPAIS CONCLUSÕES.....	228
REFERÊNCIAS	234
ANEXO A.....	251
ANEXO B.....	275
ANEXO C.....	282
ANEXO D.....	286
ANEXO E.....	291

Índice de exemplos

Exemplo 1: Linha temporal acerca das regulamentações sobre o direito a educação de pessoas com deficiência.	21
Exemplo 2: Setor de Musicografia Braille e Apoio à Inclusão (SEMBRAIN).	38
Exemplo 3: Etapas da CCE.	41
Exemplo 4: esquematização dos elementos de técnica base abordados com alunos deficientes visuais.	48
Exemplo 5: Prática espelhada - Geometria do compasso quaternário.	49
Exemplo 6: Prática espelhada invertida - Geometria do compasso binário.	50
Exemplo 7: Exercício para noção de espacialidade.	51
Exemplo 8: Exercício de independência motora	52
Exemplo 9: régua tátil de intervalos.	54
Exemplo 10: Representação das teclas usando sistema Braille	55
Exemplo 11: Estudo harmônico utilizando o brailito	55
Exemplo 12: Tábua de harmonia braille	56
Exemplo 13: Estruturação em alto-relevo de notação musical.	57
Exemplo 14: Excerto da 3ª Sinfonia (compassos: 07 ao 10) de L. V. Beethoven (1770-1827), em musicografia braille “compasso sobre compasso”.	58
Exemplo 15: voluntário realizando o experimento de Sadato (et al 2002).	77
Exemplo 16: MRI resultante do experimento de Sadato (et al 2002).	78
Exemplo 17: Olho de Dobelle.	88
Exemplo 18: Chip sob a retina.	89
Exemplo 19: Usuário utilizando o Micro computer-based Conducting System.	91
Exemplo 20: Digital Baton	92
Exemplo 21: Conductor 's Jacket.	93
Exemplo 22: Conductor Following with Artificial Neural Networks	94
Exemplo 23: Visualização do sistema - Conducting Gesture Recognition, Analysis and Performance System.	95
Exemplo 24: Estrutura do eWatch.	95
Exemplo 25: Estrutura do software de análise gráfica gestual.	96
Exemplo 26: Haptic Baton.	97
Exemplo 27: Linha temporal de evolução de dispositivos tecnológicos.	99
Exemplo 28: Exercício de independência motora dos braços	109
Exemplo 29: Etapas da estruturação de desenvolvimento em UCD.	111
Exemplo 30: Cronograma de atividades do plano de trabalho: Desenvolvimento de Software de Processamento de Movimentos Captados via Sensoriamento Visual.	115
Exemplo 31: Cronograma de atividades do plano de trabalho: Construção de Suporte Eletrônico para Saída de Estímulos Motores.	115
Exemplo 32: Playstation Move.	117
Exemplo 33: Exemplo de imagem alterada pelo filtro gaussiano.	118
Exemplo 34: Comparação dos domínios HSV e RGB.	119
Exemplo 35: Resultado do filtro in range.	120
Exemplo 36: Resultado dos algoritmos Erode e Dilate	120
Exemplo 37: Resultado do algoritmo <i>Hough Circles</i>	121

Exemplo 38: Representação de captura de pontos de um compasso	121
Exemplo 39: Resultante gráfica da captura de pontos do compasso binário	122
Exemplo 40: Rede neural genérica.	123
Exemplo 41: Rede Neural Auto Organizável.	124
Exemplo 42: Rede Neural Auto Organizável.	124
Exemplo 43: Teste GWR para redução de pontos da trajetória	125
Exemplo 44: Redução dos pontos da trajetória dos compassos binário, ternário e quaternário.	126
Exemplo 45: Microcontroladores Arduino (na imagem da esquerda), ESP8266 (Imagem da direita).....	129
Exemplo 46: Evidenciação do circuito utilizado.	132
Exemplo 47: Evidenciação do circuito utilizado em momento de teste.	132
Exemplo 48: Exemplo de Motor vibracall de tamanho reduzido.	133
Exemplo 49: (A) - Evidenciação do circuito utilizado com <i>Micro Motor Vibracall</i>	133
Exemplo 50: (B) - Evidenciação do circuito utilizado com Micro Motor Vibracall.	133
Exemplo 51: Módulo HG7881	134
Exemplo 52: Primeiro protótipo da pulseira.....	135
Exemplo 53: Protótipo final da pulseira.	136
Exemplo 54: Caixa plástica para acomodar o circuito (Versão 1).....	136
Exemplo 55: Placa controladora com tamanho reduzido.	137
Exemplo 56: Placa de circuito impresso.....	138
Exemplo 57: O circuito controlador da pulseira.	138
Exemplo 58: Baterias utilizadas no protótipo da pulseira do <i>Maestro 0.1</i>	139
Exemplo 59: Caixa plástica para acomodar o circuito (Versão 2).....	140
Exemplo 60: Protótipo final da pulseira do <i>Maestro 0.1</i>	140
Exemplo 61: Interface Gráfica <i>Maestro v0.1</i> – tela inicial.....	141
Exemplo 62: Interface Gráfica <i>Maestro v0.1</i> – em inglês.	142
Exemplo 63: <i>Maestro v0.1</i> – Funções: “Treino Livre” e “Treinar Compasso”.....	142
Exemplo 64: <i>Maestro v0.1</i> – Função: “Treino Livre” e salvar imagem e vídeo da prática gestual.....	143
Exemplo 65: <i>Maestro v0.1</i> – Função: “Treino Livre” habilitado.	144
Exemplo 66: <i>Maestro v0.1</i> – Função: “Treinar Compasso” – Seleção dos padrões de marcação de compasso.	144
Exemplo 67: <i>Maestro v0.1</i> – Função: “Treinar Compasso” habilitada.	145
Exemplo 68: <i>Maestro v0.1</i> – Função: “Treinar Compasso” habilitada.	145
Exemplo 69: <i>Maestro v0.1</i> – Selecionar <i>Feedback</i>	146
Exemplo 70: <i>Maestro v0.1</i> – Função: “Gerar Gráfico” e “Salvar Vídeo”.....	147
Exemplo 71: <i>Maestro v0.1</i> – Função: “Gerar Gráfico”. Dois gráficos do padrão geométrico do compasso quaternário gerados a partir da prática de dois alunos.....	147
Exemplo 72: <i>Maestro v0.1</i> – Função: “independência motora dos braços”.....	148
Exemplo 73: <i>Maestro v0.1</i> – Metrônomo.	148
Exemplo 74: Ações que descrevem a captura de movimento pelo <i>Maestro v0.1</i>	150
Exemplo 75: Ações que descrevem a atuação do <i>feedback</i>	150
Exemplo 76: Estrutura da esfera de acoplamento na batuta para impressão em 3D.	152
Exemplo 77: Estrutura esférica acoplada em uma batuta.	152

Exemplo 78: Usuário com o protótipo da pulseira e a batuta com os pontos de referência usados na normalização.	153
Exemplo 79: Limites da manipulação da frequência de 440Hz, utilizada no teste inicial do <i>feedback</i> auditivo.	164
Exemplo 80: Estrutura da Escala Likert utilizada para coletar dados sobre a exequibilidade do <i>feedback</i> auditivo.	164
Exemplo 81: Espectrograma referente ao VA exemplificando o áudio utilizado na prospecção dos dados.	165
Exemplo 82: Espectrograma referente ao VI , exemplificando o áudio utilizado na prospecção dos dados.	165
Exemplo 83: Espectrograma referente ao VP , exemplificando o áudio utilizado na prospecção dos dados.	166
Exemplo 84: Exemplo de possibilidade de direcionamento do <i>feedback</i> háptico da pulseira do <i>Maestro v0.1</i>	184
Exemplo 85: Estrutura da Escala Likert utilizada para coletar dados sobre a exequibilidade do <i>feedback</i> háptico proporcionado pela pulseira do <i>Maestro v0.1</i> -para os questionamentos 1, 2, 3 e 4.	185
Exemplo 86: Ilustrações das trajetórias utilizadas no teste.	190
Exemplo 87: Exemplo da obtenção do dado que possibilita realizar a comparação entre a execução com e sem o uso do <i>feedback</i>	191
Exemplo 88: Impressão em alto-relevo do gráfico da prática gestual com o <i>Maestro v0.1</i>	203
Exemplo 89: Gráfico do padrão de marcação do compasso quaternário - U19_AS	205
Exemplo 90: Gráfico do padrão de marcação do compasso quaternário – U15_AS	205
Exemplo 91: Gráfico do padrão de marcação do compasso quaternário – U07_AS	206
Exemplo 92: diluição temporal no alcance da organicidade dos movimentos em relação a alunos normovisuais.	210
Exemplo 93: Estrutura da Escala Likert utilizada sobre o questionamento 1, 2 e 3 de interação com o sistema.	211
Exemplo 94: Estrutura da Escala Likert utilizada sobre o questionamento 02 de interação com o sistema	211
Exemplo 95: Estrutura da Escala Likert referente a velocidade de resposta do sistema.	211
Exemplo 96: Reconhecimento da expressão facial com <i>Kinect</i>	221
Exemplo 97: Reconhecimento da expressão facial com Intel RealSense.	222
Exemplo 98: Leitura gestual em infravermelho com câmera 3D.	222
Exemplo 99: Leitura gestual em infravermelho com câmera 3D.	223
Exemplo 100: Delimitação de movimentação no palco.	224
Exemplo 101: Pontos de articulação detectados por uma câmera de profundidade 3D.	225
Exemplo 102: Possibilidade de correção postural em um instrumentista.	225

Índice de Gráficos

Gráfico 1: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Os cursos de música ofertados pela instituição onde você leciona já tiveram ou possuem alunos cegos?”	22
Gráfico 2: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Os alunos cegos que frequentaram a instituição chegaram a concluir a graduação ou pós-graduação em música?”	23
Gráfico 3: Número de pessoas com deficiência matriculadas na rede pública e privada de ensino.....	23
Gráfico 4: “Distribuição percentual da população de 15 anos ou mais de idade por pelo menos uma deficiência investigada e nível de instrução”	24
Gráfico 5: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Sabendo que as instituições de ensino superior brasileiras possuem diretrizes legislativas acerca da acessibilidade educacional que assegurarão: recursos educativos, métodos, técnicas e currículos para atender às necessidades educacionais especiais, os cursos de música ofertados pela sua instituição estão preparados para receber alunos com deficiência visual?	25
Gráfico 6: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Houve ou há alunos cegos cursando a disciplina de regência?”	27
Gráfico 7: estruturado a partir das respostas obtidas referente ao questionamento: “A disciplina de regência é ofertada na grade curricular da graduação em música (licenciatura e/ou bacharelado)?.....	27
Gráfico 8: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Supondo que você tivesse que ministrar aulas de regência e que na sua classe você tivesse um aluno invisual, estarias preparado para direcionar o conteúdo técnico e teórico da disciplina para ele?”. (Considerando 1 total despreparo e 5 para totalmente preparado).	36
Gráfico 9: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “De acordo com sua experiência docente é possível ensinar alunos cegos a reger?”. (Considerando 1 total discordância e 5 para total concordância).....	63
Gráfico 10: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Uma pessoa desprovida da visão estaria automaticamente impedida de reger um <i>ensemble</i> coral?”. (Considerando 1 total discordância e 5 para total concordância).....	65
Gráfico 11: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Uma pessoa desprovida da visão estaria automaticamente impedida de reger um <i>ensemble</i> instrumental?”. (Considerando 1 total discordância e 5 para total concordância).....	66
Gráfico 12: Gráfico contendo todas as respostas (1 a 25) na ordem coletada para o estímulo VA.	167
Gráfico 13: Gráfico contendo todas as respostas (1 a 25) na ordem coletada para o estímulo VI.....	167
Gráfico 14: Gráfico contendo todas as respostas (1 a 25) na ordem coletada para o estímulo VP.....	168
Gráfico 15: Idades dos Participantes e suas respostas para a proposta VA.....	171
Gráfico 16: Idades dos Participantes e suas respostas para a proposta VA, com regressão linear.	171
Gráfico 17: Idades dos Participantes e suas respostas para a proposta VP.	172
Gráfico 18: Idades dos Participantes e suas respostas para a proposta VP, com regressão linear.	172

Gráfico 19: Tempo de deficiência dos participantes e suas respostas para a proposta VA ...	175
Gráfico 20: Tempo de deficiência dos participantes e suas respostas para a proposta VA , com regressão linear.	176
Gráfico 21: Tempo de Deficiência dos participantes e suas respostas para a proposta VP . .	177
Gráfico 22: Tempo de Deficiência dos participantes e suas respostas para a proposta VP , com regressão linear.	177
Gráfico 23: Tempo de Estudos Musicais dos participantes e suas respostas para a proposta VA	179
Gráfico 24: Tempo de Estudos Musicais dos participantes e suas respostas para a proposta VA , com regressão linear.	179
Gráfico 25: Tempo de Estudos Musicais dos participantes e suas respostas para a proposta VP	180
Gráfico 26: Tempo de Estudos Musicais dos participantes e suas respostas para a proposta VP , com regressão linear.....	181
Gráfico 27: Respostas coletadas sobre o VbE	186
Gráfico 28: Respostas coletadas sobre o VbP	186
Gráfico 29: Respostas coletadas sobre o VCon	187
Gráfico 30: Respostas coletadas sobre o VPul	187
Gráfico 31: Síntese percentual das respostas aos questionamentos sobre as características do feedback emitido pela pulseira do <i>Maestro v0.1</i>	188
Gráfico 32: <i>Feedback</i> háptico, dados de diluição do erro de trajetória do quadrado.	193
Gráfico 33: <i>Feedback</i> auditivo, dados de diluição do erro de trajetória do quadrado.....	193
Gráfico 34: <i>Feedback</i> háptico, dados de diluição do erro de trajetória do círculo.....	196
Gráfico 35: <i>Feedback</i> auditivo, dados de diluição do erro de trajetória do círculo.....	196
Gráfico 36: <i>Feedback</i> háptico, dados de diluição do erro de trajetória semi-hipérbole.	199
Gráfico 37: <i>Feedback</i> auditivo, dados de diluição do erro de trajetória semi-hipérbole.....	199
Gráfico 38: gráfico dos dados obtidos sobre o questionamento: “Houve dificuldade em compreender o <i>feedback</i> da pulseira?”	212
Gráfico 39: gráfico dos dados obtidos sobre o questionamento: “Houve dificuldade em compreender o <i>feedback</i> auditivo?”	212
Gráfico 40: gráfico dos dados obtidos sobre o questionamento: “Houve dificuldade em realizar a configuração da funcionalidade?”.	213
Gráfico 41: gráfico dos dados obtidos sobre o questionamento: “Ocorreram erros no sistema no momento de sua utilização?”.	213
Gráfico 42: gráfico dos dados obtidos sobre o questionamento: “Qual o nível de resposta propiciada pelo <i>Maestro v0.1</i> ?”.	214

Índice de Tabelas

Tabela 1: Resultado do teste GWR - Redução dos pontos da trajetória quadrada e circular.	125
Tabela 2: Redução dos pontos da tr Neural networks. Information retrieval. Adaptive systems ajetória dos compassos binário, ternário e quaternário.....	127
Tabela 3: Dados dos sujeitos participantes.....	160
Tabela 4: Manipulação da frequência de 440Hz.	163
Tabela 5: Média das variáveis coletadas.	169
Tabela 6: Média das variáveis coletadas.	186
Tabela 7: Tabela dos dados numéricos remissiva ao feedback háptico e auditivo – Quadrado.	192
Tabela 8: Tabela dos dados da diminuição do erro ao usar o <i>feedback</i> háptico e auditivo – Quadrado.	194
Tabela 9: Tabela dos dados numéricos remissiva ao <i>feedback</i> háptico e auditivo – Círculo.	195
Tabela 10: Tabela dos dados da diminuição do erro ao usar o <i>feedback</i> háptico e auditivo – Círculo.	197
Tabela 11: Tabela dos dados numéricos remissiva ao <i>feedback</i> háptico e auditivo – Semi- hipérbole.....	198
Tabela 12: Tabela dos dados da diminuição do erro ao usar o <i>feedback</i> háptico e auditivo – semi-hipérbole.....	200
Tabela 13: Média geral de diluição do erro nos três cenários.	201
Tabela 14: Especificações técnicas da câmera Intel RealSense.	220
Tabela 15: Especificações técnicas do <i>Kinect</i> da <i>Microsoft</i>	220

INTROÏTUS

Por que foi que cegámos, Não sei, talvez um dia se chegue a conhecer a razão, Queres que te diga o que penso, Diz, Penso que não cegámos, penso que estamos cegos, Cegos que veem, Cegos que, vendo, não veem.
(Saramago, 1998)

Na intenção de comunicar o conteúdo rítmico e expressivo de uma composição e de se manter a uniformidade deste conteúdo durante o discurso musical, o maestro se vale de um conjunto de ações que abrangem desde a técnica gestual a expressões fisionômicas. Além deste conjunto de ações serem arquitetadas e fundamentadas pelo que se apreende vendo, o “olhar” ao ser também considerado componente conector entre maestro e *ensemble*, torna-se muitas vezes elemento mais dinâmico do que o gestual. À luz desta acepção, uma pessoa desprovida da visão estaria automaticamente impedida de reger?

A epígrafe supracitada, possui de certo modo, ligação com as palavras iniciais do título desta tese. *Para além do visível* corresponde a uma perspectiva possivelmente ainda inexplorada, ou que está diante de muitos olhos, mas não é enxergada. Por assim dizer, esta pesquisa abrange o percurso da minha formação e atuação enquanto *performer* e docente. Nasce de reflexões que questionam a ausência de meios que tornem acessível o ensino e a preparação performativa da regência para discentes com deficiência visual. Como ver-se-á no *corpus* desta tese, a hipótese levantada por este autor, consiste em uma realidade que ainda não possui números significativos de reflexões em âmbito acadêmico-musical que tentem discutir ou dirimir os fatores que a circundam.

O ponto de partida das reflexões se inicia a partir da realidade em classe de aula vivenciada na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Era julho de 2015 e acabara de assumir a vaga de professor temporário de regência na Escola de Música da UFRN (EMUFRN). No total, a disciplina de Regência I (MUS 1207)¹, possuía 40 discentes inscritos do curso de Licenciatura em Música. As 18h45min da data supracitada, iniciei a aula na sala nº24 da EMUFRN. Dos 40 alunos matriculados, apenas dois chegaram com aproximadamente 25min de atraso. Estes eram: Pedro Araújo (1980)² e seu colega de classe que estava, neste dia, encarregado de lhe guiar. Até esse momento, eu não possuía uma informação oficial de que na disciplina, havia um aluno com necessidades educacionais especiais e, que nesse caso específico, desprovido da visão. Por este fator, e por permitir que discentes acompanhassem minhas disciplinas como ouvintes, não me preocupei com a entrada destes alunos na classe e continuei seguindo com o decurso programado.

¹ As aulas na UFRN possuem a duração de 45 minutos. Como se trata do primeiro e segundo horário do turno da noite, a aula teve início às 18h45min.

² Pedro Araújo corresponde a um pseudônimo. O respectivo aluno já era conhecido entre os professores da Escola de Música da UFRN por ser o único aluno cego matriculado/ativo na Licenciatura em Música no ano de 2015.

Transcorrido o horário da aula, Pedro Araújo se dirige até mim e comunicou estar matriculado em regência e solicitara para não me preocupar, pois não queria atrapalhar o desenvolvimento das atividades com sua “limitação”³. Surpreso com a situação, confesso que no momento agi intuitivamente e por impulso, respondi que não havia nada nele que impedisse sua interação na disciplina. Internamente me questionava: como poderei tornar acessível uma disciplina tida como dependente da visão?

Em artigo publicado no sítio da *Symphony Services International*, Luke Dollman (2012) levanta um questionamento diante das exigências que a atividade da regência impõe aos seus aspirantes: “A regência pode ser ensinada?”⁴ A base inicial da indagação é incitada por dois posicionamentos divergentes: “Não podemos treinar alguém para ser um regente, e eu direi isso até o dia da minha morte, regentes nascem e não se fazem” (Sir John Barbirolli *apud* Dollmann 2012) e, ainda: “Uma técnica de regência existe e pode ser aprendida e praticada até seus menores detalhes antes de um estudante tentar conduzir uma orquestra”⁵ (Scherchen, 1989: 4).

Hermann Scherchen (1989), Lumley e Springthorpe (1989), convergem pensamentos críticos referente aos seguintes discursos: A “regência não pode ser ensinada. Ou você nasceu maestro ou nunca se tornará um”⁶. E, para ser um regente: “requer um dom divino e uma magia inata”⁷. Ambos os autores denigrem estes posicionamentos e afirmam que a técnica da regência pode ser ensinada e apreendida por aqueles que a desejam estudar.

Completando este sentido, o autor G. Schuller (1997) expõe a regência como um campo que contém perspectivas musicais e extramusicais. O regente não deve apenas saber minuciosamente os detalhes de uma partitura, mas desenvolver gestual técnico capaz de transmitir claramente as intenções interpretativas, além de destreza psicológica de se relacionar (especificamente nos ensaios) de forma eficaz perante um *ensemble*. Convergingo na mesma direção, Harold Farberman (1997), fala que a regência requer uma técnica que deve ser considerada uma forma de arte. Isto se deve ao fator de que a técnica do regente é subordinada as intenções composicionais expressas na partitura. Completa que dois fatores possuem suas importâncias: **1)** para realizar as intenções do compositor, o regente deverá abranger

³ Por ser cego Pedro se considerava limitado e acreditava que não era capaz de acompanhar as atividades técnicas da regência.

⁴ *Can conducting be taught?* (Dollman, 2012).

⁵ “[...] a technique of conducting does exist and can be learnt and practiced down to its smallest details before a student first attempts to conducting an orchestra” (Scherchen, 1989: 4).

⁶ “Conducting cannot be learnt; either one is born a conductor, or one never becomes one”. (Scherchen, 1989: 4).

⁷ “[...] requires a divine gift and an inborn magic” (Lumley; Springthorpe, 1989: 01).

conhecimentos musicais e extramusicais, influenciadores direto na construção do plano performativo; **2)** habilidade clara de converter o plano performativo em informações objetivas para os músicos durante os ensaios.

Lumley e Springthorpe (1989), sintetizam seus pensamentos em dois pontos: Além de estudar os elementos básicos do tempo e de desenvolver um “excelente” ouvido, o estudante de regência deverá ter o domínio de um instrumento de teclas. “Em um mundo ideal”, este estudante deverá ser um virtuoso em todos os instrumentos (Lumley; Springthorpe, 1989: 02), embora na realidade, o conhecimento de um instrumento das cordas, madeiras, metais e percussão seja mais factível.

Hermann Scherchen (1989), ressalva que o aluno deverá: **1)** tocar em orquestra — enfatizando que o jovem regente deverá tocar um instrumento de corda suficientemente bem para poder sentar-se em uma orquestra; **2)** estudar os instrumentos — deverá então o estudante, ter o mínimo de conhecimento teórico sobre as particularidades técnicas dos instrumentos; **3)** cantar em um coral — cantar é tão importante quanto tocar em uma orquestra, enfatiza o autor, pois, permite a descoberta de diversos dispositivos técnicos que podem ser utilizados em ensaios com uma orquestra. **4)** ter um total conhecimento da obra a ser conduzida. Este pode ser adquirido com estudo prático em composição, concomitante ao estudo técnico da regência.

Para Max Rudolf (1994), o treinamento de um regente deve incluir curso em composição e adquirir conhecimentos que abrangem: análise estrutural, preceitos estilísticos e o ato performativo. O autor ainda afirma que o “bom regente” deve ser um competente performer em um instrumento, saber como trabalhar com pessoas e ter a habilidade de converter as intenções musicais para os músicos através do gestual-técnico. Uma parte vital da preparação de um aluno de regência é a leitura de uma partitura orquestral executada ao piano.

As definições destes autores, convergem para o mesmo direcionamento: as habilidades e competências a serem obtidas para a efetivação concreta do aprendizado da regência. Expõe um leque de elementos factuais. Porém, em diálogo com a perspectiva inicial exposta por Dollman (2012), nós, normovisuais, somos tão eficientes ao ponto de dominar com destreza todas as exigências expostas pela própria literatura da área em tela? Estas ponderações permitem naturalmente refletir que: se em tais discursos estão em mente postulantes normovisuais, logo se multiplicam as complexidades se forem envolvidos aspirantes a regência pessoas com deficiência visual.

Outro desdobramento musical emana destas linhas. Na perspectiva de quem está sendo dirigido, instrumentistas ou cantores leem suas partituras e, com a visão periférica, interagem diretamente com as indicações de entradas, mudanças interpretativas de caráter, e alterações de tempo comunicadas pela gestualidade corpórea do maestro. Limitam-se, muitas vezes, em apenas memorizar excertos musicais que exigem maior atenção técnica, para que, dessa forma, concentrem-se em desvencilhar tal passagem, ou centrem a visualização na regência.

É intrínseco neste processo musical, o “enxergar” como abalizador da interação performativa, estruturando, a construção do discurso musical a partir da leitura de uma partitura, e a visualização dos movimentos do maestro necessários a coesão interpretativa da obra. Imergindo em detalhes, ações técnico-gestuais que se engendram durante o efêmero ato da performance, em questões de unicidade temporal entre os músicos, expressões interpretativas de fraseado e dinâmicas, e de equilíbrio sonoro *in locus*, estariam perdidas da perceptividade visual.

Esse discurso possivelmente excluiria de uma participação efetiva em *ensembles*, músicos deficientes visuais. Fator atrelado não somente a memorização total da partitura, mas no encontrar um contorno não visual de apreender as informações gestuais emitidas pelo maestro. Deste modo, sendo simplório pensar e reduzir toda a ação da comunicação regencial, apenas a indicação da entrada inicial, ou da alteração de andamentos através do ato da inspiração do maestro⁸. Elemento que, provavelmente, se estabeleceria como único e profícuo, na interação comunicacional com os músicos deficientes visuais.

A problematização evidencia o viés da interação performativa entre músicos deficientes visuais, e regente normovisual⁹. Mas, há de se conjecturar que: quando este músico tiver o ensejo de atuar como maestro, teria ele sua liderança menosprezada perante o *ensemble* pela falta de enxergar?

Ao se pensar em uma pessoa desprovida da visão enquanto regente, o que primeiramente e de modo natural se destaca, são reflexões que circundam o processo interativo entre o maestro (cego) e os músicos (normovisuais) durante o ato performativo¹⁰. Perante o *ensemble* o maestro normovisual confirma mais rapidamente suas ações corpóreas através da visão, é um jogo de ação e reação. E neste “jogo” fundamentado pelo que se apreende com o que está sendo visto,

⁸ É relatado no tópico 2.4, o desenvolvimento de uma batuta — *Haptic Baton* — capaz de emitir sinais hápticos para deficientes visuais, captarem a informações gestuais do maestro durante todo o discurso musical.

⁹ Há o caso particular do regente Sidney Marzullo, relatado no tópico 1.3.4, que além de ser cego dirigia um coral constituído por cantores cegos.

¹⁰ No tópico 1.3.4 é evidenciado exemplos de pessoas cegas que atuaram ou atuam como regentes

em relação a atitude corporal do *ensemble* e de si ao provocar o som, o regente se molda ao dinamismo performativo. Ao estar desprovido da visão, este processo de autoconscientização e correção corpórea é mais lento, pois aparentemente depende apenas do que se apreende ouvindo. Tal fator suscita músicos e regentes normovisuais, a questionarem a capacidade performativa de um maestro cego, de se conseguir captar uma informação e rapidamente transformar naquilo que a visualidade lhe permitiria perceber.

É factual que dificuldades irão sempre existir em qualquer que seja a situação, seja na construção do ensino-aprendizagem ou no ato performativo. A questão é: o quanto nós — independentemente das circunstâncias físicas ou sensoriais — utilizamos das dificuldades encontradas, como elemento impulsionador para a aquisição de novas habilidades e competências. Partindo deste sentido, as palavras desta investigação servem possivelmente como percurso inicial, mas, como visto, far-se-á necessário abranger reflexões que **desloquem do lugar comum**, o pensamento hegemônico da regência abalizada para e pela visualidade¹¹.

Habitamos uma realidade fundamentada “para e pela” visualidade. Como reflexo desta realidade, desacreditar na potencialidade dos indivíduos cegos em função da sua incapacidade de enxergar constitui um posicionamento ainda comum. Ou seja, associa-se a limitação visual com a impossibilidade de adquirir outras capacidades e competências. O próprio discurso de alunos cegos¹² frente as exigências técnicas que fundamentam e estruturam a possível dependência da visão no processo de aprendizagem da regência, estabelece paralelo ao pensamento de ser incapaz devido ao fato de ser cego¹³.

De certo modo este pensamento se estende ao âmbito musical, em específico, ao campo da Regência, área tida como dependente da visão. Tudo se engendra mais problemático, quando

¹¹ Vide tópico 2.1 “O corpo que enxerga”.

¹² Discursos de alunos cegos ditos a mim enquanto docente de regência na UFRN.

¹³ De acordo com Luzimar Teixeira (2018: 01) “Alunos cegos são os que não têm nenhuma espécie de visão ou têm apenas percepção de luz sem projeção, precisando para a sua aprendizagem de usar meios tácteis, isto é, o sistema braille. Alunos com visão residual são os que têm um grau de visão que lhes permite ter percepção luminosa e percepção de objetos, sendo capazes de discriminar e reconhecer, dentro dos seus baixos limiares de visão, materiais visuais adequados”. De forma semelhante, Nunes e Lomônaco (2010: 56) “A cegueira é uma deficiência visual, ou seja, uma limitação de uma das formas de apreensão de informações do mundo externo - a visão. Há dois tipos de deficiência visual: cegueira e baixa visão [...]. Devido às muitas discussões sobre a deficiência e seus estigmas, é comum a preocupação com os termos utilizados a fim de que eles não sejam pejorativos nem reflitam preconceitos”. De tal modo, “deficientes visuais” nas linhas do presente trabalho, está delimitado aos participantes cegos. Nenhum dos participantes tinham “baixa visão”.

se visualiza a inexistência ou o desconhecimento dos meios e competências, para lidar com a concretização do processo de ensino e construção performativa de alunos cegos¹⁴.

Como descrito por Mariana Costa (2013), o Brasil, e de modo específico a UFRN (Resolução nº 193/2010 - UFRN), possuem claras diretrizes legislativas acerca da acessibilidade educacional. Em tais diretrizes assegurarão: recursos educativos, métodos, técnicas e currículos para atender às necessidades educacionais especiais¹⁵. Ora, se a legislação prevê isto, o que impede o acesso a este conhecimento?¹⁶ É neste momento pertinente o questionamento de Catarina Souza (2010: 01): precisamos de “necessidades educacionais especiais ou necessidades profissionais especiais?”

Na experiência que tive como docente de alunos cegos e normovisuais, pude perceber que os discentes com deficiência visual levam mais tempo para alcançarem a organicidade dos movimentos, em relação aos alunos normovisuais. Análogo a estes pontos, a movimentação corporal é receosa, reflexo da insegurança ocasionada pela carência da noção de espacialidade e do que se constitui como obstáculo neste espaço, o que conseqüentemente gera novos pontos:

- 1) Atitude corporal é sempre estática mesmo com o discurso musical em andamento;
- 2) A geometria gestual dos padrões de marcação dos compassos se torna imprecisa à medida que os movimentos se repetem. Por vezes está demasiadamente aberta ou fechada, abaixo da cintura ou alta. São sempre gestos robóticos;
- 3) Dificuldade de estabelecer uma relação precisa entre gesto e resposta sonora — dinâmicas, delineamento de caráter, *Legatos* e *Non Legatos* — ou seja, qual gesto será responsável por provocar determinadas respostas sonoras, por exemplo.

Outro ponto a ser considerado e que agrava as ponderações acima, é o fato de a efetiva experiência do aluno deficiente visual estar reduzida apenas a sala de aula. Isto porque o estudo individual fora dos domínios da classe é prejudicado, por ser dependente da disponibilidade de colegas ou do docente para observar sua prática e porventura lhe corrigir.

¹⁴ Ao passo que se tem, por exemplo, na UFRN a Regência como disciplina obrigatória na grade curricular da licenciatura em música, como pré-requisito para cursar outra disciplina e ofertada como curso de pós-graduação.

¹⁵ De acordo com a Resolução 193/2010 da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), entende-se por estudantes com necessidades educacionais especiais, deficiência nas áreas: auditiva, visual, física, intelectual ou múltipla. A presente abordagem deter-se-á acerca deficiência visual, e o campo de estudo que me interessa está diretamente ligado as peculiaridades do sujeito cego frente a regência.

¹⁶ Ver tópico 1.1.

As reflexões sobre a diluição dos pontos apresentados, fizeram-me cogitar a possibilidade do uso das **Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC)**, como meio de favorecer a relação de ensino-aprendizagem e a prática performativa da regência para alunos deficientes visuais. Estas reflexões culminaram no desenvolvimento do *Maestro v0.1*¹⁷, um sistema composto por um *hardware* e um *software*. A importância deste sistema está abalizada em proporcionar autonomia e independência ao estudo técnico-performativo, analisando a prática e transmitindo um *feedback* corretivo no intuito de potencializar as habilidades de aprendizado dos alunos com deficiência visual.

Para a compreensão resolutiva das reflexões levantadas, o percurso dessa tese foi dividido em cinco capítulos, cada um destes, possui uma nomenclatura que remete a estruturação do pentateuco¹⁸.

O primeiro capítulo — **GÊNESIS: SOMOS TODOS (DE)EFICIENTES?** — traz um percurso descritivo das legislações que regem a garantia da acessibilidade educacional de pessoas com deficiência, notadamente ao que tange ao ensino da música, no panorama das Instituições de Ensino Superior (IES) no Brasil. Tal percurso parte do confronto entre o que é descrito em legislações, decretos e resoluções, em relação a eficiência ao que é colocado em *práxis* no cotidiano das IES. Parte da visualização destes dados, são colhidos a partir das respostas de um questionário *on-line*, aplicado para trinta professores de regência atuantes em universidades públicas brasileiras. Ainda neste capítulo, toda a gênese da estruturação que conduziu a realização desta tese, a partir das aulas em minha classe de regência (jul./2015 – UFRN, Brasil), na qual, tinha a participação de um discente cego. Assim como os meios iniciais que foram utilizados para desvencilhar as particularidades educacionais/performativas da regência para este e outros alunos com deficiência visual, e o impacto positivo do Setor de Musicografia Braille e Apoio à Inclusão (SEMBRAIN), sobre o desenvolvimento dessas particularidades.

No segundo capítulo — **ÊXODO: A SAÍDA DO LUGAR COMUM** — me coloco em êxodo do âmbito musical. Não no sentido de apartamento desta realidade, mas no sentido de que com

¹⁷ Por ter seu fundamento base na prática técnica dos padrões de marcação de compasso — elemento basilar no processo de ensino-aprendizagem da regência — o protótipo foi batizado de Maestro, bem como, por ser uma nomenclatura popularmente/comumente mencionada. O “v0.1” indica em que fase está o sistema ao ser efetivado como protótipo. Assim, o “v” representa “versão” e a numeração 0.1 indica que se encontra em sua fase/versão primária (Silva, 2005).

¹⁸ Não se trata na presente abordagem de uma associação religiosa, mas de uma estruturação poético-acadêmica que dialoga diretamente com o discurso delineado em cada capítulo desta tese.

base nela e nos objetivos circundantes desta tese, fez-se necessário caminhar em diálogo com outros âmbitos acadêmicos. Uma articulação teórica nos campos da regência, a corporeidade do cego (Porto, 2005), e a teoria do Estádio Espelho de Jacques Lacan (2006) como ponte de diálogo com a NTIC e de fundamentação conceptual para o desenvolvimento do *Maestro v0.1*, constituem exemplos que possivelmente fragmentam a dependência da visão para o aprendizado técnico da regência. Também são evidenciadas tecnologias, das quais, suas estruturas conceituais, inspiraram a base de funcionalidades constituintes do protótipo apresentado nesta tese. Por fim, o diálogo com os fundamentos basilares do *Human Computer Interaction* (HCI), embasam os procedimentos de desenvolvimento adotados para a arquitetura do *Maestro v0.1* — descritos no capítulo subsequente.

O terceiro capítulo — **LEVÍTICO: A DESCRIÇÃO E A EDIFICAÇÃO DO MAESTRO v0.1** — tem seu enfoque nos caminhos adotados para a efetivação da construção do *Maestro v0.1*. Ao mesmo tempo em que são colocados em tela, as diretrizes e as principais funcionalidades do *Hardware* (a pulseira de *feedback* háptico) e do *Software* de processamento de movimentos captados via sensoriamento visual. Em seguida é exposta sua interface gráfica concomitantemente as instruções de uso. Portanto, em *Levítico*, as crenças deixam de ser aceções teóricas e se dá a ênfase no detalhamento dos meios práticos que viabilizaram a tangibilidade da estrutura tecnológica outrora proposta. O protótipo do *Maestro v0.1*, nasceu como fruto da parceria estabelecida entre o autor desta tese e o Laboratório de Automação e Robótica da UFRN.

O quarto capítulo — **NÚMEROS: A EXPERIENCIAÇÃO COM O MAESTRO v0.1** — conclui as narrativas desenvolvidas nos capítulos anteriores através da corroboração da exequibilidade funcional do protótipo. São realizadas etapas de experiencição pré-programacional dos *feedbacks* háptico e auditivo, e pós-programacional evidenciando o alcance dos objetivos do *Maestro v0.1*. Os dados pré-programacionais foram colhidos através da aplicação de questionário, e exprimem a opinião do usuário sobre a perceptividade dos *feedbacks* fornecidos pelo sistema. Os dados pós-programacionais são analisados de modo comparativo, entre os números representativos do erro da trajetória gestual, com e sem o *feedback* do *Maestro v0.1*. Estes dados numéricos são fornecidos pelo protótipo após a prática do aluno. A demonstração destes dados é parte resultante da interação voluntariada de 25 alunos deficientes visuais, oriundos da EMUFRN e SEMBRAIN, com o protótipo.

No quinto e último capítulo — **DEUTERONÔMIO: A PERSPECTIVA FUTURA DO MAESTRO v0.1** — a condensação basilar erguida nos capítulos anteriores, são reinvocados na estruturação de novas funcionalidades/possibilidades para atualizações futuras do protótipo do *Maestro v0.1*. Além disso, expõe a expansão da usabilidade não somente para regentes, mas com possibilidades de uso para instrumentistas — sejam eles deficientes visuais ou normovisuais.

A ótica ora apresentada nos cinco capítulos, permitem-me a possibilidade de refletir que preceitos educativo-musicais e particularidades técnico-performativas — notadamente no âmbito da regência — não constituem elementos fechados em si mesmos, são passíveis de novas discussões, reflexões e atitudes que possibilitem tornar tais preceitos acessíveis. A temática abordada e a sua inerente articulação interdisciplinar com outras áreas científicas — ao que tange a construção do *Maestro v0.1* e a própria reciprocidade dialógica entre educação musical e performance — fazem com que as resultantes investigativas tragam um novo olhar sobre a regência e a sua relação com alunos deficientes visuais¹⁹.

¹⁹ Elementos investigativos e resultantes parciais das delineações iniciais evidenciadas foram publicados em: Lima, Erickinson Bezerra de. 2017. A Regência e seu Ensino Técnico Basilar para um Discente Cego. In: XI Conferência Latino-Americana de Educação Musical - ISME - International Society for Music Education, 2017, Natal.

1. *GÊNESIS*: somos todos (de)eficientes?

O cego pareceu ficar outra vez inquieto, mas não fez qualquer movimento para investigar. Os minutos passavam. Ouviu-se uma tosse violenta, de fumador, vinda de dentro. O cego virou a cabeça ansioso, enfim poderia ir dormir. Nenhum dos que estavam deitados se levantou. Então o cego, lentamente, como se tivesse medo de que o viessem surpreender em delito flagrante de abandono de posto ou infringindo de uma vez só todas as regras por que estão obrigadas a reger-se as sentinelas, sentou-se na borda da cama que tapava a entrada. Ainda cabeceou durante uns momentos, mas depois deixou-se ir no rio do sono, o mais certo foi ter pensado ao afundar-se, Não tem importância, ninguém me vê.
(Saramago, 1998)

1.1. De frente para a realidade: a aplicabilidade das legislações no contexto de ensino

Como ver-se-á em sequência, o confronto com a realidade de classe — no caso do autor desta tese — atua como impulsionador do percurso pela busca de possíveis soluções, para a construção e a efetivação viva da prática técnica da regência para discentes deficientes visuais. Ao esquematizar a rota deste percurso, outros questionamentos surgem como novos motivadores desta caminhada. De que lado do percurso está realmente a deficiência? Ou, somos todos realmente eficientes ao ponto de driblar com maestria os percalços deste caminho?

Na tentativa de encontrar possíveis respostas, o percurso inicial conduz a se debruçar sobre a base das estruturas legislativas de acessibilidade educacional para pessoas com deficiência. Autores como Costa (2013) e Duarte (2009), evocam as delineações da Declaração de Salamanca (1994), que passou a descrever a concepção das “necessidades educacionais especiais” em um aspecto mais abrangente. No capítulo denominado: Estrutura de Ação em Educação Especial²⁰, o item 3 expõe:

- (3) O princípio que orienta esta estrutura é o de que [instituições de ensino] deveriam acomodar todas [os alunos] independentemente de suas condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas ou outras. Aquelas deveriam incluir [pessoas] deficientes e superdotadas, [pessoas] de rua e que trabalham, [pessoas] de origem remota ou de população nômade, [pessoas] pertencentes a minorias linguísticas, étnicas ou culturais, e [pessoas] de outros grupos desvantajados ou marginalizados. [...]. No contexto desta Estrutura, o termo "necessidades educacionais especiais" refere-se a todas aquelas crianças ou jovens cujas necessidades educacionais especiais se originam em função de deficiências ou dificuldades de aprendizagem. Muitas [pessoas] experimentam dificuldades de aprendizagem e, portanto, possuem necessidades educacionais especiais em algum ponto durante a sua escolarização.

Por conseguinte, no item 4 do capítulo supracitado, se coloca que:

- (4) Educação Especial incorpora os mais do que comprovados princípios de uma forte pedagogia da qual todas as [pessoas] possam se beneficiar. Ela assume que as diferenças

²⁰ O documento da Declaração de Salamanca, está disponível no portal do Ministério da Educação (MEC – Brasil). Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf> >.

humanas são normais e que, em consonância com a aprendizagem de ser adaptada às necessidades [dos alunos], ao invés de se adaptar [o aluno] às assunções pré-concebidas a respeito do ritmo e da natureza do processo de aprendizagem. [...]. A experiência tem demonstrado que tal pedagogia pode consideravelmente reduzir a taxa de desistência e repetência escolar (que são tão características de tantos sistemas educacionais) e ao mesmo tempo garantir índices médios mais altos de rendimento escolar.

Os pontos explicitados acima, da Declaração de Salamanca, colocam a abrangência das necessidades educacionais especiais, não limitando a perspectiva de pessoas com deficiências físico-sensoriais. Se inserem “indivíduos com dificuldades de aprendizagem decorrentes de condições económicas e socioculturais, ou ainda qualquer aluno sujeito à exclusão, nomeadamente, aqueles advindos de minorias étnicas, religiosas e linguísticas, imigrantes, [...] fazendo a questão apresentar proporções bem mais amplas” (Costa, 2013: 24).

Muitas diretrizes e leis acerca da acessibilidade e garantia a necessidades educacionais especiais, estão escritos em papel, mas ainda é *deficiente* a aplicabilidade do que está escrito, em relação ao que é posto em prática. Principalmente ao que tange as linhas do item 4 da Declaração de Salamanca. Realizando um levantamento, de alunos cegos que tenham cursado a disciplina de regência antes de Pedro na UFRN, foi possível constatar o número de 3 alunos. Porém, dois destes alunos não chegaram a concluir a disciplina e, conseqüentemente a graduação. Apenas um destes consegui contato, e declara ter concluído o curso de graduação com lacunas na formação:

- **Carlos**²¹ (2016): Quando comecei a disciplina de regência em 2009, meio que previa o que iria acontecer. O [professor] na época, não articulou meios para que eu pudesse vivenciar a parte prática da regência. Então, minha participação se resumia em aprender a história da regência. Por isso vejo hoje uma lacuna na minha formação, pois muitas das oportunidades de emprego que perdi, tinha um pequeno grupo formado por alunos iniciantes em instrumento para reger.

Em outubro de 2018, fui convidado para participar como conferencista proferindo palestra sobre tema **Educação Inclusiva: novas tecnologias da informação e comunicação no**

²¹ Corresponde a um pseudônimo.

processo de ensino e construção performativa de alunos cegos, durante o I Simpósio em Regência e Interpretação Musical – SIRIM. Realizado na Universidade Estadual do Ceará (UECE), em Fortaleza – Brasil. Quando aberto a sessão de perguntas, um ex-aluno cego, coloca a sua dificuldade perante a disciplina de regência em relação a falta de recursos metodológicos para lhe guiar no seu processo de aprendizagem.

- **Moraes**²² (2018): Não cheguei a concluir o curso devido à falta de estruturação pedagógica em diversas disciplinas. Faltava não só meios práticos que me possibilitassem vivenciar a regência de forma prática. Faltava recursos em Braille para tudo também, em diversas outras disciplinas. E isto veio me desestimular e acabei trancando o curso.

Os depoimentos citados alocam particularidades que caracterizam a dificuldade de aprendizagem, muitas vezes, não estando interligada a deficiência do sujeito em si, mas pela carência de competências e habilidades metodológicas, destinadas a concretizar o ensino das pessoas com deficiência. Assim, por consequência, os números de evasão podem ser “resultantes de variáveis inerentes ao próprio sistema escolar, como metodologias de ensino inadequadas, ou currículos fechados que ignoram as diversidades socioeconômicas e culturais da população ou região onde a escola está inserida” (Glat; Blanco, 2007: 25). Quebrando de certo modo, as perspectivas descritas na Declaração de Salamanca.

Imergindo no panorama brasileiro, as diretrizes educacionais e o atendimento as pessoas com deficiência, passaram a ser regidas e fundamentadas pelas disposições da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1961. Especificamente, a lei nº 4.024/61, descreve os direitos das pessoas com deficiência à educação em uma sistematização geral de ensino. Transcorridos dez anos, em 1971, a lei nº 5.692/71, altera a perspectiva anterior reforçando o direcionamento dos estudantes para classes em instituições de ensino especiais (Costa, 2013; MEC/SECADI, 2014).

No ano de 1988, a Constituição Federal Brasileira exprime como um de seus objetivos basilares, no artigo 3º, inciso IV, “promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação” (MEC/SECADI, 2014: 02). Sequencialmente, no artigo 205, define o acesso à educação um direito de todos os cidadãos.

²² Corresponde a um pseudônimo

No artigo subsequente — 206 inciso I — determina a “Igualdade de condições de acesso e permanência na [instituição de ensino], sendo dever do Estado, a oferta do atendimento educacional especializado” (MEC/SECADI, 2014: 05).

Em 1996 a LDBN no artigo 59 n° 9.394/96, exprime que todo sistema de ensino deverá assegurar aos estudantes currículos, recursos, procedimentos metodológicos e recursos organizacionais específicos, a fim de atender as necessidades dos alunos (Costa, 2013). Complementado que as instituições de ensino, devem propiciar “oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, e seus interesses” (MEC/SECADI, 2014: 03).

Regulamentando a lei n° 7.853/89, o decreto n° 3.298 de 1999, acerca da Política Nacional para a Integração da Pessoa com Deficiência, determina a educação especial como atuante transversal e complementar a todos os níveis de ensino (Costa, 2013). Por sua vez, o Plano Nacional de Educação (PNE), através da lei n° 10.172 de 2001, traz à tona que “o grande avanço que a década da educação deveria produzir seria a construção de uma escola inclusiva que garanta o atendimento a diversidade humana” (MEC/SECADI, 2014: 04). É partindo desta perspectiva que o Ministério da Educação (MEC), em 2002, através da portaria n° 2.678, expõe a aprovação de normatizações para a usabilidade do sistema Braille²³ em todas as modalidades de ensino (Costa, 2013).

Em 2005, é estruturado o Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos, possuindo como ponto norteador, a contemplação curricular da educação básica, visando projetar ações que favoreçam o acesso e a permanência da pessoa com deficiência no ensino superior (Costa, 2013). Este plano é resultante reflexiva da atuação em conjunto dos Ministérios da Educação e da Justiça, da Secretaria Especial dos Direitos Humanos e da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). No ano subsequente (2006), a Organização das Nações Unidas (ONU), aprova a Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência, sendo endossada por meio de emenda constitucional n° 186 de 2008, e do Decreto Executivo n° 6949 de 2009 (Costa, 2013; MEC/SECADI, 2014). Estes, congruentemente estabelecem, a

²³ “O Sistema Braille utilizado universalmente na leitura e na escrita por pessoas cegas, foi inventado na França por Louis Braille, um jovem cego, no ano de 1825 [...]. O sistema Braille, onde 63 combinações representavam todas as letras do alfabeto, além de acentuações, pontuações e sinais matemáticos. O sistema Braille foi adotado no Brasil a partir de 1854, com a criação do Imperial Instituto dos Meninos Cegos, hoje Instituto Benjamin Constant. Constituído por 63 sinais codificados por pontos, a partir do conjunto matricial formado por 6 pontos, distribuídos entre duas colunas, descritas pelos números de cima para baixo: à esquerda (pontos 123) e: à direita (pontos 456). Juntos, representam a cela braille” (Canejo, 2005: 07).

seguridade sistemática de uma educação inclusiva em diversos níveis de ensino, ambientes estruturados que propiciem o desenvolvimento social e acadêmico, além de evidenciar segundo o documento MEC/SECADI (2014: 06), as seguintes diretrizes:

- I. As pessoas com deficiência não sejam excluídas do sistema educacional geral sob a alegação de deficiência [...];
- II. As pessoas com deficiência possam ter acesso ao ensino [...] inclusivo, de qualidade e gratuito, em igualdade de condições com as demais pessoas da comunidade em que vivem.

O decreto denominado Compromisso Todos Pela Educação, nº 6.094 de 2007, estabelece diretrizes que intuem a garantia do acesso e permanência do aluno com deficiência no sistema de ensino. Por sua vez, o decreto nº 6571/2008 — posteriormente reafirmado pelo decreto nº 7611/2011 — visou a definição do atendimento educacional especializado como complemento a escolarização/ensino, além de fomentar a inclusão da pessoa com deficiência no sistema público de ensino (MEC/SECADI, 2014).

Em 2010 o decreto nº 7084 (artigo 28), versa sobre a disponibilidade de materiais e recursos didáticos, e determina que o Ministério da Educação adote meios que promovam programas instrutivos de materiais didáticos para docentes e discentes da educação especial (Costa, 2013). No ano de 2011 foi outorgado o decreto nº 7612 que institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – Viver sem Limite — exprimindo políticas públicas para a efetivação de um sistema educacional inclusivo (MEC/SECADI, 2014).

No portal do Ministério da Educação (MEC)²⁴ do Brasil, o decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011, possivelmente inspirado pela Declaração de Salamanca, dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências.

- § 1º Para fins deste Decreto, considera-se público-alvo da educação especial as pessoas com deficiência, com transtornos globais do desenvolvimento e com altas habilidades ou superdotação.
- Art. 1º - III - não exclusão do sistema educacional geral sob alegação de deficiência;

²⁴ DECRETO Nº 7.611, DE 17 DE NOVEMBRO DE 2011. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7611.htm>

- Art. 3º - III - fomentar o desenvolvimento de recursos didáticos e pedagógicos que eliminem as barreiras no processo de ensino e aprendizagem; e IV - assegurar condições para a continuidade de estudos nos demais níveis, etapas e modalidades de ensino.
- Art. 5º - VII - estruturação de núcleos de acessibilidade nas instituições federais de educação superior.
- § 3º As salas de recursos multifuncionais são ambientes dotados de equipamentos, mobiliários e materiais didáticos e pedagógicos para a oferta do atendimento educacional especializado.
- § 5º Os núcleos de acessibilidade nas instituições federais de educação superior visam eliminar barreiras físicas, de comunicação e de informação que restringem a participação e o desenvolvimento acadêmico e social de estudantes com deficiência.

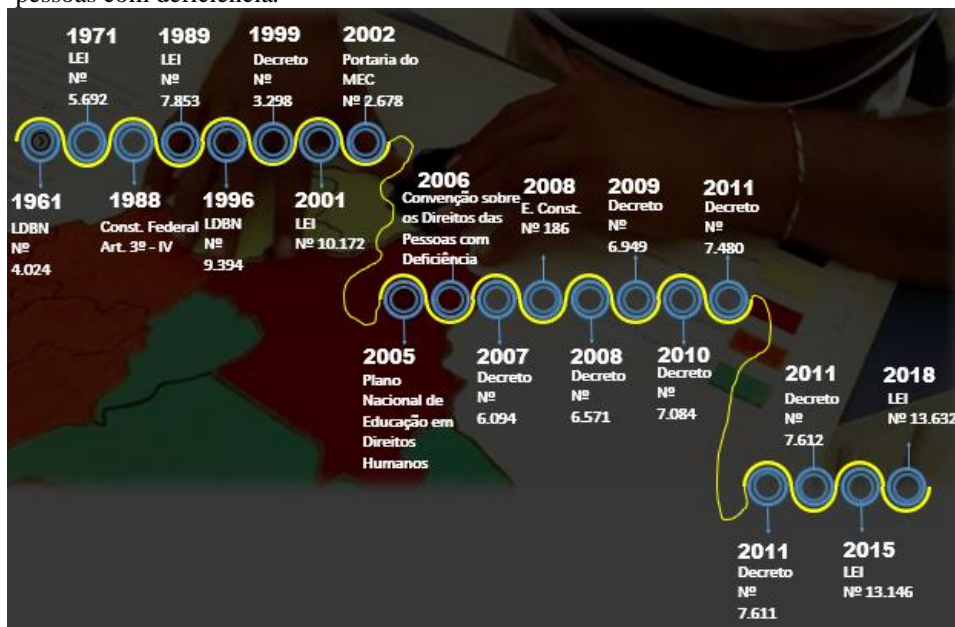
Em 2011 o decreto nº 7480, transfere as decisões acerca da educação especial — até então tomadas pela Secretaria de Educação Especial (SEESP), lotada no Ministério da Educação — para a Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão (SECADI). Por sua vez, a Lei nº 13.146 de 2015 ficou conhecida como “Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)”, destina-se portanto “a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (Estatuto da pessoa com deficiência, 2015: 09; MEC/SECADI, 2014). A lei nº 13.632, de 6 de março de 2018, realiza alterações sobre a lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (anteriormente supracitada) referida na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, colocando que²⁵:

- Art. 1º A Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), passa a vigorar com a seguinte redação:
 - § 3º A oferta de educação especial, nos termos do caput deste artigo, tem início na educação infantil e estende-se ao longo da vida, observados o inciso III do art. 4º e o parágrafo único do art. 60 desta Lei.

O percurso até então evidenciado, permite construir a seguinte linha temporal que serve de base reflexiva ao fato evidenciado subsequentemente. Assim, ponderemos:

²⁵ LEI Nº 13.632, DE 6 DE MARÇO DE 2018. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13632.htm>

Exemplo 1: Linha temporal acerca das regulamentações sobre o direito a educação de pessoas com deficiência.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O recorte explicitado dos decretos e leis brasileiras sobre necessidades educacionais especiais, expõe as diretrizes basilares que arquitetam uma estrutura “ideal” para garantir o processo de ensino-aprendizagem de pessoas com deficiência. Há de fato uma articulação sequencial na temporalidade da implementação destas diretrizes — conforme pode ser visualizado na linha temporal acima — o que de certo modo, evidencia uma direção de ações por parte dos governantes. Entretanto, é possível constatar uma lacuna entre o que de fato está no papel, e a realidade cotidiana referente ao que efetivamente é colocado em prática.

1.1.1 O que os professores de regência dizem?

A averiguação entre o que é dito em relação ao cotidiano do contexto de ensino, parte da aplicação de um questionário aos docentes pertencentes a instituições Federais²⁶ e Estaduais²⁷ de ensino do Brasil. Submergindo na perspectiva musical, notadamente na regência e o seu

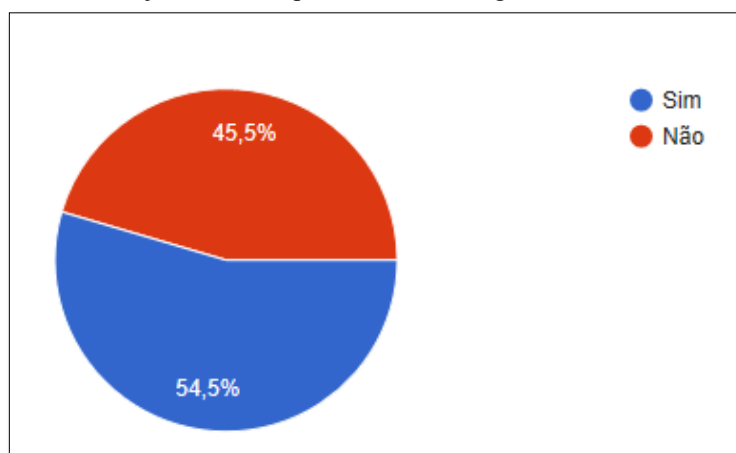
²⁶ “Órgãos Federais são repartições públicas subordinadas diretamente à Presidência da República”. Fonte: Disponível em: < <https://www.servicos.gov.br/orgaos> >

²⁷ “Órgãos Estaduais são repartições que possuem atribuições específicas no âmbito de um Estado da Federação”. Fonte: Disponível em: < <http://dados.gov.br/dataset/orgaos-estaduais> >

ensino para discentes cegos. O questionário on-line²⁸ foi enviado para o total de 45 professores de regência, do qual foi possível obter 30 respostas²⁹.

A primeira pergunta questiona: **Os cursos de música ofertados pela instituição onde você leciona já tiveram ou possuem alunos cegos?** Das respostas obtidas foi possível obter o gráfico a seguir:

Gráfico 1: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Os cursos de música ofertados pela instituição onde você leciona já tiveram ou possuem alunos cegos?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

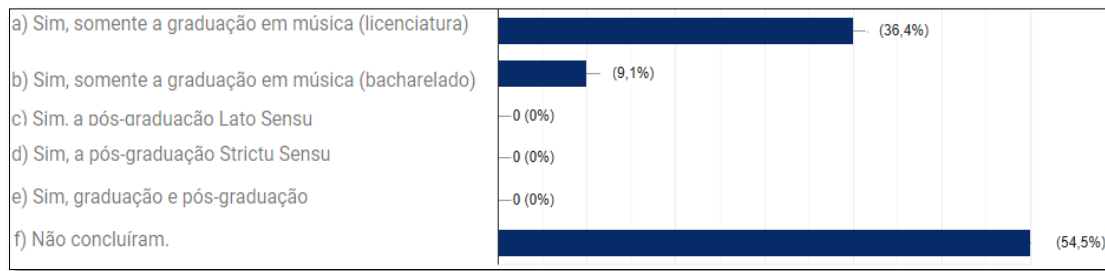
O gráfico demonstra um número considerável, 54,5% dos professores afirmam que alunos cegos tenham passado pelo curso de graduação em música, ofertado por instituição pública de ensino superior. Apesar de ser um número aparentemente positivo, o questionamento subsequente expõe um dado negativo que coloca em detrimento a positividade do primeiro questionamento, expondo um alto índice de evasão, do qual 54,5%, dos professores entrevistados, afirmam que os alunos não concluem seu curso. O questionamento tem por base a seguinte estrutura: **Os alunos cegos que frequentaram a instituição chegaram a concluir a graduação ou pós-graduação em música?**

Desta indagação foi possível estruturar o seguinte gráfico:

²⁸ O questionário on-line foi estruturado na plataforma *Google Forms*. A resultante analítica deste questionário será destrinchada no decorrer descritivo desta tese, conforme a necessidade do discurso.

²⁹ A estrutura do questionário apresentou 13 perguntas, destacadas ao longo deste capítulo.

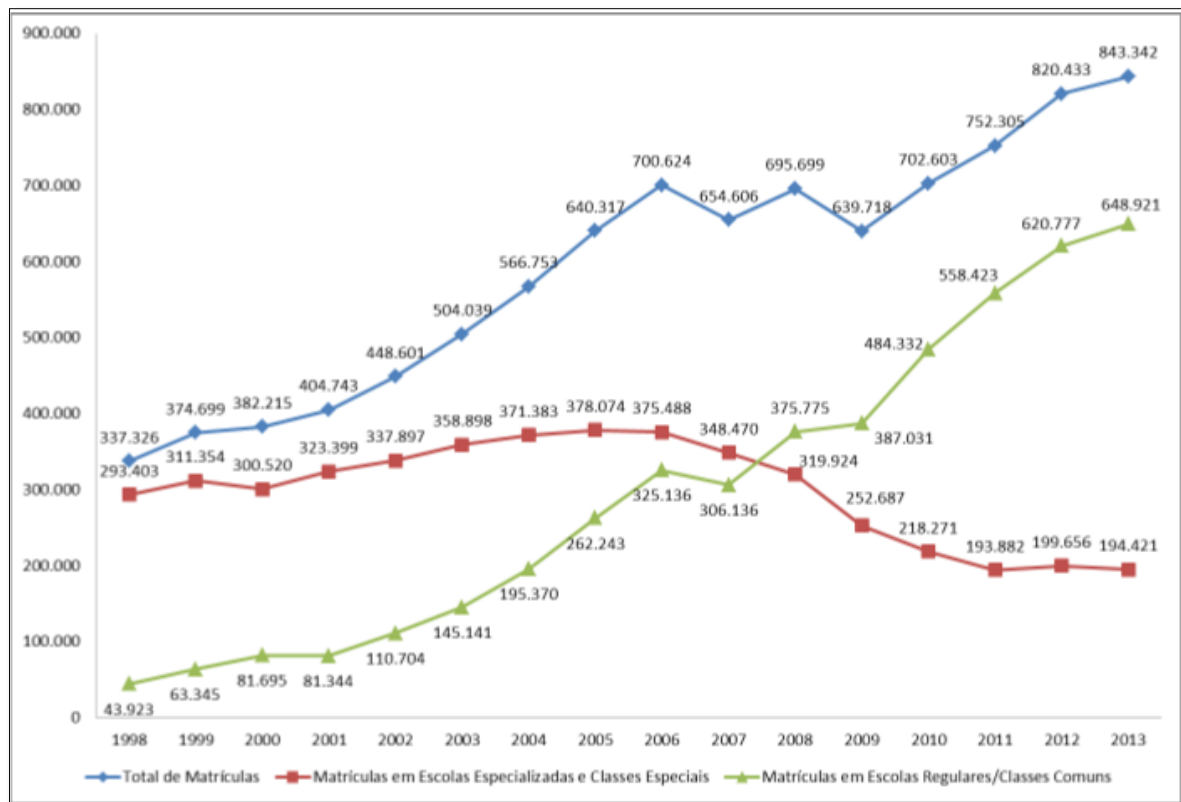
Gráfico 2: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Os alunos cegos que frequentaram a instituição chegaram a concluir a graduação ou pós-graduação em música?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Este confronto inicial com a realidade aloca em detrimento o documento do MEC/SECADI (2014), intitulado: “Política Nacional de Educação Especial na Educação Inclusiva”. Na seção III do documento supracitado, há um gráfico que elucida um alto índice de matrículas na rede ensino — incluindo o ensino básico e superior — entre os anos de 1998 até 2013. Assim, os dados numéricos apenas evidenciam o fator da “da efetivação de uma matrícula”, mas não a permanência e a conclusão, tendo em vista ser um texto do próprio Ministério da Educação. Eis o gráfico:

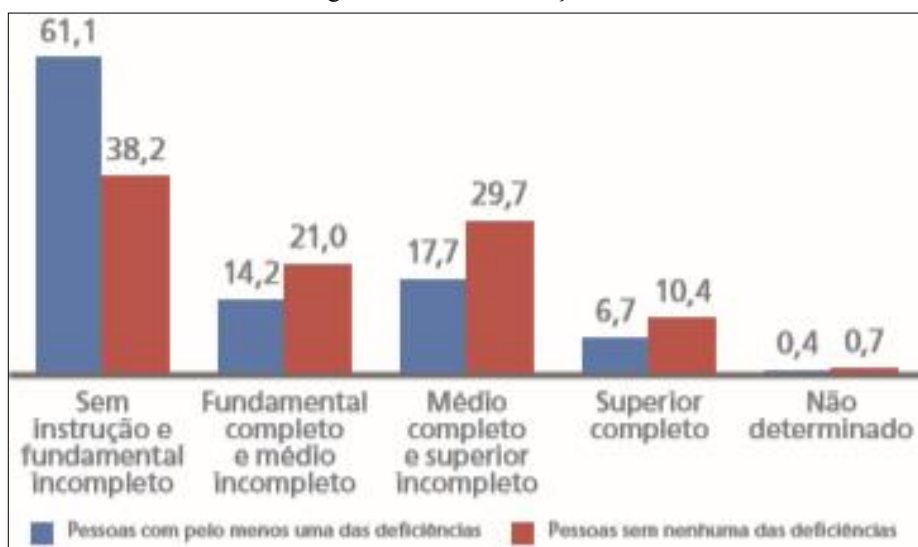
Gráfico 3: Número de pessoas com deficiência matriculadas na rede pública e privada de ensino.



Fonte: MEC/SECADI (2014: 08)

Como visto, a permanência e o êxito do aluno em seu percurso de ensino-aprendizagem não são evidenciados, sendo aparentemente a superficialidade de seu ingresso em uma instituição de ensino apontada como um índice positivo de inclusão. O que de frente para o segundo questionamento e sua resultante numérica, mostra uma realidade negativa, a evasão de alunos dos cursos superiores em música. O censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), publicado na “Cartilha do Censo 2010: Pessoas com Deficiência” em 2012, já elucidara esta evasão de modo específico no âmbito do ensino superior. Em dados numéricos apenas 6,7% da população brasileira que apresenta algum tipo de deficiência possuía diploma de curso superior. Como pode ser visualizado no gráfico abaixo:

Gráfico 4: “Distribuição percentual da população de 15 anos ou mais de idade por pelo menos uma deficiência investigada e nível de instrução”



Fonte: Cartilha do Censo 2010 – Pessoas com Deficiência (2012: 17)

Por si, os fatos acima delineados nos fazem questionar: onde está a efetivação prática das leis, decretos, diretrizes e emendas constitucionais aqui supracitadas?

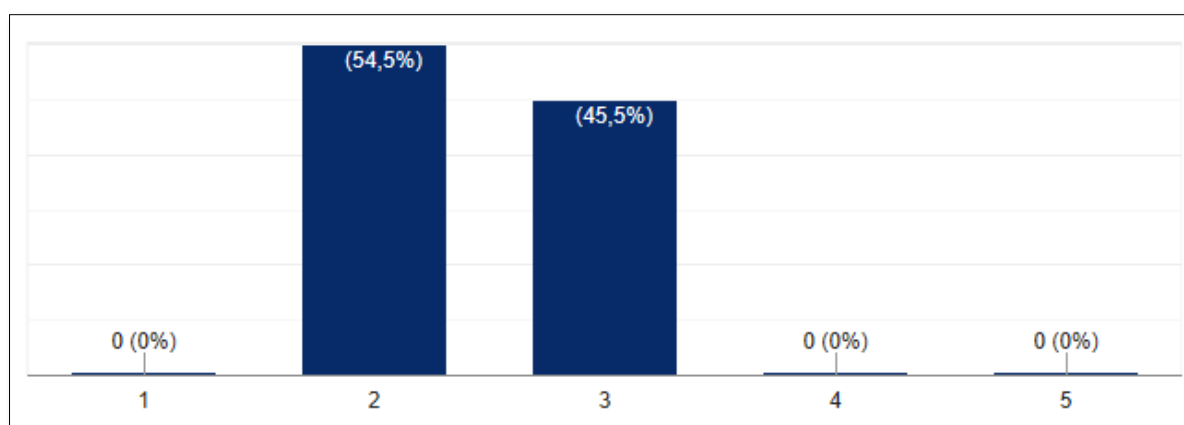
Imergindo no âmago das linhas que estruturam os documentos legislativos de acessibilidade educacional, e em si as resoluções³⁰ universitárias, questiona-se aos docentes: **Sabendo que as instituições de ensino superior brasileiras possuem diretrizes legislativas acerca da acessibilidade educacional que assegurarão: recursos educativos, métodos, técnicas e**

³⁰ Exemplos de Resoluções de Instituições públicas de Ensino Superior: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Resolução 212/2017. Disponível em: < <https://www.ufrgs.br/incluir/wp-content/uploads/2017/07/Dec212-17-Altera-Dec-268-2012-Acoes-Afirmativas-e-Resolucao-46-2009.pdf>>. Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Resolução 121. Disponível em: < <http://www.ufma.br/portaUFMA/arquivo/boZYWHm4X6XtB9a.pdf>>.

currículos para atender às necessidades educacionais especiais, os cursos de música ofertados pela sua instituição estão preparados para receber alunos com deficiência visual?

Esta pergunta teve por base a estrutura da Escala Likert de cinco pontos. Onde se tem: 1 – Totalmente Despreparada; 2 – Parcialmente Despreparada; 3 – Neutra e em busca de preparação; 4 – Parcialmente Preparada; 5 Totalmente Preparada. Desta forma, se obtém os seguintes dados em gráfico:

Gráfico 5: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Sabendo que as instituições de ensino superior brasileiras possuem diretrizes legislativas acerca da acessibilidade educacional que assegurarão: recursos educativos, métodos, técnicas e currículos para atender às necessidades educacionais especiais, os cursos de música ofertados pela sua instituição estão preparados para receber alunos com deficiência visual?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados obtidos demonstram a parcial despreparação das instituições de ensino em relação ao que é descrito por legislações, decretos e até mesmo por resoluções internas das instituições públicas de ensino superior. Questionados pelos motivos que possivelmente estão por trás desta despreparação institucional, é possível destacar as seguintes descrições³¹:

- **Resposta do docente (KA):** Apesar de não termos alunos cegos na graduação é recorrente encontrá-los nos nossos cursos de extensão. Muitos desses alunos até almejam chegar à graduação, mas encontram vários entraves, especialmente pela instrução para a leitura musical com Braille. A UNIVERSIDADE (X) não possui ainda professores em número suficiente com a expertise na educação musical de cegos e/ou

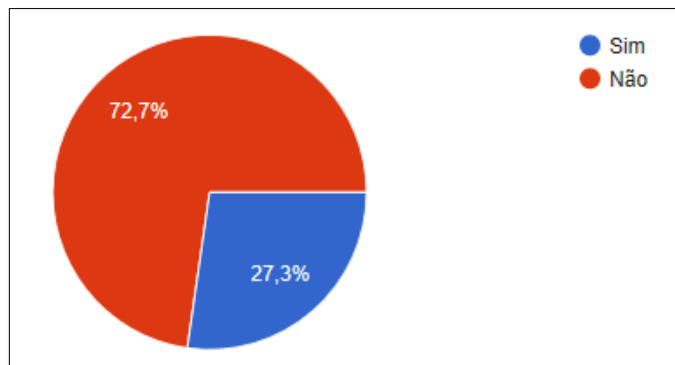
³¹ Faz-se necessário destacar apenas algumas respostas, ora pela quantidade (30 respostas) que estenderia demasiadamente a estrutura do discurso, como também, tornaria a perspectiva redundante. A identidade dos participantes foi preservada, utilizando pseudônimos.

deficientes visuais nos diversos níveis. Quanto à graduação sabemos que a prova específica de música causa vários problemas ao aluno pois, mesmo com o comprometimento da Comissão Permanente do Vestibular (COPERVE) em atender, segundo a legislação, as especificidades dos deficientes, não torna o processo justo.

- **Resposta do docente (JB):** Há grupos de pesquisas em andamento sobre a temática "música e educação especial" no Curso de Música - campus de (IB), mas ainda em fase embrionária em relação da deficiência visual. Se houvesse um caso, temos profissionais que irão buscar se aperfeiçoar e pesquisar sobre metodologias e estratégias, mas ainda não dispomos de recursos no nosso campus para esse tipo de atendimento.
- **Resposta do docente (TC):** Às obrigações que a legislação impõe não correspondem valores orçamentários para que as instituições de ensino possam reformar e adaptar seus espaços físicos, adquirir equipamentos e capacitar docentes.
- **Resposta do docente (GD):** A infraestrutura é precária, mas temos professores com formação e produção importantes em acessibilidade.
- **Resposta do docente (ER):** Não há política de atendimento específico ao deficiente visual; o professor tem de dar atenção a uma turma de 40 alunos e ainda mais reservar horário extra durante a semana para atendimento específico do aluno, além de ter de desenvolver didática específica para ele. Não há estagiários/bolsistas designados para que o ajude em suas tarefas acadêmicas; há sim um bolsista designado que o guia pelo campus e não faz mais nada.

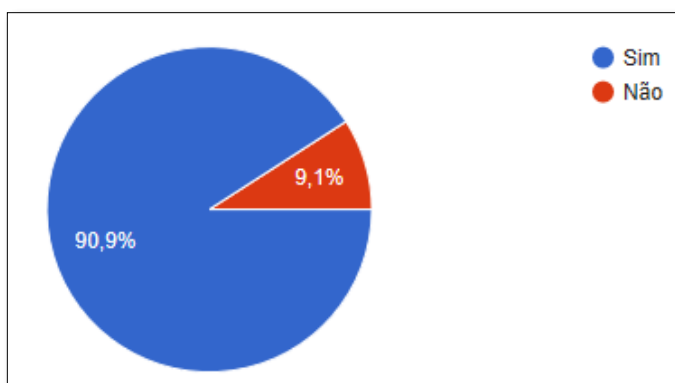
As respostas demonstram, carência de estruturas físicas e de apoio pedagógico, estruturações acadêmicas em nível ainda embrionário e falta de recursos financeiros para desenvolver a estrutura das instituições. O que impacta negativamente na continuidade de alunos deficientes visuais nos cursos de graduação em música. Adentando na especificidade da Regência ofertada como disciplina nas instituições inquiridas, através do questionamento: **Houve ou há alunos cegos cursando a disciplina de regência?** Evidencia um dado negativo considerando que as instituições respondentes — através de seus docentes de regência — possuem a disciplina sendo ofertada na grade curricular dos seus cursos de graduação.

Gráfico 6: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Houve ou há alunos cegos cursando a disciplina de regência?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 7: estruturado a partir das respostas obtidas referente ao questionamento: “A disciplina de regência é ofertada na grade curricular da graduação em música (licenciatura e/ou bacharelado)?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ora se 90,9% das instituições ofertam a disciplina como elemento constituinte da grade curricular de seus cursos de graduação, o que de fato ocasiona a discrepância de 72,7% de seus docentes afirmarem que alunos cegos não cursaram ou concluíram a disciplina? De forma a ponderar tal reflexão, os docentes elencam uma série de itens que consideram factuais a fomentar este ponto negativo. Sendo este:

- Ausência ou desconhecimento de procedimentos metodológicos que tornem acessível os aportes técnicos da regência por parte do docente;
- Inadequação da estrutura física do departamento;
- Ausência de um núcleo de transcrição do material teórico para braile;
- Impossibilidade de realizar audiodescrição durante as aulas práticas;

- Impossibilidade de dar atenção a alunos normovisuais e cegos na mesma classe;
- A enorme temporalidade necessária ao processo de ensino-aprendizagem de um aluno deficiente visual.

As linhas até então percorridas, estruturam outras reflexões: de que lado está a deficiência? Seria então parte de um sistema educacional ponderado em escritos que não são colocados em prática? Seria por parte do docente ora por possivelmente negligenciar aperfeiçoamento profissional, seja por não receber estruturas que lhe possibilitem a trabalhar com determinado público alvo, ou por desacreditar no desenvolvimento de uma pessoa com deficiência? Seria então por parte do próprio aluno em se colocar na condição de incapaz frente ao discurso social abalizado pela visualidade? Em suma, muitas vezes a (d)eficiência não passa de palavra escrita em um papel.

Há um leque de pesquisas que circundam tais inquietações no tentame de encontrar possíveis respostas, e que demonstram a quebra da estagnação frente as dificuldades encontradas ao prover as necessidades educacionais especiais. Emerson Duarte (2009), descreve na sua dissertação de Mestrado intitulada: *A inclusão de pessoas com deficiência nas instituições de ensino superior e nos cursos de educação física de juiz de fora pede passagem. E agora? Os desafios encontrados na inclusão de alunos com deficiência no Ensino Superior. Ponderando a “necessidade contemporânea de estabelecer processos e metodologias, em políticas educacionais, que contemplem um Ensino Superior atento à diversidade humana.”* (Mauá, 2017: 10)

Ao imergir no âmbito musical, Mauá (2017), em sua dissertação de Mestrado intitulada: *Ensino de música para cegos sem braille: desafio ou loucura? A eficácia do ensino de música para adultos com deficiência visual adquirida sem conhecimento de musicografia braille*³². Tem por base metodológica a Investigação-Ação frente a realidade cotidiana do autor, enquanto coordenador e regente do projeto Música Transformando Vidas³³. Expõe elementos que deprime a carência e dependência da leitura da Musicografia Braille no processo de musicalização de adultos cegos. Exprime que a estruturação de procedimentos metodológicos

³² Sistema que tem por base a estrutura braille para a notação musical (Krolick, 2004).

³³ O projeto Música Transformando Vidas, vem atuando de modo específico na musicalização de adultos cegos, sendo reconhecido pelos governantes da Cidade de Santos (SP) Fonte: Disponível em: <<http://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/projeto-musica-transformando-vidas-e-declarado-de-utilidade-publica>>

embasados pela realidade de classe, considerando as particularidades dos alunos, logram êxito no processo de ensino:

Dentre os objetivos gerais e específicos desta Investigação-Ação, o estudo constatou a eficácia do ensino musical de adultos com deficiência visual adquirida. É possível sim, a partir do acolhimento, de aulas planejadas e concertos compartilhados, seguindo métodos, da prática para a teoria, por meio de atividades de solfejo e memorização, fazer com que pessoas leigas em música voltem a ter interesse na vida e aprendam instrumentos musicais. A intenção desse estudo é que os dados e análises realizadas sejam relevantes para aqueles que educam, cuidam ou trabalham com pessoas com deficiências visuais, adultos ou não (Mauá, 2017: 101).

Ana Carrolo (2009) deficiente visual, coloca a articulação comunicacional de performers normovisuais e cegos, na busca da compreensão dos elementos circundantes que influenciam a interatividade desta comunicação na música de conjunto. Sua reflexão acadêmica questiona: “quais as estratégias concebidas para uma interação e sincronia eficiente desenvolvidas pelos músicos quando confrontados com a incapacidade visual de um dos membros do grupo?” Portanto, para além do confronto com a realidade, se tem o fato da própria autora ser uma musicista com deficiência visual. Sua investigação exprime duas considerações acerca da interação comunicacional entre os músicos (Carrolo, 2009: 83):

- “Uma estratégia alternativa de interação baseada na respiração que parte exclusivamente da intenção do músico invisual para melhorar a sua interação com os outros e não de uma estratégia previamente estabelecida em conjunto”;
- “Uma estratégia adotada de forma individual pelos músicos invisuais e cinco planejadas em grupo para a sincronização, umas alternativas, outras próprias da visualidade”.

Apesar de Carrolo (2009) tratar do âmbito performativo, ela expõe a inquietação na busca de meios de dirimir as eventuais faltas comunicacionais na interação entre músicos cegos e normovisuais. Esta perspectiva, pode ser transposta para a interação professor < > aluno (cego) em realidade de classe, na busca pela comunicabilidade dos conteúdos musicais.

Os trabalhos acadêmicos levantados exprimem em comum a concordância na investigação sobre a estruturação dos caminhos metodológicos para a acessibilidade do aluno cego nas perspectivas: da musicalização (Melo, 2011; Oliveira, 2013), da prática performativo-musical em grupo (Marques, 2016; Cezaro, 2014) e do ensino-aprendizagem individual do instrumento

(Guerreiro, 2014). O que exprime o possível ineditismo das reflexões expostas no decurso desta pesquisa.

1.1.2. Incluir e/ou integrar: eis o desafio

A resposta intuitiva dada ao meu primeiro aluno cego de regência — que ele seria capaz de cumprir os requisitos práticos da disciplina — me inquietou por buscar a quebra dos desafios que circundam a possível dependência da visualidade no campo da construção técnica da regência. Porém, o primeiro ponto reflexivo foi de como distribuir de forma equilibrada a atenção entre um aluno cego e trinta e nove normovisuais, e fazer com que este aluno participasse das mesmas atividades que os demais discentes. O passo inicial para desconstruir tal impasse, foi diluir a possível construção de atividades que criassem uma dualidade entre atividades específicas para um aluno, e outras para um grupo. O discurso destas linhas evoca a compreensão conceitual de: *Inclusão e Integração* (Duarte, 2009).

A definição de *Inclusão* no dicionário Aurélio (2004: 469)³⁴, expõe: “[...] relacionar. Estar incluído ou compreendido; fazer parte; inserir-se”. Conquanto ao dicionário Houaiss (2015: 533), exprime diretamente que inclusão é a “inserção de [...] alguém em um grupo”. No Aurélio (2004: 484) *Integração* é: “tornar-se parte integrante”. Complementando este sentido, Houaiss (2015: 550), evidencia o significado de: “incluir-se em um grupo, formando um todo coerente [...] formando um todo harmonioso”. Apesar da correlação dos significados nos dicionários convergirem na mesma direção, o que emerge como problematização consiste em como trabalhar as desigualdades dentro de uma determinada igualdade.

Oriundo dos países escandinavos e desenvolvido na Américas do Norte, a concepção de *integração* chega ao Brasil em meados dos anos 70, com discurso calcado em defesa da aprendizagem dos alunos com dificuldades específicas ou com alguma deficiência (Borges *et al.*, 2012). Na perspectiva de Borges, Pereira, e Aquino (2012), Mantoan (1998; 1997) e Silva (2009), a crítica recai sobre o discurso integracionista por proferir uma pseudo realidade de integração.

Partindo do ponto de vista de Silva (2009):

³⁴ Ferreira, Aurélio Buarque de Holanda. 2004.

As primeiras experiências de integração destes alunos em classes regulares corresponderam à intervenção centrada no aluno. O apoio decorria em salas próprias para o efeito, após um diagnóstico do foro médico ou psicológico. Era equacionado de modo a não provocar qualquer perturbação na turma do ensino regular, nomeadamente porque a permanência destes alunos na escola não acarretava mudanças a nível do currículo, nem a nível das estratégias pedagógicas utilizadas. (Silva, 2009: 141)

Mantoan (1997) dissera que:

Integração escolar, cuja metáfora é o sistema de cascata, é uma forma condicional de inserção em que vai depender do aluno, ou seja, do nível de sua capacidade de adaptação às opções do sistema escolar, a sua integração, seja em uma sala regular, uma classe especial, ou mesmo em instituições especializadas. Trata-se de uma alternativa em que tudo se mantém, nada se questiona do esquema em vigor”. (Mantoan, 1997, p. 8)

E, ainda:

Portanto, nada mais era do que homogeneizadora buscava implantar práticas comuns a todos os alunos, tentando desempenhar sua aspiração de igualdade de oportunidades. Todavia, o aluno que apresentasse uma necessidade educacional especial não poderia estar inserto nela, porque, assim, seria deflagrada uma situação de heterogeneidade, princípio oposto ao almejado por esta instituição. Foi dessa forma que as escolas especiais foram cunhadas, preferencialmente por categorias, permitindo, então, que as tradicionais funcionassem de forma homogênea [...]. (Costa, 2013: 27)

Há três perspectivas distintas. A primeira delinea uma espécie de triagem para que o aluno com deficiência fosse “considerado apto” a frequentar a sala de aula com os demais alunos tidos como “normais”. Mesmo com este procedimento, a instituição não flexionara procedimentos metodológicos que favorecessem a integração de fato deste aluno. Congruentemente a esta atitude, a segunda descrição acima citada, coloca a total responsabilidade e unilateralidade na possível capacidade do aluno com deficiência, de se integrar ao contexto de ensino ao qual foi exposto. Evidenciando um sistema de ensino engessado. O terceiro aspecto, traz traços de uma integração voltada para “práticas comuns” a todos os alunos. Porém, contraditoriamente expõe uma realidade que aparta o aluno desta possibilidade de integração, a partir do momento que este apresentasse a necessidade educativa especial.

O discurso proferido por estes autores possui um eixo comum que abarca a defesa em prol de um atendimento diferenciado no constructo didático, metodológico ou a nível pessoal. A elaboração e desenvolvimento deste ponto de vista, o discurso basilar: integrar, cai em contradição, uma vez que passa a tratar de forma diferenciada aqueles que recebera de modo igual. A disparidade é percebida a partir do momento em que se percebe a imprecisão provocada

pelo desejo de integrar o “diferente” e a perspectiva de atuação sobre as necessidades específicas (Beyer, 2002). Este ponto torna factual e realista pensar que compreender extremos heterogêneos, em que, por exemplo: se têm alunos com alto grau de autismo e alunos tidos como normais em uma mesma classe, deprime o aspecto de integração por ser inconciliável demandas específicas e distintas no mesmo âmbito. É neste sentido que o princípio de integração depende de uma fundamentação pedagógica calcada no contexto real da situação de classe, em suma se torna problemático o querer: “tratar por igual” realidades que realmente necessitam de um atendimento diferencial (Watzlawick, 2011).

Essas exposições mostram de fato um lado de execução pedagógica de ensino, ao mesmo tempo, evocam minhas próprias memórias. Em conversas com outros professores de regência para coletar dados investigativos, foi exposto um conjunto de elementos que enfatizam a necessidade de arquitetar preceitos metodológicos que propiciem a acessibilidade técnico-basilar da regência e a integração de alunos cegos, um dos entrevistados enfatizou que: “para ensinar técnica da geometria dos compassos a um aluno cego, basta lhe guiar pela mão”.

A asseveração exposta, permite gerar diversas reflexões. Primeiro, a realização deste procedimento permite uma certa “inclusão”, mas desfavorece a integração do aluno cego em atividades que podem ser realizadas em conjunto; como segundo ponto: reflete o quanto nós professores ainda subestimamos a capacidade de aprendizado de um aluno com deficiência; em terceiro, ao subestimar o aluno deficiente, o professor se priva de refletir a arquitetura de procedimentos metodológicos que promovam a inclusão e integração deste aluno. Esta evidenciação mostra de fato uma realidade que se mantém atual, em que nos fundamentamos em relação ao sujeito cego a partir das concepções e reflexões já fundamentadas pelo modo de pensar e agir do mundo normovisual. É como expusera a autora Maria Borges (*et al*, 2012):

Em síntese, encontramos linhas de posicionamento distintas acerca da integração: existem os defensores da inclusão de forma ingênua, destacando os seus pontos positivos e a sua viabilidade; numa outra perspectiva, os mais críticos colocam-se a denunciar as contradições e a falsidade desse discurso. Assim, os defensores desse ideário, de um lado, assumem uma posição ingênua perante a realidade, pois ao pretender igualar o desigual, assumem a não tolerância à diferença e o não reconhecimento da diversidade humana. Por outro lado, não percebem a amplitude maior da questão das desigualdades (Borges *et al*, 2012: 04)

As palavras da autora supracitada permitem evocar o peso consubstancial da reflexão perante a realidade ao qual o professor se depara, como catalisador que propiciará a possível articulação de novos procedimentos metodológicos que de fato permitam um diálogo recíproco e exequível

da inclusão e integração de alunos com deficiência no contexto de classe. Não é o intuito aqui retirar a necessidade e a importância de se ter um aparato teórico, leituras de textos acadêmicos e do processo de levantamento bibliográfico, mas evidenciar de que ainda é corriqueiro se deparar com discursos que se fundamentam apenas no “segundo fulano ou cicrano”, para então somente depois disto ir para a ordem prática, como pôde ser averiguado em Borges (*et al*, 2012).

O percurso do viés teórico da perspectiva inclusiva — nos escritos de Kassar, (2014), Paulon, Freitas, e Pinho (2005) — nasce como reflexo contrário dos ideais de integração. “Trata-se de uma nova expressão que vem fazer da integração uma obrigação de todos: a inclusão, que significa que a resposta às necessidades pedagógicas de todos os alunos se faça no mesmo contexto através de atividades comuns, embora adaptadas” (Borges *et al*, 2012: 04).

Como desdobramento da Inclusão, as adaptações de conteúdos precisam ser contextualizadas em relação a realidade ao qual serão aplicadas. Para os autores Filidoro (2001) e Paulon (*et al*, 2005), o constructo de uma adaptação de conteúdos não está exclusivamente embasada no aluno, mas considera o encontro convergente do aluno, sua história, a instituição de ensino e suas normatizações, o docente e sua experiência, estes fatores implodem a visão de se pensar um modelo de adaptação fechado aplicável a todos os contextos de ensino. Desta forma, se arquiteta o pensamento de que as adaptações são estruturadas a partir de cada particularidade contextual de classe, longe de um molde universal comum a todo e qualquer realidade de ensino. Como ver-se-á no subcapítulo 1.3.2, algumas das adaptações que tiveram seu êxito com um determinado perfil de aluno, não são exequíveis a outros alunos cegos.

Outro ponto adjacente ao elo da adaptação, é a compreensão pouco delimitada entre diferença e desigualdade (Simonelli, 2009). Os pensamentos convergentes de Borges (*et al*, 2012), Takemoto (2007) e Watzlawick (2011), explicitam que a falta de distinção destas perspectivas, torna o discurso inclusivo de muitos autores fragilizado, pois igualam, embaralham, diferença e desigualdade tornando ambas como uma só. Assim, dissera Gilles Deleuze:

[...] de um lado, trata-se de determinar as diferenças de natureza entre as [situações]: é somente assim que se poderá “retornar” às próprias [situações], dar conta delas sem reduzi-las a outra coisa, apreendê-las em seu ser. Mas, por outro lado, se o ser das [situações] está de um certo modo em suas diferenças de natureza, podemos esperar que a própria diferença seja alguma coisa, que ela tenha uma natureza, que ela nos confiará enfim o Ser. (Deleuze, 2006: 49)

É necessário ter em mente que a diferença não está discriminada pelo fato de uma pessoa ser deficiente, todos nós como seres humanos possuímos nossas particularidades/necessidades

peçoais que em um determinado momento de vida necessitará de auxílios adaptativos. Portanto, o ponto de vista Borges (*et al*, 2012), complementa que:

[...] a diferença diz respeito às nossas características biológicas e as desigualdades às nossas diferenças sociais. Desta perspectiva, existe diferença na diferença e desigualdades nas diferenças. A prova disso é que dois alunos cegos, favelados ou abandonados, são completamente diferentes e desiguais socialmente, com história e necessidades distintas. Dessa forma, duas pessoas podem ter em comum uma deficiência, ou uma condição social qualquer, porém, continuarão tendo histórias e processos de aprender diferentes um do outro. (Borges *et al*, 2012: 06)

Estas linhas evidenciam que o âmbito da inclusão tem por base arquitetônica apoiada sobre a concepção de diferenças, algo inerente e singular a todos os sujeitos (Paulon, Freitas, e Pinho, 2005). “Se antes a integração defendia o discurso da igualdade abstrata entre os homens, afirmando que todos são iguais, agora, o princípio da inclusão afirma que todos nós somos diferentes, e por isso, devemos permanecer juntos” (Borges *et al*, 2012: 07). Conseqüentemente se engendra a igualdade dos sujeitos perante a diferença e desigualdade por comumente possuírem a constatação de que a diferença é inerente a todos os seres. (Dias *et al*, 2016; Watzlawick, 2011).

Apesar das delineações críticas remissivas aos dados numéricos elucidados no documento MEC/SECADI (2014) — explicitados no subcapítulo anterior — há uma concepção denominada “Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva”. Este ponto de vista objetiva a integração ativa e participativa dos estudantes com deficiência nas instituições de ensino, norteando-os a efetivar as respostas necessárias as perspectivas educacionais especiais. Logo, o documento delinea as seguintes premissas (MEC/SECADI, 2014: 10), das quais destaco:

- “Transversalidade da educação especial desde a educação infantil até a educação superior”;
- “Atendimento educacional especializado;
- “Formação de professores para o atendimento educacional especializado e demais profissionais da educação para a inclusão”
- “Acessibilidade urbanística, arquitetônica, nos mobiliários e equipamentos, nos transportes, na comunicação e informação;
- “Articulação intersetorial na implementação das políticas públicas”.

De um lado se têm a conceituação de inclusão. Âmbito que se estrutura na acepção de implementações de políticas públicas irrestritas à relação dialógica professor < > aluno, todavia estruturada como princípios educativos para todos e valorização da diferença (Paulon *et al*, 2005). É congruente pensar que: “Inclusão trata de como nós lidamos com a diversidade, como lidamos com a diferença, como lidamos (ou como evitamos lidar) com nossa moralidade. A inclusão celebra a diversidade” (Simonelli, 2009: 45). Do outro, complementando esta relação dialógica, se têm a articulação da Educação Especial. A aplicabilidade funcional parte do princípio de identificar, elaborar, e organizar procedimentos metodológicos e pedagógicos acessíveis, ponderando as necessidades particulares dos estudantes no intuito de dirimir as lacunas e barreiras que impossibilitem a efetivação participativa e plena deste aluno (MEC/SECADI, 2014). Este diálogo da Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva afasta o pensamento — outrora já abordado por: Beyer (2002), Simonelli (2009) e Borges (*et al*, 2012), por exemplo — de que a exclusão e, ou inacessibilidade seja considerada um processo natural do cotidiano da vida em sociedade.

Averiguando em si minha realidade prática de ensino da regência para alunos cegos, me deparo que nem sempre inclusão significa estar integrando e, integrar com perspectiva inclusiva consiste em um processo desafiador, pois o próprio percurso do arcabouço teórico da perspectiva de integração e inclusão, já denotara este fator. Ora demonstram uma relação conceitual contraditória, ou articulam a exposições de ideias que são insuficientes na exequibilidade prática. Entretanto, é de fato importante frisar que uma articulação recíproca e dialógica de inclusão e integração consiste como desafio, porém, tangível.

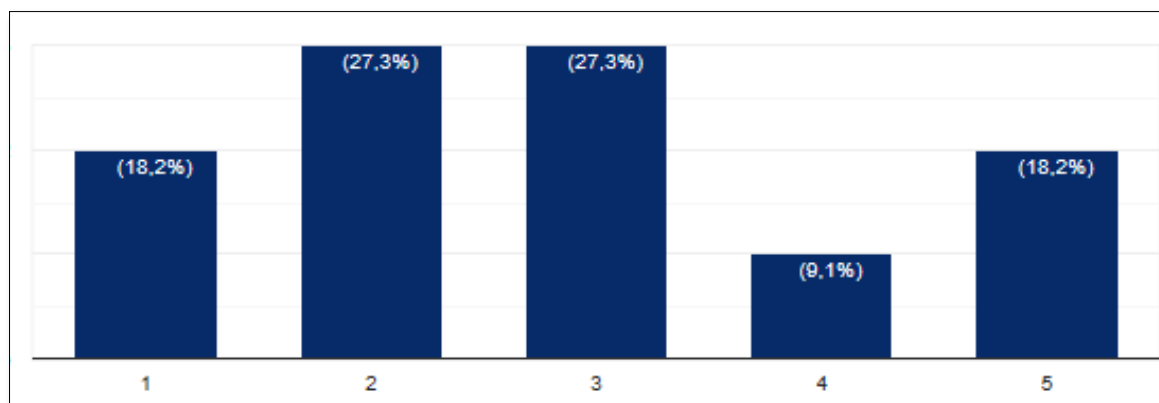
A minha experiência enquanto docente da disciplina de regência na UFRN, me permitiu refletir acerca de dois fatores para alcançar a possível tangibilidade prática deste processo de inclusão com integração. O primeiro fator consiste sobre a formação dos professores, o segundo, é o que Paulon (*et al*, 2005) descreve em seus textos e denomina de equipe interdisciplinar.

Neste processo de inclusão com integração, a formação do professor consiste como ponto emergente. Para os autores Drago e Manga (2017), este fator incide como temática em âmbito nacional e internacional, sendo coligada a realidade deste profissional trabalhar com a diversidade presente em uma instituição de ensino. “Nesse contexto, essa formação, inicial e continuada, precisa ter relevância não apenas no contexto comum de ensino de alunos sem deficiência, mas também nos aspectos concernentes ao ensino e aprendizagem de alunos que compõem o público-alvo da Educação Especial” (Drago; Manga, 2017: 293). O sentido do

“despreparo dos professores” para lidar com esta realidade se estrutura como um dos elementos de obstáculo na promoção da educação inclusiva e integrativa.

Indo no campo específico do ensino da regência, os dados colhidos através de questionário virtual aplicado aos professores de regência das instituições públicas de ensino superior — primeiramente evidenciado no Cap. 1.1 — demonstram que apenas 18,2% (de 30 respostas), se consideram totalmente preparados para enfrentar as particularidades do ensino para pessoas cegas. 27,3% são neutras e, somando os dados abaixo dos pontos (1) e (2), 45,5% se consideram possivelmente despreparados para a realidade.

Gráfico 8: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Supondo que você tivesse que ministrar aulas de regência e que na sua classe você tivesse um aluno deficiente visual, estarias preparado para direcionar o conteúdo técnico e teórico da disciplina para ele?”. (Considerando 1 total despreparo e 5 para totalmente preparado).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Novamente se traz à tona, mas na perspectiva da formação do professor, o dinamismo relacional com o contexto real de classe. Para a autora Valladão (2001), a crítica recai sobre a estruturação curricular das licenciaturas que se engendram em perspectivas teóricas e se apartam de práticas pedagógicas que necessitam de serem corroboradas através de procedimentos práticos, no decorrer do cotidiano dos alunos com necessidades educativas especiais. Assim, as delineações discorridas evidenciam a necessidade constante de se ter na formação inicial e continuada dos professores modificações que tentem diluir a “deficiência” acerca do conhecimento prático das necessidades da educação especial na perspectiva da educação inclusiva. Desta forma reforça a autora:

Faz-se necessário a criação de condições que propiciem aos professores uma habilitação sólida e integral, capaz de trazer mudanças para sua prática pedagógica, para que eles tenham condições próprias de organizar e avaliar sua atuação, e planejar

e transformar seu trabalho em função da compreensão da realidade do aluno (Valladão, 2001: 28)

Como dissera no início deste subcapítulo, minha atitude em primeira instância foi intuitiva — apesar de ter minha base acadêmica construída na Licenciatura em Música — o que reforça a evidenciação da formação continuada do profissional da educação. Tal fator não consistiu como elemento negativo impactante, mas como impulsionador na busca por meios de contornar minha própria “deficiência” pedagógica. O passo inicial para dirimir este fator, foi estabelecer contato direto, com uma equipe interdisciplinar — como será abordado em específico no subcapítulo seguinte.

1.2 Equipe interdisciplinar: O SEMBRAIN

A equipe ou um núcleo interdisciplinar, consiste como elemento facilitador do desenvolvimento das atividades do professor em classe. Neste processo dialógico, é mister o contato comunicacional interdisciplinar com profissionais de outras áreas. Na perspectiva musical, consistem como exemplos, o campo da: educação musical, harmonia e percepção, e/ou musicografia braille. Este contato, não se restringe apenas ao âmbito profissional do docente, mas quando necessário dialoga com a medicina, psicologia e fisioterapia, por exemplo.

Nesta relação dialógica interdisciplinar, as resultantes se apresentam como modificações consistentes e possivelmente exequíveis no contexto ao qual o docente se encontra (Zerbeto *et al*, 2015). “Supõe que o professor além de ser apoiado em sua prática pedagógica por uma equipe de profissionais, também é parte atuante desta equipe interdisciplinar, pois é ele que detém um ‘saber fazer’ com relação à aprendizagem, que o habilita a propor adequações, partindo de cada situação particular para favorecer uma proposta inclusiva” (Paulon *et al*, 2005: 31).

Como núcleo de apoio interdisciplinar, e para atender as demandas específicas da Escola de Música da UFRN, foi instituído o Setor de Musicografia Braille e Apoio à Inclusão (SEMBRAIN)³⁵.

³⁵ As informações sobre o SEMBRAIN foram obtidas a partir do meu diálogo com o núcleo enquanto docente da Escola de Música da UFRN entre os anos de 2015 a 2019. Do mesmo modo em entrevista com a coordenadora do núcleo, Professora Ms. Catarina Shin Lima de Souza. Outras informações podem ser obtidas no site (sembrainemufnr.wordpress.com).

Exemplo 2: Setor de Musicografia Braille e Apoio à Inclusão (SEMBRAIN).



Fonte: Exemplo elaborado pelo autor desta tese com *Qr Code* para acessar informações audiovisuais complementares.

Inaugurado em 4 de dezembro de 2014, durante as atividades do II Encontro sobre ensino da música para pessoas com deficiência visual, O SEMBRAIN é estruturado a partir da parceria estabelecida entre a Escola de Música da UFRN e a CAENE/UFRN³⁶. A sua criação se estabelece como fator importante na diluição da exclusão e fomentador da prática inclusiva no âmbito musical, nos pilares de Ensino, Pesquisa e Extensão.

O SEMBRAIN não se restringe ao atendimento pedagógico de alunos com deficiência visual. Seu corpo estruturante formado por 4 servidores da UFRN, conta também, com a atuação de alunos bolsistas remunerados oriundos dos cursos de graduação da Escola de Música e de outros cursos da UFRN.

Comumente as universidades atuam com a indissociabilidade das esferas de ensino, pesquisa e extensão. Na UFRN, a extensão universitária é um viés forte que age como elemento de ligação interativa e transformadora entre a instituição e demais setores da sociedade. A extensão universitária rompe com os muros da instituição, possibilitando a transferência e aproximação da produção científica para a comunidade externa.

1.2.1 Ações do SEMBRAIN

O SEMBRAIN também atua na esfera da extensão universitária. A oferta de cursos propicia a acessibilidade da música em sua perspectiva instrumental ou teórica a pessoas com necessidade

³⁶ CAENE - Comissão de Apoio a Estudantes com Necessidades Educacionais Especiais.

educacionais específicas³⁷. A atuação nesta esfera, propicia um laboratório vivo para a aplicabilidade prática dos preceitos teóricos apreendidos em sala de aula, para os alunos da Licenciatura em Música, ao passo que oferecem um serviço educacional a comunidade.

Como reflexo destas ações de extensão universitária para a comunidade externa³⁸, possibilitou um crescente no número de alunos com necessidades educativas especiais ingressantes nos cursos de Graduação da EMUFRN. Com esta demanda houve a necessidade de realizar a adaptação, revisão e impressão de materiais didáticos para a acessibilidade musical e dos demais conteúdos necessários para as disciplinas ofertadas³⁹.

A produção de materiais didáticos acessíveis é realizada como elemento prático e avaliativo para os alunos que cursam a Licenciatura em Música da UFRN. Parte da necessidade curricular na formação inicial dos futuros profissionais da educação musical. É salutar destacar que a Escola de Música da UFRN, é pioneira na estruturação de um núcleo interdisciplinar de acessibilidade interno, bem como, na efetivação curricular de disciplinas obrigatórias na área da educação musical especial, sendo estas: Música e Educação Especial; Libras (Língua Brasileira de Sinais); Musicografia Braille I e Musicografia Braille II.

1.2.2 Reflexões sobre as ações do SEMBRAIN em minhas aulas

Para o desenvolvimento das minhas aulas com alunos cegos, o SEMBRAIN consistiu como um núcleo interdisciplinar facilitador dos procedimentos didáticos utilizados em aula. O diálogo estabelecido, atua dentro do conceito exposto pelos autores Silva (2016) e Kampwirth (2003), como Consultoria Colaborativa Escolar (CCE). Esta concepção não se restringe ao âmbito escolar do ensino básico, mas perpassa este, atingindo o ensino superior (Donati; Capellini, 2018). Como complementa a autora:

Esse modelo de prestação de serviços tem se mostrado eficaz ao ser aplicado para favorecer [ensino-aprendizagem] de alunos com diferentes necessidades educacionais, dentre elas alunos com deficiências, com dificuldades de aprendizagem

³⁷ São ofertados cursos de: Musicalização, Aprendizagem de Instrumentos: Violão, flauta, percussão, por exemplo; Musicografia Braille e Técnica vocal.

³⁸ Dentre as ações concernentes ao SEMBRAIN, há a realização anual desde 2013, de evento científico na área de música e inclusão com sete edições já realizadas, intitulado de: “Encontro sobre Música e Inclusão”.

³⁹ A adaptação de materiais acessíveis é também resultante da parceria do SEMBRAIN com a CAENE/UFRN, para a manutenção do Repositório de Informação Acessível da UFRN (RIA/UFRN). Além dos textos acadêmicos e de livros, há um número considerável de partituras transcritas para o Braille.

e problemas de comportamento, com diferenças culturais e linguísticas etc. As propostas desse serviço podem ser aplicadas em variadas situações [de ensino] que tenham como meta práticas educacionais que respondam às necessidades apresentadas pelos alunos (Silva, 2016: 48).

E, ainda:

Os modelos de colaboração [...] já são reconhecidos pela academia como estratégias eficazes para favorecer a inclusão escolar e podem ser propostos entre professores do ensino comum, professores do ensino especial e demais profissionais da [própria instituição de ensino]. Por meio da comunicação pode-se criar um clima de acolhimento e respeito mútuo entre todos os profissionais envolvidos, de forma a atender aos objetivos convergentes do professor, da [instituição] e das necessidades específicas de seu alunado. Dessa maneira, ressalta-se a importância de se criar uma cultura escolar colaborativa, pois o compartilhamento das ações, das estratégias pedagógicas e das responsabilidades entre todos da equipe escolar fortalecerão os princípios de [uma instituição] inclusiva que prima pelo desenvolvimento educacional de todos os alunos (Campos, 2018: 67).

Sintetizando a compressão remissiva a definição da CCE, se aponta o aspecto da oferta de apoio ao docente ou a comunidade pertencente a instituição de ensino. Sendo seu corpo estrutural formado por profissionais especialistas de diversas áreas, com vistas ao contexto de ensino ao qual solicita suas demandas. Nas palavras de Idol, Paolucci-Whitcomb, e Nevin (2000), a CCE está definida como um procedimento interativo que age na habilitação de profissionais para atuarem nas soluções das ações educacionais sobre o processo de ensino-aprendizagem. Deste modo, se coloca que: “A inserção de práticas colaborativas com equipes multidisciplinares nas [instituições de ensino] visando o trabalho conjunto mostrou ser benéfica para professores, alunos e os futuros profissionais” (Machado; Almeida, 2014: 03).

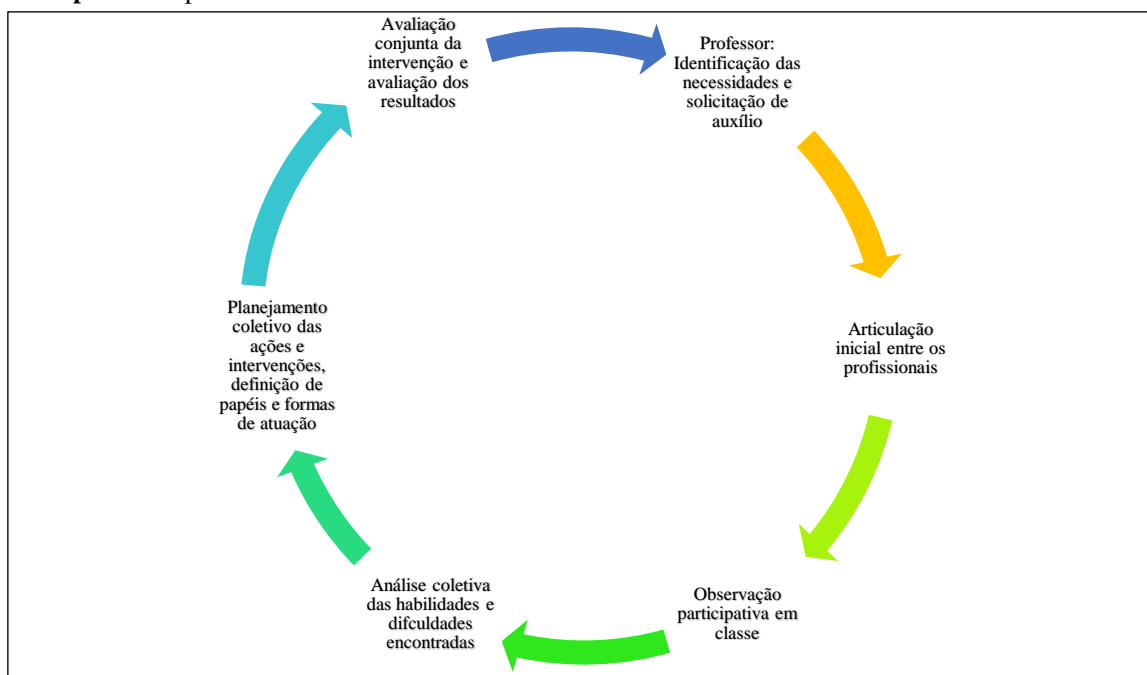
O desdobramento desta concepção estrutura três perspectivas — à luz dos escritos de Gargiulo (2003), Machado e Almeida (2014) — de atuação do CCE, sendo o diálogo com: 1 – Educadores da instituição e especialistas de outras áreas; 2 - O educador da instituição e o educador especial; 3 - equipes de serviços da própria instituição.

O meu diálogo com o SEMBRAIN atuou em duas das esferas da CCE acima citadas. Enquanto professor da disciplina de regência, busquei me inteirar das perspectivas práticas e teóricas com a professora coordenadora do núcleo interdisciplinar (item 2 acima citado), e ao mesmo tempo em que necessitava de um apoio pedagógico dos serviços de Musicografia Braille (item 3 supracitado).

A estruturação de etapas do CCE é definida por Idol (*et al*, 2000), Kampwirth (2003) e Silva (2016), como elementos cíclicos, sendo presente diversas variáveis, como “a habilidade dos

participantes em trabalhar colaborativamente, o desenvolvimento de habilidades interpessoais e de comunicação, a complexidade da situação, a identificação real do problema, as mudanças na dinâmica da sala de aula e da instituição” (Silva, 2016: 52). Segundo os respectivos autores, estas etapas incidem em seis pontos conforme exemplo abaixo e, ao mesmo tempo elucidam, a estruturação do meu diálogo com o SEMBRAIN.

Exemplo 3: Etapas da CCE.



Fonte: Exemplo elaborado a partir das estruturas apresentadas em Silva (2016).

A minha necessidade com o aluno cego teve dois pontos iniciais. O primeiro acerca dos elementos de acessibilidade das estruturas textuais e visuais, e o segundo a aplicabilidade de procedimentos práticos referente a técnica básica da regência, que possibilitassem a ação inclusiva e integrativa com a classe. Ao serem identificados estes pontos iniciais, foi solicitado ao SEMBRAIN a transcrição dos textos utilizados e partituras utilizados na disciplina para o Braille. Outro fator solicitado foi a atuação de um aluno bolsista, que porventura também estava cursando a disciplina de regência, para desenvolver atividades de audiodescrição dos elementos visuais — slides, por exemplo — no cotidiano das aulas quando necessário.

A evidenciação desta primeira etapa, realizada pelo professor, é de fato ainda inicial. A partir da interação que ocorre no segundo ponto da etapa — a articulação inicial entre os profissionais — é que se demonstra a profundidade da situação pelos atuantes no núcleo interdisciplinar, pois além de preceitos de apoio pedagógicos, eles agem na “utilização de estratégias que diminuam

a resistência do professor e seu sentimento de fracasso como educador” (Machado; Almeida, 2014: 05), perante uma realidade ao qual não está habituado

A forma de agir em classe precisa ser repensada. Ao ter um aluno cego em suas aulas, é necessário que o professor se informe acerca das particularidades do processo e dos meios que ajudarão a aprendizagem. O modo que ocorre a comunicação oral é o fator basilar, sendo ela salutar para a efetivação de todo e qualquer processo de ensino e aprendizagem. “Por não ter a visão, o aluno estimula os outros sentidos, a audição seleciona e codifica os sons que tem significado e que são úteis” (Caetano, 2012: 15).

A objetividade comunicacional deverá ser clara, nomeando, denominado, explicando, exemplificado e descrevendo, as diversas circunstâncias que necessitam e que corriqueiramente se apoiam na visualidade. As meras anotações em um quadro, por exemplo, e as referências de localização espacial, deverão ser verbalmente informadas, evitando a mera gesticulação (Caetano, 2012; Drago; Manga, 2017). Este fator corresponde da necessidade da observação participativa em classe, pois por não estar habituado com a particularidade do ensino para pessoas com deficiência visual, o *modus operandi* do professor poderá lhe conduzir a falta de articulação interativa com o aluno, assim prejudicando a assimilação dos conteúdos abordados⁴⁰. É neste sentido a importância de “estar atento em relação aos nossos preconceitos, gestos, atitudes e posturas, revendo nossas práticas convencionais, aceitando as diferenças como um desafio a ser vencido como uma ação natural das potencialidades humanas” (Caetano, 2012: 16). Esta necessidade ratifica que muitos conceitos são construídos e corroborados informalmente por sujeitos normovisuais, enquanto alunos cegos dependem de uma exposição estruturada destes conceitos para obterem o desenvolvimento apropriado dos fundamentos a eles relacionados.

Ao término das aulas de regência, sempre me reunia com os alunos pertencentes ao SEMBRAIN, e que estavam acompanhando a disciplina, para ponderar as ações metodológicas adotadas durante as aulas. Assim, incide a análise coletiva das habilidades e dificuldades encontradas. Esta pontualidade não deve advir apenas com os monitores e/ou professores, o

⁴⁰ Particularmente a disciplina de regência parte de preceitos gestuais de base técnico-gestual, são por exemplo, marcações de compassos, cortes e entradas. É desafiador perpassar uma simples oralidade indicativa destes preceitos básicos— em cima, para o lado, aqui ou ali, aberto ou mais fechado — quando a visualidade não complementa a oralidade.

diálogo também deverá ocorrer com o próprio aluno, pois “o estudante é a chave do plano e determina suas modificações futuras” (Machado; Almeida, 2014: 225).

A descrição destas três primeiras etapas, moldam as resultantes benéficas do processo da CCE, que são apresentada de acordo com Campos (2018: 69), nas linhas subsequentes:

- “A oportunidade para os consultantes de receber assistência para lidar com dificuldades pedagógicas e comportamentais dos alunos”;
- “A geração de ideias que acontece mais facilmente quando duas ou mais pessoas estão envolvidas na resolução de um problema. [...] Assim, oportuniza entre os envolvidos de aumentar e melhorar o seu conhecimento conceitual e tecnológico assim como suas habilidades interpessoais e suas atitudes intrapessoais”;
- “Sensação de segurança entre os consultantes que sabe que existe um profissional para ajudá-los na busca pela solução de um problema”;
- “Melhora nos serviços oferecidos para os alunos; potencial geração de ideias para o desenvolvimento e implantação de programas educacionais e facilitação na oferta de serviços com base nas necessidades de aprendizagem acadêmica e social”;
- “Oportunidade entre os envolvidos de compartilhar habilidades, aumento na comunicação entre os envolvidos, o que proporciona maior compartilhamento de recursos materiais e humanos”.

Ao mesmo tempo, esta evidenciação exemplifica a imersão em um processo de planejamento coletivo das ações e intervenções, definição de papéis e formas de atuação. Arquitetadas a partir da relação com a realidade de classe e discutidas em conjunto. Expande o leque de possibilidades de resoluções que não estão presentes nos âmbitos de ensino que se engendram numa visão engessada e tradicionalista. Visto que o dialogismo e a interação colaborativa em grupo a partir de um núcleo interdisciplinar — como o SEMBRAIN, por exemplo — possibilita um grau expressivo de reflexões e ações geradas em grupo, do que processamentos construídos isoladamente (Campos, 2018).

A avaliação conjunta da intervenção dos resultados, consiste em alta relevância para estruturar e reestruturar direcionamentos após a realização analítica dos sucessos e insucessos advindos das aplicações metodológicas em classe (Campos, 2018; Machado; Almeida, 2014; Kampwirth, 2003). É necessário revisitar a perspectiva de aplicação dos meios didáticos, pois a realidade

que se aplicou a um aluno ou classe, nem sempre será exequível em outra circunstância de ensino. Todavia, serve de base estrutural para a readaptação ao novo contexto em que for futuramente aplicado. No caso do autor desta tese, as ressignificações dos procedimentos adotados com o aluno Pedro, possibilitaram a aplicação com outros discentes cegos. É como descrito nas palavras de Machado e Almeida, (2014: 06), “escolher as intervenções menos complexas e apoiar-se nas que já existem; propor intervenções que requerem menos tempo; ter foco na intervenção e se necessário promover mudanças possíveis”.

Minha primeira experiência com alunos cegos, ocorreu durante o estágio supervisionado da Licenciatura em Música, realizado no Instituto de Educação e Reabilitação de Cegos do RN (IERC-RN), no ano de 2009. Desde então, não me ocorrera a situação de trabalhar com alunos cegos. Dado a este fator e a inexperiência com esta realidade, a minha aproximação e o apoio pedagógico ofertado pelo SEMBRAIN, favoreceram o desenvolvimento das aulas práticas de regência. Portanto, uma ação didática construída com base na CCE, possibilitou o desvencilhar e o constructo dos meios necessários que favorecessem a acessibilidade da regência para alunos cegos.

1.3 A disciplina de regência

A disciplina de regência é componente curricular obrigatório na grade curricular da Licenciatura em Música da EMUFRN. É comumente ofertada no segundo semestre de cada ano acadêmico da⁴¹ UFRN⁴². Sua característica mescla teoria e prática com formação de *ensemble* piloto, com os alunos matriculados na disciplina. A caracterização instrumental deste *ensemble* é heterogênea, ou seja, nem sempre a cada semestre dá para realizar uma formação somente com instrumentos de sopro, ou de cordas e, ainda uma forma equilibrada entre estas estruturas. Sempre factível, dado ao número de alunos constituintes, a estruturação de um *ensemble* vocal para execução de arranjos de nível simples.

Os elementos constituintes da primeira unidade se apoiam em textos acadêmicos, na literatura da regência em autores como, Max Rudolf (1994) e Harold Farberman (1997), por exemplo.

⁴¹ A estrutura da disciplina de regência da EMUFRN, foi apresentada ao autor desta tese e docente temporário da instituição, em julho de 2015, pelo coordenador dos cursos de graduação da Escola de Música da UFRN (documento no anexo C).

⁴² O ano acadêmico na UFRN é estruturado em duas etapas. Do mês de fevereiro a junho, corresponde ao primeiro semestre letivo, e de julho a dezembro o segundo semestre.

Por possuir um aspecto teórico, sua acessibilidade ocorreu sobre as transcrições textuais para o Braille. O que não apresentou enormes desafios, pois havia o apoio do SEMBRAIN. As estruturas que necessitaram mais atenção correspondem aos elementos práticos da regência apresentados na segunda e terceira unidade da disciplina.

1.3.1 O aluno⁴³ cego e sua resiliência acadêmica

Pedro Araújo⁴⁴ é natural da cidade do Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte. Ficou cego aos 23 anos de idade, como seqüela de um atropelamento sofrido em 2003. Os seus estudos iniciais em música, iniciaram por acaso na Associação de Deficientes Visuais do RN (ADEVIRN), no ano de 2010. Nesta instituição, Pedro ministrava aulas de informática para outras pessoas com deficiência visual, e ao presenciar informalmente algumas aulas de flauta doce⁴⁵, passou a frequentar o projeto que era desenvolvido por alunos e docentes da EMUFRN. Havia outras particularidades, por questões financeiras Pedro relata as dificuldades em adquirir o instrumento, além do choque de horários entre as suas aulas de informática e os de flauta doce. A solução encontrada, consistiu em vivenciar 20 minutos das aulas de flauta, por ser o tempo que sobrava do intervalo de uma aula para outra de suas turmas de informática.

No ano de 2011, o projeto de flauta doce deixa de ser desenvolvido na ADEVIRN, e passa a ser ministrado nas dependências da Escola de Música da UFRN. É neste momento que se estrutura na EMUFRN, o projeto de musicalização para deficientes visuais, do qual Pedro passou a frequentar. Esta vivência inicial serviu como preparação musical para que Pedro pudesse, em 2013, aplicar para o ingresso na Licenciatura em Música, assim ingressando no primeiro semestre de 2014.

No segundo semestre de 2015, por cumprimento curricular obrigatório da licenciatura em música Pedro se matricula na disciplina de regência. Mas pelo fato de ser cego, e de ter tido experiências negativas ao que tange a acessibilidade de preceitos práticos da música, o aluno desacreditava em uma participação ativa nas atividades. De tal modo, expusera em entrevista:

⁴³ Dados colhidos em entrevista realizada com Pedro Araújo em 10 de dezembro de 2017. Arquivo Mp3.

⁴⁴ Corresponde a um pseudônimo.

⁴⁵ Também conhecida como flauta de bisel.

- **Pedro Araújo**: tinha alguns professores que simplesmente não me davam atenção. Eu me sentia um vaso de decoração, um bichinho (coitadinho) que está em sala de aula, tá ai, “aprendendo”. Alguns professores não sentiam este interesse de realmente chegar até mim e orientar o que está se passando em sala de aula. Isto não era com todos os professores, mas aconteceu. E como a aula de regência é uma aula prática, eu pensei que seria do mesmo jeito ou pior. Pensei que o professor não iria me dar atenção, eu imaginei que aquilo não era para mim. Na minha mente o professor só ia dar atenção para quem está enxergando ali. Aí veio a surpresa, no primeiro dia de aula cheguei atrasado, a aula já estava em andamento, e estava lá o pessoal em círculo, com o professor no meio regendo. Chegou eu e meu amigo, e eu disse: rapaz eu não vou não. Esse meu amigo me explicou como estava a sala, e eu disse: eu vou sentar aqui encolhidinho numa cadeira, e por ali fiquei. E o professor chegou até mim e perguntou por que de estar ali sentado. Por minha surpresa, porque eu achava que não era capaz. E falei para ele: estou esperando terminar aí para explicar minha situação, e também que eu não tenho como ver, e por isso acho bastante difícil. Então foi o que o professor me disse: até o final você vai estar regendo. Aí foi que eu não acreditei. E de fato, eu aprendi o primeiro compasso, quaternário na primeira aula. O que eu achava que iria ser impossível, por conta de outros professores, e acabou sendo possível.

O caso do aluno supracitado, serve como gerador de reflexões que *a priori* permitem a ligação com o conceito de resiliência. Segundo autores como: Poletto e Koller (2006), Brandão (et al 2011) e Taboada (et al 2006), o conceito de resiliência na perspectiva das Ciências Humanas, é descrito “como a capacidade do indivíduo de recuperar-se de / fazer frente à / lidar positivamente com a adversidade” (Taboada et al 2006: 105). Ou seja, o caso evidenciado exemplifica um sujeito resiliente que não sucumbira à cegueira, e passou a partir de estímulos didáticos, a desenvolver suas atividades acadêmicas na disciplina de regência.

Oriunda da física e engenharia, a resiliência “é definida como a capacidade de um material de ‘absorver energia na região elástica’, sendo essa capaz de voltar à forma original, quando finda a causa de sua deformação” (Brandão *et al*, 2011: 203). Contudo, ao ser abordado no âmbito das Ciências Humanas, Poletto e Koller (2006), Yunes e Szymanski (2001), colocam que o conceito de resiliência não pode ser comparado ao sentido da resiliência de materiais, elasticidade e retorno a um estado anterior — como colocado no âmbito das Ciências Exatas. Pois, ao ser abordado pela psicologia (Brandão *et al*, 2011; Taboada *et al*, 2006) ou pela

educação (Fajardo *et al*, 2010; Silva 2012), por exemplo, a ideia de “uma pessoa, mediante os fatores de risco ‘voltar ao seu estado original’, está superada. Em razão de que um indivíduo resiliente, não pode voltar à sua forma anterior, haja vista que o ser humano aprende, cresce, desenvolve e amadurece ao passar por adversidades e sofrimentos” (Pitanga; Vandenberghe 2009: 95). Em poucas palavras, está mais relacionada ao resistir ao ponto de tensão (adversidade).

O que mantém ativa a mecânica da resiliência é a sua estreita relação com o conceito de superação. “Pois a superação atua de forma dinâmica, impulsionada pelas contradições, sempre buscando o mais como forma de sua expressão e, deste modo, nunca atinge um ponto de estagnação” (Julião 2007: 80). Desta forma, “a superação é um esforço ativo e consciente, em resposta a um desejo de ir além de um estado para uma alternativa ou situação melhor. Em alguns casos, o processo de superação leva a recuperação da questão de tal forma que a condição não é mais problemática” (Brush *et al* 2011: 161). Assim, a resiliência está ligada ao resistir e o sujeito ao contornar a circunstância está superando-a.

Partindo desta conotação, pode-se pensar conceitualmente nesta abordagem em *resiliência* e *superação*, uma vez que um interage com o outro, ou seja, a resiliência é um patamar que favorece a superação. Congruentemente, o sujeito ao ser resiliente e superar adversidades conserva em si (corpo-arquivo, *vide* cap. 2), mesmo que inconscientemente, a experiência vivida. Esta, que poderá ser despertada frente a novas situações e que porventura pode lhe servir como base para perpassar outras adversidades.

De acordo com Pitanga e Vandenberghe (2009) e Silva (2012), a atuação de elementos, como: Ambiente escolar ou acadêmico positivo, novas ferramentas pedagógicas que estimulem a participação ativa e a influência positiva de mentores (professores), por exemplo, constituem subsídios que favorecem o processo de resiliência e consequentemente superação. Se estes elementos “estiverem trabalhando em ordem, o desenvolvimento da pessoa tenderá a ser robusto, até mesmo em face de adversidades severas” (Pitanga; Vandenberghe, 2009: 102).

1.3.2. Os procedimentos adotados⁴⁶

Como a primeira unidade do semestre se estruturou por conteúdos teóricos, não se constituiu como uma fase desafiadora. A partir da segunda unidade⁴⁷ precisaria ensinar os preceitos técnicos da disciplina. Durante o período que separava a primeira da segunda unidade, refleti sobre os pontos a seguir, considerando por base do constructo didático, a exploração dos sistemas sensoriais, tátil e auditivo.

Exemplo 4: esquematização dos elementos de técnica base abordados com alunos deficientes visuais.



Fonte: Elaborado pelo autor. Lima (2017)

O gesto do regente é o meio de comunicação das intencionalidades contidas na partitura para o *ensemble*. Até alcançar um determinado nível interpretativo, o regente deve ter organicamente a geometria dos compassos, sejam estes: simples, compostos, mistos ou subdivididos. Assim, o princípio técnico basilar da regência parte da geometria gestual dos compassos. A autora Charllotte Wolff (1966), descreve que a movimentação gestual, está diretamente ligada com os olhos. Neste sentido, a pessoa cega terá dificuldades no direcionamento preciso das mãos até um determinado ponto — caso esta movimentação não seja guiada ou compensada por outros meios.

É visto então que as particularidades consequentes das restrições visuais, necessitam de atenção para não serem tratadas com meras concessões educacionais. É salutar a atenção remissiva “aos nossos preconceitos, gestos, atitudes e posturas, revendo nossas práticas convencionais,

⁴⁶ Um recorte referente a este e o tópico anterior foi publicado em: Lima, Erickinson. Bezerra de. 2017. A Regência e seu Ensino Técnico Basilar para um Discente Cego. In: XI Conferência Latino-Americana de Educação Musical - ISME - International Society for Music Education, 2017, Natal. Educação musical latino-americana: tecendo identidades e fortalecendo interações, 2017. v. VI. p. 1100-1113.

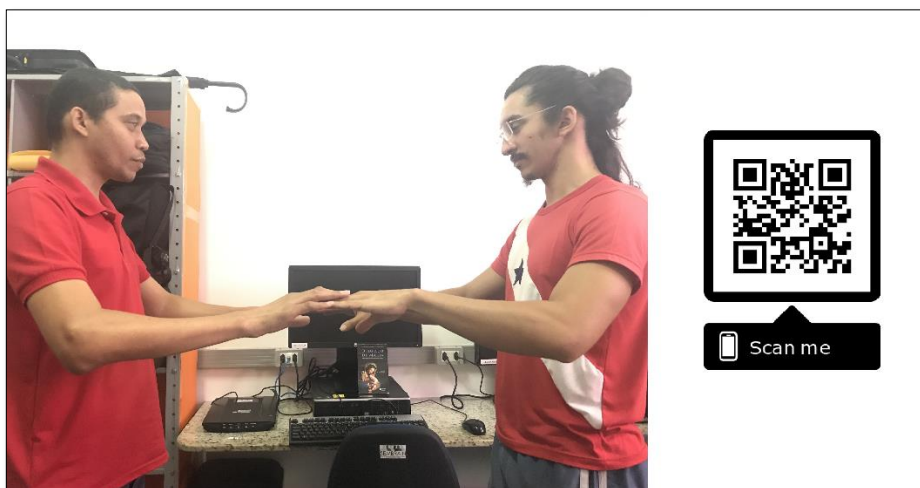
⁴⁷ Estrutura da disciplina de regência ofertada pela EMUFRN em anexo.

aceitando as diferenças como um desafio a ser vencido como uma ação natural das potencialidades humanas” (Caetano, 2012: 16).

Partindo de tal asseveração, pude arquitetar o ponto 1) Geometria gestual dos compassos. Após explicar a postura corporal, me posicionava na frente do aluno e ele me segurava na ponta dos meus dedos. A geometria do seu gesto, referente ao compasso por mim solicitado — por exemplo, quaternário simples — era guiada pela minha geometria. Quando percebia que ele já estava seguro com o que fazia, me desprendia dele, mas sempre observando e corrigindo seus movimentos.

Quando deixava de ser um “espelho⁴⁸” para o aluno, percebia que ele perdia o delineamento da geometria. Ficava obvio que sua noção de espacialidade era prejudicada por não enxergar. Esta ação inicial era realizada por mim, mas ao mesmo tempo necessitava de dar atenção aos demais alunos da classe. A solução consistiu em um aluno atuar como espelho, assim ao mesmo tempo, os dois praticavam os exercícios. Este procedimento, atua dentro da perspectiva de inclusão e integração, pois os alunos participavam da mesma atividade prática sem restrições. De tal modo, exemplifica-se:

Exemplo 5: Prática espelhada - Geometria do compasso quaternário.

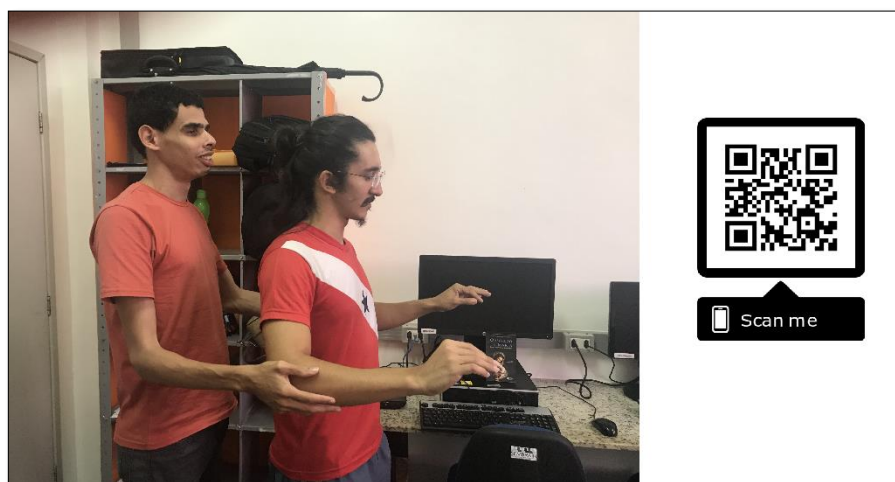


Fonte: Imagem elaborada pelo autor desta tese com *Qr Code* para acessar informações audiovisuais complementares.

⁴⁸ Esta referência ao “espelho” partiu de reflexões realizadas sobre a “Teoria do Estádio Espelho” de Jacques Lacan. Em síntese — nas perspectivas desta abordagem — o sujeito passa a se apoderar de um determinado conhecimento, ou de sua imagem corporal, a partir de sua interação com um “outro”. Este “outro” atua, por sua vez, como um “espelho” que lhe reflete a imagem especular necessária para a aquisição de sua imagem corporal, ou de um determinado conhecimento — neste caso, os princípios técnicos basilares da regência. Ver: (Lacan, 1998).

Em julho de 2016 lecionei para outros dois alunos cegos. Os dois em relação ao exercício apresentado acima, expuseram dificuldades na assimilação da geometria. Por questão particular, relataram que precisariam compreender primeiramente a movimentação necessária, para em seguida executar o movimento. A sugestão em solução a esta particularidade, partiu dos próprios alunos. Consiste no mesmo exercício, porém, invertido. Como pode ser visualizado a seguir:

Exemplo 6: Prática espelhada invertida - Geometria do compasso binário.



Fonte: Imagem elaborada pelo autor desta tese com *Qr Code* para acessar informações audiovisuais complementares.

A prática espelhada invertida, incide no posicionamento do aluno cego por trás do aluno que lhe serve de referência na execução geométrica do compasso. O apoio das mãos passa um pouco à frete dos cotovelos do aluno da frente. Neste posicionamento, já se molda a postura inicial. O aluno da frente executa a movimentação gestual, até o discente cego comunicar que assimilou o movimento. Após esta assimilação o movimento é executado.

Em relação ao exercício prático anterior (Ex. 6), há uma temporalidade maior na assimilação da geometria dos compassos. Enquanto o primeiro apresenta a compreensão simultaneamente executada em movimento (Ex. 5), o segundo necessita de duas etapas, assimilação/compreensão e execução. Este é um exemplo que pode a princípio causar estranheza e questionamentos acerca de sua aplicabilidade. Mas, possuiu sua funcionalidade com os alunos, e demonstra que procedimentos didáticos necessitam ser adaptados e readaptados de acordo com a realidade em que se aplica. Ao mesmo tempo, evidencia que o professor precisar se despojar de pensamentos arquitetado para e pela visualidade, pois o que nos parece estranho pode facilitar o cotidiano acadêmico de alunos com necessidades

educacionais especiais. Apropriados da assimilação necessária, estes alunos passavam a praticar com base no primeiro exercício (Ex. 5).

Quando deixava de ser um “espelho” para o aluno deficiente visual, percebia que ele perdia o delineamento da geometria. Em alguns momentos fazia demasiadamente grande, ou mais em baixo em relação a sua cintura, ou os tempos da geometria eram desproporcionais. Ficava obvio que sua noção de espacialidade era prejudicada por não enxergar. A partir desta observação, no desenvolvimento do ponto 2) Espacialidade, solicitava a dois alunos da classe para cada um se posicionar ao lado (direita-esquerda), do aluno cego. No momento em que os outros alunos se davam as mãos, formavam um “retângulo”, assim, se transmitia a delimitação da espacialidade superior e inferior além das laterais.

Exemplo 7: Exercício para noção de espacialidade.



Fonte: Imagem elaborada pelo autor desta tese com *Qr Code* para acessar informações audiovisuais complementares.

Seguindo o mesmo princípio de atuação como “espelho”, o aluno executava com o braço direito a geometria do compasso quaternário enquanto o braço esquerdo executava a delineação de um quadrado, por exemplo. Cada lado deste quadrado é executado em quatro tempos. A dificuldade reside em fazer movimentos distintos com ambos os braços. O direito precisa manter a clareza geométrica do compasso quaternário, e a condução firme do pulso, enquanto o braço esquerdo fica responsável por manter a regularidade na delineação do quadrado.

Exemplo 8: Exercício de independência motora



Fonte: Imagem elaborada pelo autor desta tese com *Qr Code* para acessar informações audiovisuais complementares.

Apesar destes procedimentos possibilitarem noção técnica da geometria, os alunos cegos precisavam dar organicidade ao gesto, pois delineavam movimentos robóticos, bem como, compreender a relação: gesto x resposta sonora. Como evidencia Viviane Louro (2012), o aluno cego pode aprender a delimitação técnico-gestual necessária para a regência por formalidade. Ele não pode observar o que aquele gesto irá significar para os que enxergam. Isto não significa que ele não perceba a funcionalidade do respectivo gesto, todavia, este gesto terá mais sentido para os normovisuais do que para ele mesmo.

Com antecedência, disponibilizava para o aluno os excertos musicais abordados em sala, transcritos através da musicografia braille. Os alunos chegavam em aula com o excerto decorado, e a estante de partituras a sua frente, servia apenas para delimitar seu posicionamento perante o grupo⁴⁹. Antes de conduzir, eu segurava o braço direito deles e elucidava que determinados movimentos dentro da geometria podiam comunicar dinâmicas, articulações e andamentos. Enquanto direcionava o gesto os demais alunos da classe respondiam — com uma escala de Dó maior em uníssono, por exemplo — o que determinada gesticulação representava “sonoramente”. Deste modo, pensei no item 3) Gestual x Resposta sonora. Com este prévio e sucinto procedimento, o aluno podia perceber e associar os sinais contidos na partitura com o gesto, e o que tal gesticulação poderia obter como resposta sonora.

⁴⁹ Em classe, formava um *ensemble* vocal com os próprios alunos da disciplina, que servia como prática laboratorial para eles.

A participação ativa do aluno com deficiência visual, nas atividades práticas da regência, é então assim descrita nas palavras dele, refletindo de forma positiva em sua vida acadêmica, e posteriormente profissional:

- **Pedro Araújo:** Dentro da inclusão que a universidade estava oferecendo, dentro da disciplina eu me sentia participante, vamos dizer assim. Eu fui muito feliz com esta aula de regência porque foi quando pude aprender. E o professor, ele participou, de fato por inteiro, se entregou por inteiro, vamos dizer assim, na sua didática e maneira de dar aula, na sua postura. Me envolveu e me colocou dentro da disciplina, eu fui um atuante, não fiquei só ali parado ouvindo teorias. Das contribuições hoje [2017], sou professor do Estado [RN]. Em 2015 eu fiz a prova, para o Estado e passei, fui chamado em meados de 2017, hoje estou [como professor de música] na escola regular para o ensino médio. E antes de estar atuando participei em um projeto com alunos autistas, onde eu pude praticar o que aprendi com o curso, foi o meu primeiro momento de atuação com a regência. E na escola sempre que passo uma atividade que trabalho o compasso associado com uma música, sempre estou ali regendo, orientando os meninos [alunos]. Para assim eles não fugirem do andamento. [...] isso é bastante interessante porque eles começam a entender ali o que estou querendo em relação as músicas trabalhadas, quando uso apenas o gesto.

Estes procedimentos tiveram suas funcionalidades em minhas aulas, mas foi necessário ir mais além do que estes procedimentos expostos. A partir desta experiência e acerca dos meios adotados em sala, comecei a refletir em como possibilitar independência do estudo técnico-performativo individual, e até mesmo em classe, para discentes deficientes visuais de regência. Minhas reflexões me direcionaram em duas estruturas tecnológicas que se complementam. Foi a partir do desvencilhar didático em classe — como exposto nas palavras acima discorridas — que arquitetei as diretrizes do que viria a ser o *Maestro v0.1* — o qual, sua construção descrevo no capítulo 3.

1.3.3 Recursos didáticos complementares para o ensino da regência

Para explorar os elementos constituintes da linguagem e estruturação musical como, escalas e o arcabouço harmônico, por exemplo, utilizei recursos complementares. O conhecimento destes recursos adveio a partir do diálogo com o SEMBRAIN (CCE, ver tópico: 1.2.2), obtive a informação de que outros professores da instituição desenvolveram recursos didáticos para utilizarem com alunos deficientes visuais. Ao compreender a utilização destes recursos, passei a utilizar em minhas aulas de regência.

Denominado de **régua tátil de intervalos**, foi um dispositivo desenvolvido para a representação da estrutura escalar de forma mais objetiva.

Exemplo 9: régua tátil de intervalos.

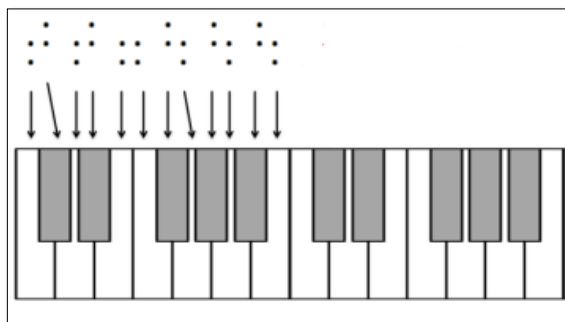


Fonte: exemplo elucidado por Araújo (2017: 26). Recurso didático desenvolvido pelo professor Danilo Guanais da EMUFRN.

Sua confecção é realizada com dois materiais simples e facilmente encontrados. Um pedaço de madeira com 30 centímetros de comprimento por 6 centímetros de largura com treze furos, e conectores (pinos) para cabo coaxial, como mostra o exemplo acima. A disposição dos pinos nos furos desta régua, representam a relação intervalar entre tom e semitom.

Aliado a este invento supracitado, foi a utilização das células Braille, como representantes da estrutura de teclas do piano. Enquanto a régua tátil de intervalos mostra de forma tátil a relação intervalar, a utilização da adaptação da célula Braille evidencia a tecla a ser tocada ao piano.

Exemplo 10: Representação das teclas usando sistema Braille



Fonte: exemplo elucidado por Araújo (2017: 26). Recurso didático desenvolvido pelo professor Danilo Guanais da EMUFRN.

Este procedimento é utilizado com um sistema tátil consolidado no mercado de acessibilidade para deficientes visuais. Denominado de Brailito, sua estrutura corresponde a célula Braille elaborada com material emborrachado ou em madeira, e com pinos emborrachados ou em metal representando os pontos.

Exemplo 11: Estudo harmônico utilizando o brailito



Fonte: exemplo elaborado pelo autor desta tese com *Qr Code* para acessar informações audiovisuais complementares.

Com a utilização deste sistema e com auxílio de um monitor com domínio em musicografia Braille, é viável trabalhar encadeamentos harmônicos. Cada linha Braille representa uma voz (baixo, tenor, contralto e baixo). Em uma utilização mais simples, com a sobreposição das celas braille, pode também estruturar acordes.

Este procedimento inspirou outro professor a desenvolver a **tábua de harmonia braille**. Sua confecção possui elementos simples. Uma peça metálica quadrada medindo 40x40 centímetros, e ímãs de cartão para confecção das notas em musicografia braille. Neste cartão imã, medindo

3 centímetros de largura por 4 centímetros de altura, é realizado um pequeno corte transversal no canto superior direito, como indicativo de que a cela braille está na posição correta. A estrutura é, portanto, apresentada em sequência:

Exemplo 12: Tábua de harmonia braille



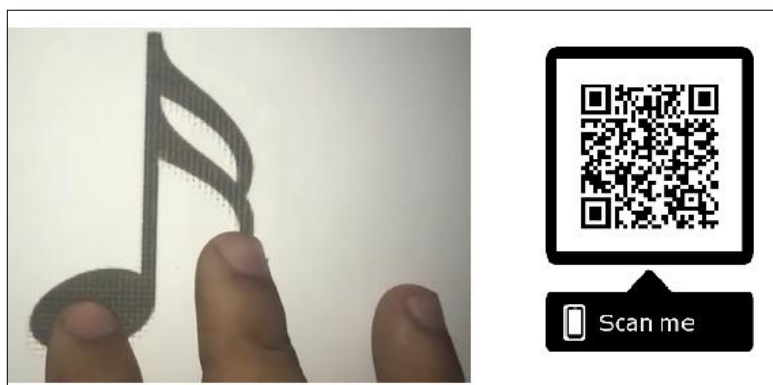
Fonte: exemplo elaborado pelo autor desta tese com *Qr Code* para acessar informações audiovisuais complementares. Recurso didático desenvolvido pelo professor Danilo Guanais da EMUFRN.

A utilização da tábua de harmonia braille permite a evidenciação de encadeamentos mais complexos. A sua estruturação possibilita a professores que não possuem o domínio, ou desconheçam a musicografia braille, de utilizar como dispositivo didático em suas aulas. Com este recurso, pode trabalhar exercícios de regência evidenciando a condução melódica/harmônica entre as vozes, de forma ainda mais prática. Favorece a diluição temporal da elaboração de exercícios em papel, e evitou a sobrecarga de demandas ao SEMBRAIN.

Outro elemento utilizado para exemplificações é o alto-relevo. Com este procedimento pôde ser elucidado ao aluno cego, figuras musicais e até mesmo a delineação gráfica da geometria técnico-gestual dos compassos. Procedimento confeccionado utilizando a punção da reglete⁵⁰, ou *softwares* de edição em braille que permitam impressão em alto-relevo.

⁵⁰ “A reglete é o instrumento utilizado para a pessoa cega produzir, a escrita braille. Juntamente com a Punção: que é um pequeno estilete (furador) que forma o conjunto para a impressão em papel especial para a impressão dos caracteres em Braille” (Canejo, 2005: 08)

Exemplo 13: Estruturação em alto-relevo de notação musical.



Fonte: exemplo elaborado pelo autor desta tese com *Qr Code* para acessar informações audiovisuais complementares.

Na musicografia braille se destacam em utilização quatro formatos de transcrição musical (Tomé, 2003). Compasso por compasso, sessão por seção, linha sobre linha e com passo sobre compasso. Independentemente do formato adotado para a transcrição de uma partitura orquestral ou coral, a desvantagem em relação a uma partitura impressa em tinta, está na quantidade de páginas. Enquanto na partitura em tinta uma página mostra um leque orquestral por inteiro, cinco compassos de apenas dois instrumentos em musicografia braille pode ocupar esta única página. Assim, Dolores Tomé (2003: 28-30) descreve cada uma destes formatos de transcrição:

- **Compasso por compasso:** “Este formato empregou-se fundamentalmente na Inglaterra, em partituras instrumentais de não mais de dois ou três pentagramas por sistema. A partitura se dispõe horizontalmente; um compasso de uma parte seguida, depois de um espaço em branco, do correspondente compasso de outra parte, e assim sucessivamente. Na ordem de apresentação das partes, é do mais grave até o mais agudo”.
- **Linha sobre linha:** “Este formato difere do compasso sobre compasso em que se alinha verticalmente só o primeiro carácter de cada linha, sem que tenha que coincidir o princípio dos seguintes compassos que se escrevam na mesma paralela. É um formato que não aporta nenhuma vantagem a respeito do compasso sobre compasso, entretanto os inconvenientes são múltiplos, razão pela qual caiu em desuso”.
- **Compasso sobre compasso:** “O formato consiste em agrupar um número de linhas braille igual ao número de pentagramas que constituem um sistema. Em cada uma destas

linhas se escreve a música, que aparece em cada um dos pentagramas do sistema. Estes grupos de linha se designam normalmente com o nome de paralelas”.

- **Sessão por sessão:** “Este formato consiste na apresentação convencional de compassos seguidos de cada parte, sendo na ordem da apresentação: mão direita, mão esquerda e — em música para órgão — teclado de pedais. A extensão das sessões é determinada pelo transcritor na concordância com a estrutura da música, tornando-se como extensão o pentagrama da partitura em tinta. As partituras para um único instrumento de teclado são as mais adequadas a sua transcrição neste formato”.

Para abordar em classe as partituras orquestrais em musicografia braille, era comumente utilizada a transcrição “sessão por seção” da redução para piano à duas mãos de uma sinfonia, por exemplo. Para uma melhor compreensão da estrutura sobreposta de dois ou três instrumentos, a forma “compasso sobre compasso” se mostra eficaz. Todavia, ambas as formas só podem elucidar trechos fragmentados da obra por página, o que torna o processo de leitura musical de uma composição mais lento, e muitas vezes dependente de gravações.

Exemplo 14: Excerto da 3ª Sinfonia (compassos: 07 ao 10) de L. V. Beethoven (1770-1827), em musicografia braille “compasso sobre compasso”.

The image displays a musical score for Example 14, which is an excerpt from the 3rd Symphony by Ludwig van Beethoven (measures 7 to 10). The score is presented in two parts: a Braille notation for strings and a standard staff notation for strings. The Braille notation is organized into two systems, each with four staves. The first system is for the Violins (1. Violinen and 2. Violinen) and the second system is for the Violas (Bratschen) and Cellos (Violoncelli). The standard staff notation shows the same four parts: 1. Violinen, 2. Violinen, Bratschen, and Violoncelli. The notation includes dynamic markings such as 'p cresc.' and 'sf'.

Fonte: Krolick, 2004: 215

O excerto exemplificado acima mostra que os instrumentos que possuem compassos em espera não são transcritos, desta forma se detendo apenas aos instrumentos que executam algo. Isto gera a necessidade de uma listagem prévia da instrumentação em braille.

As reflexões e os procedimentos didáticos expostos estão para além de um simples olhar teórico com intuito inclusivo, exibem possibilidades de acessibilidade da regência a partir da minha experiência viva como docente da remissiva disciplina, na Escola de Música da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

1.3.4 Fatos: exemplos de cegos atuantes ou que atuaram como regentes

As palavras e os recursos apresentados até então, possivelmente empobrecem a perspectiva que coloca a dependência da visão como um fator determinante para aquisição de informações, ou até mesmo de habilidades e competências. Partindo deste ponto de vista, é possível relatar casos/fatos de deficientes visuais que desenvolvem ou desenvolveram atividades como regentes.

Em procedimento exploratório realizado em março de 2016, encontrei-me com o maestro João Maria Bezerra Pereira (1970). Filho de músico militar, passou a estudar música ainda criança com seu pai. Em 1987, integrou como percussionista e posteriormente como trombonista, a fanfarra da Escola Rotary em Natal. Ficou cego em 1996 por causa de um glaucoma fulminante. Sua atuação frente ao *ensemble* de sopros da Escola Estadual Varela Barca, rendeu-lhe no ano de 2010 premiação na categoria maestros no 1º Festival de Bandas e Fanfarras, realizado pela Prefeitura Municipal do Natal. Do mesmo modo, jornais locais como: Diário de Natal (2010) e o Correio Popular da Zona Norte (2011), relatam a particularidade de um maestro cego reger com destreza seu grupo.

Sua relação com a regência começou após ter ficado cego. Sem aulas formais de regência, seu único professor foi sua vivência musical enquanto instrumentista, coligado as memórias do que presenciava de outros regentes, relatara assim o maestro:

- **Msto. João Maria** (2016): Muitos dos elementos técnicos da regência aprendi sozinho e pelo pouco que lembro de outros maestros que vi. No dia em que inventei [risos] de ir a um curso de regência, causei espanto. Ouvi conversinhas de outros participantes, e

também percebi o professor um pouco perdido. Acabei me sentindo constrangido e acabei não indo mais. Desacreditavam em mim por ser cego.

Partindo da perspectiva de quem está sendo dirigido, e tendo a particularidade de estar sob a batuta de um regente cego, no momento da entrevista com o maestro João Maria, colhi o depoimento de dois instrumentistas de seu *ensemble*, que relatam:

- **Instrumentista A** (2016): Quando entrei para o grupo em 2014, não sabia que o maestro era cego. No primeiro momento fiquei surpreso, e esperei a música começar para saber o que podia acontecer. Fui surpreendido novamente, porque ele mostrou uma boa clareza gestual e se dirigia a cada naipe nos momentos de dar entradas como se estivesse realmente enxergando. Com o passar do tempo, pude notar também que as expressões do seu rosto, me transmitiam também informações musicais.
- **Instrumentista B** (2016): Com a ligação entre o gesto e a expressão da face do maestro, consigo ajeitar no momento real, articulações e fraseados que não estejam de acordo com a concepção dele. Me sinto seguro sendo regido pelo maestro João, ele poucas vezes nos parava para explicar as coisas da música, acho isso bom porque o ensaio fica dinâmico

Os depoimentos nos evidenciam reflexões pertinentes ao discurso desta abordagem. No relato do maestro, é visível averiguar o posicionamento ainda comum de diversas pessoas, de discriminar por incapacidade uma pessoa deficiente. Ao mesmo tempo, é evidenciado que o fato de não enxergar, jamais consistiu como determinante de privação e mal desempenho técnico-performativo da regência. O que pode ser corroborado pelo depoimento dos integrantes do *ensemble* do maestro João.

Outro caso que coloca em dúvida, a argumentação de que cegos não podem reger é o do pianista e maestro Sidney Marzullo⁵¹ (1940-2005), natural do Rio de Janeiro. As informações de como o maestro Marzullo desenvolveu seu aprendizado de regência são desconhecidas, tanto na UNIRIO quanto no Instituto Benjamin Constant (IBC)⁵². Contudo, uma monografia de

⁵¹ Iniciou sua educação musical no Instituto Benjamin Constant (IBC), e posteriormente concluiu sua Licenciatura em Música na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UNIRIO). Perdeu a visão aos cinco anos de idade, por causa de uma paralisia cerebral (Sant'Anna 1995).

⁵² De acordo a *web page* da própria instituição: “O Instituto Benjamin Constant [...] é um Centro de Referência, a nível nacional, para questões da deficiência visual. Possui uma escola, capacita profissionais da área da deficiência

Licenciatura em Música evidencia sucintas particularidades de sua atuação enquanto maestro. Segundo Sant'Anna (1995), Sindney Marzullo regeu por 23 anos o Coral de Prata do IBC, fundado por ele em 1979. A particularidade a ser ressaltada é que além do regente ser cego, todos os integrantes do coro também eram. “O modo como o maestro Sidney Marzullo conduzia este coral era singular. Era um dos poucos maestros cegos a reger um coral com esta característica, tarefa que realizou por 23 anos. Neste período, levou o grupo a participar de vários encontros e concursos de corais, obtendo menção honrosa em algumas destas ocasiões” (Sant'Anna 1995: 17).

A condução do coral se dava de forma peculiar, através de ruídos, movimentações entre os naipes e tateando os ombros dos integrantes. Além de referenciar a afinação o diapasão era utilizado como gerador de sutis ruídos para indicar a pulsação musical. Maestro Marzullo não se mantem na frente do grupo gesticulando os compassos, com a formação coral em duas fileiras, movimentando-se entre estas tateando os ombros dos integrantes, transmitia as informações de dinâmicas e fraseados (Sant'Anna 1995).

Os ensaios e naipe eram os princípios do desenvolvimento da interação entre maestro Marzullo e o coral, e sempre precedia o ensaio *tutti*. Nestes ensaios seccionais, focavam em desvencilhar as particularidades musicais (letra, frases, dinâmicas e andamentos), e em se aprofundar na memorização da parte vocal isoladamente. Somente a letra das obras que seriam executadas pelo coro, eram previamente entregues em braille. O principal recurso do regente para desvencilhar estas particularidades, era o domínio do piano, e em seguida o solfejo. Este fator ajudava com que os cantores que não tivessem conhecimento da musicografia braille, se familiarizassem com as músicas. “[Marzullo] possuía as partituras do [coral transcritas em musicografia braille] e domina todas as vozes” — como relatara Sant'Anna (1995: 17).

Em uma matéria jornalística na argentina é noticiada: “*Debuta el primer director de orquesta ciego del mundo*”⁵³ (Piotto, 1998), ao referenciar o então maestro, compósito e pianista Gabriel Bergognia (1960). Cego de nascença, iniciou seus estudos musicais em piano (1975) no Conservatório Nacional de Música Carlos López Bucharcho, onde também concluiu a graduação em composição (Biografias y vidas, 2016).

visual, assessora escolas e instituições, realiza consultas oftalmológicas à população, reabilita, produz material especializado, impressos em Braille e publicações científicas.” (IBC 2016).

⁵³ “Estreia o primeiro diretor de orquestra cego do mundo” (Piotto, 1998).

Sabe-se que seus estudos em regência se deram com o maestro Mario Benzecry (1936), mas particularidades cotidianas do desenvolvimento do estudo técnico são desconhecidas. Porém, uma particularidade é ressaltada em uma matéria jornalística realizada por Susana Costa (1998), referente ao estudo da disposição orquestral. Sua esposa confeccionava figuras táteis em massa de modelar, na tentativa de ajudar na perceptividade de ângulos, curvaturas e golpes de batutas, remissivas as distintas intenções musicais que podem ser transmitidas a orquestra. Do mesmo modo, quando necessário, construía maquetes para evidenciar a posição dos músicos em distintas formações orquestrais.

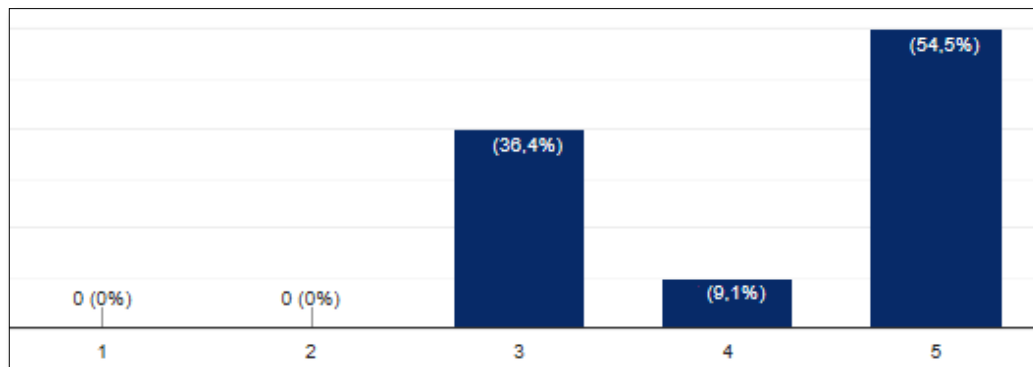
Como exemplificação, pontuo, por conseguinte, alguns casos de regentes cegos. Em Porto Alegre (RS-Brasil), o maestro Artur Elsner (1899-1978), cego congênito, dirigiu durante o ano de 1913 a Banda Municipal da cidade (Cravo Albin 2016; Simões 2011). Nos Estados Unidos, o clarinetista e maestro Robert Marcellus (1928-1996), foi noticiado pelo jornal *Chicago Tribune* (Reich 1987), por transcender a cegueira — ocasionada por retinopatia diabética — atuando como regente de orquestras entre os EUA e o Canadá. Na cidade de Florina (Grécia), a jornalista Stella Tsolakidou (2012), relata o caso do maestro Demetrios Liotsis (1919), que começou a reger depois de cego e fundou o coro infantil de Florina.

De certo modo, pode-se dizer que após o semestre letivo 2015.2 da UFRN, Pedro Araújo, entrou para estas estatísticas. Após um processo seletivo realizado na Escola de Música da mencionada universidade, e ao qual presenciei, resultou na sua seleção para dirigir um grupo de flautas de bisel constituído por integrantes autistas. Grupo do qual, atuou como regente até a sua conclusão na Licenciatura em Música (2017.2).

1.4 Professores de regência e suas reflexões

Os recursos apresentados demonstram a minha atuação e o sucinto desvencilhar de meios didáticos para a acessibilidade prática da regência em classe. Vai de encontro com a opinião de outros professores de regência e, sendo esta, expressada através das respostas obtidas por meio do questionário outrora aplicado. Assim, estão expressos os dados:

Gráfico 9: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “De acordo com sua experiência docente é possível ensinar alunos cegos a reger?”. (Considerando 1 total discordância e 5 para total concordância).



Fonte: Elaborado pelo autor.

54,5% dos professores de regência entrevistados, apontam a total concordância em ser factível o ensino da regência para alunos cegos. Complementado este fator destaco algumas das respostas discursivas referente ao questionamento apresentado acima (Gráfico 9).

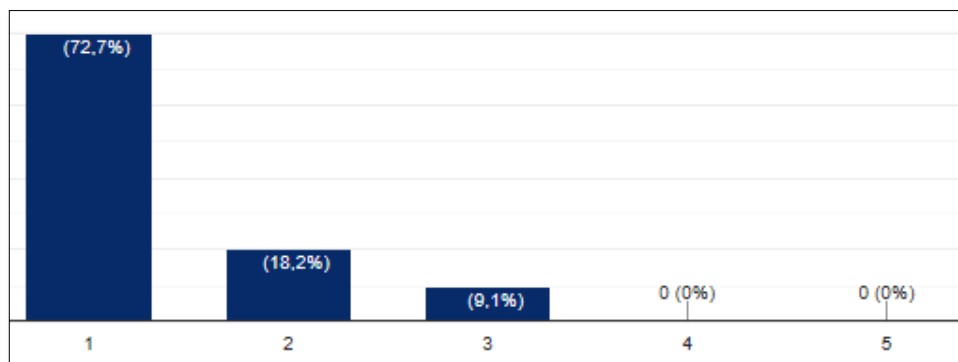
- **Resposta do docente (PA):** É possível explorar o universo da direção musical muito além das formas convencionais (tradicionais).
- **Resposta do docente (BW):** Um dos pilares da condução de massas sonoras é a memória do regente. O deficiente visual usa espetacularmente os sentidos que lhe sobram de modo que criam mapas mentais das obras trabalhadas.
- **Resposta do docente (CZ):** Para mim, a regência é essencialmente liderança. Ela pode ser exercida pelo gesto, mas também pela fala e pela execução musical. Também o cego pode ficar à frente do seu grupo, e, utilizando o gestual, conduzir o grupo musical tão bem quanto um não-cego. Tudo isso pode ser ensinado.
- **Resposta do docente (PK):** É totalmente possível que um músico invisual domine a técnica gestual da regência, pois o gesto é gerado a partir de uma consciência corporal interna, ou seja, o conteúdo musical é transmitido através de uma linguagem gestual, não verbal. A comunicação entre o regente invisual e a orquestra, seria, portanto, perfeitamente possível. O contrário, ou seja, a percepção visual do regente daquilo que ocorre na orquestra, no entanto, ficaria prejudicada. O regente precisaria contar com outras estratégias e recursos para superar tal dificuldade.

Ao analisar o gráfico ainda há uma parcela de profissionais com posicionamento neutro, o que corresponde a 36,4% dos professores entrevistados. O que suscita o pensamento de que há possíveis dúvidas quanto a efetivação do ensino prático da regência para alunos cegos, a possibilidade de despreparo didático, a falta de contato com esta realidade, ou depende apenas de o aluno cego conseguir acompanhar o desenvolvimento dos demais da classe. Portanto, se destacam alguns posicionamentos discursivos:

- **Resposta do docente (BB):** Alguns regentes emblemáticos, como Toscanini, eram deficientes visuais, ainda que não fossem cegos. O grau da limitação é um outro fator a ponderar, devido ao problema da (in)disponibilidade de partituras para formação de repertório.
- **Resposta do docente (FX):** Sim, é possível. A parte de gestos pode ser facilmente ensinada por via tátil. As principais dificuldades estariam no estudo da partitura (que requer expedientes especiais) e o contato visual com os músicos, esse sim, me parece o mais difícil de resolver já que alguma parte da comunicação musical com os músicos se dá pelo olhar.
- **Resposta do docente (CI):** Acho que pode ser possível, mas não sei como poderia ser.
- **Resposta do docente (DO):** É, mas ele precisa ser muito esforçado.

A resposta destes docentes entra em contradição quando se questiona em sequência: **Uma pessoa desprovida da visão estaria automaticamente impedida de reger um *ensemble coral*?** No gráfico a seguir, 72,7% dos profissionais respondentes discordam com a impossibilidade real de uma pessoa cega reger um *ensemble coral*.

Gráfico 10: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Uma pessoa desprovida da visão estaria automaticamente impedida de reger um *ensemble* coral?”. (Considerando 1 total discordância e 5 para total concordância).



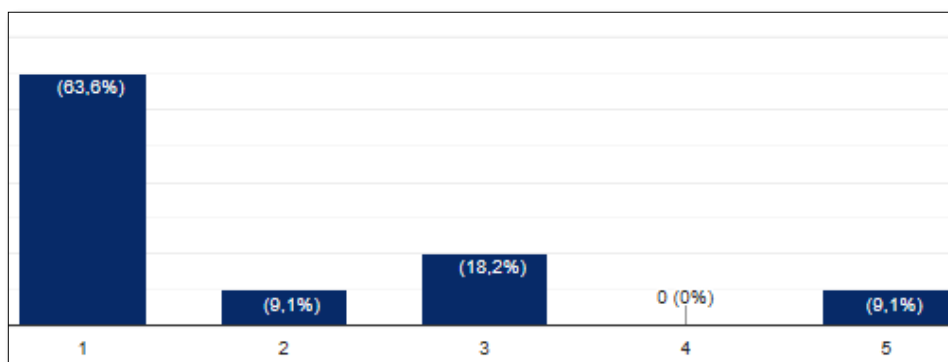
Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar dos números positivos, algumas respostas discursivas associam a possibilidade de um cego reger um *ensemble* coral, com a possível facilidade que esta estrutura de grupo, e/ou composicional apresenta ao regente. Desta forma, colocam:

- **Resposta do docente (AY):** Há diferenças substanciais na prática profissional das regências coral, de banda e de orquestra, havendo melhores chances de inclusão, por diversas razões, na área coral.
- **Resposta do docente (KZ):** A estrutura das obras corais pela simplicidade do número de linhas executantes facilita muito o processo de aprendizado e também a execução das obras, tanto em termos da disposição espacial do coro, quanto ao que concerne a compreensão das frases, contraponto e harmonia presentes na obra. Dessa forma, a obra coral seria mais aconselhável tanto aos iniciantes da regência que possuem deficiência visual, quanto aos mais experientes. Por outro lado, o que poderia impedir um deficiente visual a reger um *ensemble* coral seria a sua inaptidão musical, não a sua cegueira.
- **Resposta do docente (WD):** A audição e uma orientação espacial a faria reger sem muitos problemas. O conhecimento das vozes e do todo material musical pode ser adquirido pela partitura em Braille e pela audição da música.

Os dados numéricos pouco se alteram quando a questão envolve uma perspectiva de *ensemble* instrumental. Como o gráfico expressa a seguir:

Gráfico 11: estruturado a partir das respostas obtidas do questionamento “Uma pessoa desprovida da visão estaria automaticamente impedida de reger um *ensemble* instrumental?”. (Considerando 1 total discordância e 5 para total concordância).



Fonte: Elaborado pelo autor.

9,1% dos professores entrevistados concordam que a cegueira impediria uma pessoa de reger um grupo instrumental. Pois, associam a este fator a possível falta de visualização da localização espacial dos instrumentos em uma orquestra, por exemplo. E, ainda, pela dificuldade que seria ter que memorizar uma composição de longa duração e com diversos instrumentos distintos.

- **Resposta do docente (AB):** Me parece mais difícil para um deficiente visual reger uma orquestra pelo nível de dificuldade e a própria duração média das obras deste repertório, o que obrigaria a um esforço de memorização da partitura excepcional. A parte gestual me parece um problema menor. Repito que reflito sem ter a experiência prática da questão.
- **Resposta do docente (BC):** Creio que pequenos grupos. A falta de visão prejudicaria a organização dos trabalhos em um grupo maior que 10 pessoas.
- **Resposta do docente (CD):** Teria grande dificuldade de localização espacial precisa para, digamos, localizar o segundo clarinete por exemplo.
- **Resposta do docente (DE):** Da mesma forma que alguém sem nenhuma deficiência muitas vezes está totalmente despreparado para reger, uma pessoa cega, devidamente preparada para este labor poderia reger sem problemas.

- **Resposta do docente (ED):** Uma pessoa que tenha conhecimento da música e da técnica instrumental pode reger sem problema ou com os mesmos desafios que um não-cego teria.

Fica evidente dois caminhos possíveis da regência: o instrumental e o coral. Não se versa nestas linhas determinar quem é o mais simples, e/ou o caminho mais difícil. O que se tem são realidades contextuais distintas e que possuem suas particularidades técnicas. Se transpor este ponto para qualquer outro âmbito, por exemplo, a medicina, temos uma base de aprendizado comum, e com o amadurecimento dos estudos de seu aspirante, ele opta, à *posteriori*, por qual caminho se especializar, cardiologia ou oftalmologia.

O que se torna evidente em alguns discursos supracitados, é que nós normovisuais jogamos tendo como parâmetro a nossa própria experiência, seria então como dizer: “se é difícil para mim que enxergo, imagina para ele que é cego”. Reduzir a potencialidade dos indivíduos cegos a sua incapacidade de enxergar, constitui um posicionamento comum, ao se observar as tentativas destes de ter acesso a novas atividades até então tidas como dependentes da visão. Este fator, segundo Bacelo (2012), se deve possivelmente aos mitos infundados que ao longo dos tempos circundaram — e ainda circundam — a problemática acerca da incapacidade visual, e que permitem associar esta limitação “ao constructo de outras capacidades e competências”

2. ÊXODO: a saída do lugar comum.

Descuidados do dia de amanhã, esquecidos de que quem paga adiantado, sempre acaba mal servido, a maioria dos cegos, em todas as camaratas, dormiam a sono solto. Os outros, cansados de buscar sem resultado uma saída honrosa para os vexames sofridos, foram, pouco a pouco, adormecendo também, sonhando com a esperança de uns dias melhores do que estes, mais livres, se não mais fartos.
(Saramago, 1998)

2.1 O corpo que enxerga

Em paralelo com as elucidações de Eline Porto (2005), ter a concepção do “olhar” como materialidade corporal para a constituição do saber e conhecer, impossibilitará de trazer o sujeito cego as perspectivas desta investigação. Portanto, “Quem vê e quem olha não são apenas os olhos (carnais), mas o corpo sensível” (Porto, 2005: 25). Para melhor imergir e refletir sobre a perspectiva levantada, pode-se compreender segundo Diniz (2007: 08) que: “Ser cego é apenas uma das muitas formas corporais de estar no mundo. [...] a deficiência visual não significa isolamento ou sofrimento, pois não há sentença biológica de fracasso por alguém não enxergar. O que existe são contextos sociais pouco sensíveis à compreensão da diversidade corporal”.

Renata Araújo (2008), Simon Ings (2008) e Catariana Souza (2010), corroboram a necessidade de se distanciar da acepção de que “olhar” significa “ver” exclusivamente com os olhos carnis, uma vez que o sujeito cego poderá “enxergar” por outros meios. Por exemplo, a audição constitui um meio que concede a noção de espacialidade, intensidade e profundidade (Araújo 2008; Souza 2010). Por sua vez, a autora Helen Keller (2001: 14) exemplifica através de relato pessoal, outros meios utilizados por ela para “enxergar”:

Distraía-me seguindo as cercas de bucho com as mãos, para colher os primeiros lírios e violetas desabrochadas que eu descobria apenas com o olfato [...] de repente, meus dedos encontravam uma planta que eu reconhecia pelas folhas e flores [...] percebia quando mamãe e tia iam sair, pegando nos seus vestidos [...] pela vibração a pancada da porta fechando, e por outras vibrações indeterminadas, percebia que chegara visita.

Apesar de poético, as linhas supracitadas evidenciam a interatividade dos sentidos (tato e olfato), na constituição imagética do ambiente através da perceptividade. Esta perspectiva está longe de “mera compensação, [...] e sim de uma nova ordem, um novo modo de ser” (Sacks, 2010: 181). A autora Ana Carrolo (2009), enfatiza a particularidade de deficientes visuais transpassarem a cegueira através da experiência vivenciada por intermédio das outras vias sensoriais. “O corpo cego vê. O corpo cego é visto. Ver é uma experiência que vai além do sentido da visão. É perceber/sentir/conhecer/tocar/relacionar/experimentar. Experiência que está inscrita no corpo, presença do ser humano no mundo, e, está originalmente familiarizado com o contexto em que se compreende/insere” (Carvalho; Fernandes, 2007: 04). Complementando esta perspectiva, o autor Sacks (2010: 180) pontua: “Ser alguém que vê com o corpo todo é estar em uma das condições humanas mais centradas”.

Se penetrarmos nestas ponderações, compreendemos que a problemática remissiva entre *mente* e *corpo* há tempos vem sendo alvo de discussões filosóficas e científicas das mais diversas correntes e denominações. Todavia, o pensamento cartesiano de uma mente seccionada do corpo, constituiu parte do pensamento ocidental moderno e ainda não deixou de exercer sua influência na contemporaneidade. Este posicionamento reflexivo compreendia o mundo como uma máquina onde tudo era previsível e calculado, e nós, frutos desta máquina seríamos em sua concepção, também uma. A resultante deste pensamento fundamentou a corrente racionalista, que via na razão a chave para repelir e controlar as fraquezas/limitações advindas do corpo, que por sua vez, agia distintivamente do pensamento. Constituíam-se no paradigma cartesiano, a concepção de que a mente fazia parte do espírito, gerando assim, a dualidade do homem que continha um espírito e um corpo (Le Breton, 2011).

No âmbito artístico essa dualidade teórica seria repudiada em todo seu grau, mas vemo-la sendo empregada, talvez inconscientemente, por algumas pessoas do próprio meio artístico. Na literatura da regência, autores como Farberman (1997), Gordon (1989), Phillips (2004), Rudolf (1994), Schuller (1997), e Stanton (1971), constituem exemplos que evidenciam a importância do contato entre regente e músicos “olho no olho”⁵⁴. Corroboram e enquadram a construção da ação performativa da regência dentro de um paradigma normovisual. Porém, as linhas percorridas por estes autores geram um ponto reflexivo controverso quando eles utilizam as palavras “expressões fisionômicas” como elemento complementar da comunicação interpretativa do regente. Ou seja, o “olhar” somente com os olhos é insuficiente no ato comunicacional performativo, sendo complementado pela expressão fisionômica.

A asseveração exposta se conecta com as palavras de Cornelius, nas quais, é explícito a sua ponderação sobre a atuação do corpo no ato de reger, não limitando esta ação apenas ao contato entre os olhos:

Para além da proferição verbal eu sugeri que há também uma proferição gestual. Usando gestos, os regentes comunicam através da linguagem do corpo, com destaque especial para as propriedades comunicativas e expressivas dos braços, mãos e face. (Cornelius *apud* Mateus, 2009: 10)

O mesmo sentido outrora explicitado por Leonard Bernstein:

⁵⁴ A remissiva expressão pode ser entendida como o contato visual direto entre os sujeitos envolvidos em uma determinada ação.

Mesmo o bom regente deve ter mais um atributo na sua personalidade, sem o qual toda a mecânica, conhecimento e percepção são inúteis; isto é, o poder de comunicar tudo isto à sua orquestra – através dos seus braços, face, olhos, dedos e quaisquer vibrações que possam fluir de si [...] os seus gestos devem ser em primeiro lugar e sempre significativos em termos de música (Bernstein *apud* Mateus, 2009: 12)

Autores como Lima (2013) e Laboissière (2007) colocam a música como uma arte abstrata em relação as demais vertentes artísticas — como a pintura ou a escultura, por exemplo — portadora de zonas obscuras que forçam o intérprete (regente) a decodificação. Este processo de decodificação da partitura, ou seja, de construção interpretativa parte de uma estruturação individual em que o regente se coloca perante a obra, em síntese uma ação mental. Pareyson (2001: 2007) expõe que, somente chega-se a uma interpretação concisa, após perscrutar, defrontar, interrogar, estabelecer um verdadeiro e próprio diálogo com a composição constituído de “perguntas e respostas, de perguntas que se souberam fazer e de respostas que se souberam captar, buscou a perspectiva mais reveladora e o aspecto mais eloquente; em suma, desenvolveu uma atividade intensa e continua”. A autora Lima (2013), complementa que a música consente ao homem estabelecer contato direto com a sua sensibilidade e a subjetividade, tanto sob óptica mnemônica, quanto sob perspectiva associativa. “É nesse contato que os indivíduos desenvolvem, de forma criativa, seu potencial emocional, cognitivo e físico” (Lima, 2013: 132).

O estudo prévio de uma obra (ação mental), consiste como ponto inicial dos caminhos interpretativos e de planificações de ensaio, possíveis estratégias na busca resolutiva de problemas técnicos, estilísticos e estéticos. É nesse momento que também se estruturam um conjunto gestual técnico, isto é, um compêndio de ações corpóreas necessárias para comunicar as intencionalidades interpretativas previamente estruturadas. Composições como os balés de Igor Stravisky (1882-1971) e *Ionisation* (1929–1931) de Edgard Varèse (1883-1965), constituem exemplos que exprimem intencionalidades técnico-composicionais que exigem um gestual técnico apurado do regente — o que não significa que o gesto seja o ponto de partida na preparação das obras. Mesmo dentro do intervalo temporal entre os séculos XX e XXI, há um manancial de composições que demandam mais da concepção sonora (ações mentais) do que a insípida clareza gestual (ações corpóreas), como em *Lontano* (1967) de György Ligeti (1923-2006) e *Threnody* (1960) de Krzysztof Penderecki (*1933).

Certamente que o “olhar” possui sua relevância para a performance musical e não há pretensão de desconsiderá-lo, mas é importante ressignificar o sentido que damos, indo além da acepção que se conclui do “olhar com o globo ocular”. Superar este pensamento é ir de encontro à

regência que se estrutura em uma reciprocidade dialógica entre a ação mental e corpórea. Constituir o “olhar” como fator determinante de privação ao acesso a um determinado conhecimento, deprime a cognição como agente psicológico ativo no constructo do conhecimento, nega todos os processos inerentes e participantes a esta aquisição como: o pensamento e a linguagem, raciocínio, memória percepção, atenção e imaginação, por exemplo. Portanto, a pessoa cega não está destituída de processos cognoscitivos, como completa Eline Porto (2005: 43):

O corpo é quem me possibilita chegar no âmago das coisas; ele é sensível para si, pois é pelo corpo que vejo, que apalpo e, dessa forma, sou capacitado para habitar e sentir o mundo interior e exterior. Partindo desse princípio, devo acreditar que o corpo deficiente da visão também “vê”. “Vê” do seu jeito próprio, único e particular, como qualquer outro ser humano que não é deficiente da visão.

Oliver Sacks (2010: 180), dissera que:

[...] a cegueira profunda como um mundo autêntico e autônomo, um lugar todo especial. [...] Ser alguém que vê com o corpo todo é estar em uma das condições humanas concentradas. [...] Significa transferir sua atenção, seu centro de gravidade, para outros sentidos, e estes assumiram então uma nova riqueza de poder.

O pensamento destes autores insere a compreensão de um corpo sensível, instrumento complexo de interação com o mundo. É neste mesmo sentido que Merleau-Ponty (1999), afirmara que a materialidade se constitui pelo corpo, e a experiência corpórea ensina a estruturar o enraizamento do espaço na existência. Segundo suas reflexões o corpo não está no espaço, ele é no espaço, e desta forma a unicidade humana se expressa pelo corpo e na relação deste com o mundo em que existe. A “experiência do corpo próprio nos ensina a enraizar o espaço na existência [...]. Ser corpo, nós o vimos, é estar atado a um certo mundo, e nosso corpo não está primeiramente no espaço: ele é no espaço.” (Merleau-Ponty, 1999: 205).

A base deste pensamento permite conectar o desenvolvimento do sujeito cego ao desenvolvimento técnico da regência, pois é visível acreditar que este sujeito possui a capacidade de estruturar e realizar as interconexões necessárias entre as experiências outrora vivenciadas e as atuais. Neste sentido, atribuindo significados que as tornam particularmente suas, e que refletem consequentemente sobre o aprendizado da regência do sujeito cego. “A prática da regência é, na essência, a expressão psicomotora de conteúdos musicais” (Mateus, 2009: 18).

Ao imergir nestas acepções, o corpo se constitui como “um instrumento do nosso ser que produz os nossos órgãos na relação com o mundo, pois não se vê o mundo com os olhos e o tato apenas, eu vivo, estou dentro dele, ele é o meu entorno e não minha frente distante de mim” (Porto, 2005: 46). O corpo abrange e expõe as marcas constituídas do passado e as intencionalidades do presente, sendo nele entrelaçadas histórias e vivências que são e serão usadas nas diversas leituras de mundo. Assim, o corpo pode ser compreendido como um depositário — corpo-arquivo (Lepecki 2010) — de memórias que se transfigurarão em atitudes. É como dissera Daniel Tércio (2014: 127): “não se trata apenas de ver — eventualmente nem se trata de todo de ver — mas sim de agir e sentir”.

Como descrito por Jacques Derrida (2001), o arquivo é a domiciliação da memória, e o corpo ao ser também considerado retenho de memórias, “pode trazer à sua superfície um conjunto de procedimentos acumulados, que chegam a integrar os processos de recepção desta ou daquela obra” (Tércio 2014: 128). Consequentemente, o corpo deixa de ser tratado como “um corpo vazio, cadavérico e disforme que é posto à frente da obra para cumprir a função que lhe é designada, somente pela presença física. Mas sim, um corpo que se apresenta para a arte, esculpido pelas aspirações” (Lima; Ciotti, 2015: 73).

A metáfora orgânica sugere uma determinada concepção do corpo e uma determinada concepção de arquivo. Entre a “carne” e os “ossos”, só os ossos podem conservar a memória da carne, sendo esta, devido à sua própria transitoriedade, incapaz de conservar a memória dos ossos. Os ossos estruturam, seguram e organizam a carne. Nesse jogo metafórico, os ossos corresponderiam ao arquivo. É claro que, mantendo-nos neste plano metafórico, podemos argumentar que a carne – os músculos – são também essenciais para conservar a integridade dos ossos e que, portanto, o arquivo se alastra ao corpo todo, a todas as suas camadas [...]. Com efeito, no corpo está a origem já que nele se inscreve a genética e nele se vão acumulando e renovando as experiências de uma vida [...]. Ora, acabei de formular um argumento para legitimar a expressão corpo-arquivo; com efeito, o corpo é verdadeiramente o primeiro dos arquivos (Tércio, 2017: 103)

Aspirações provocadas pelas imagens construídas através da perceptividade corpórea, que também passam a estimular e orientar, segundo Ana Carrolo (2009: 13), “a escolha entre repertórios de ações anteriormente disponíveis [no corpo enquanto arquivo], e otimizar a execução da ação escolhida e inventar novas ações aplicáveis a novas situações e conceber planos para ações futuras”, o que suplanta a dualidade cartesiana de uma mente seccionada do corpo.

Merleau-Ponty (1997) criticou — em seu livro *O olho e o espírito* — a perspectiva que Descartes colocara que os cegos possuem a acuidade de “ver com as mãos”. Uma perspectiva

relacional entre tato e visão, que por consequência, coloca-os como únicos na perceptividade do mundo. Mas para o autor e em dialogismo com Eline Porto (2005: 46), “o corpo é ao mesmo tempo, [enxerga] e é visível, ele olha para si e para as coisas, podendo reconhecer naquilo que vê o seu poder de [enxergar]. Ele se vê vendo, toca-se tocando, é visível e sensível para si mesmo”.

Esta sensibilidade corpórea em diálogo relacional com o mundo, estrutura a perceptividade das informações por outra via sensoria — neste caso, o tato, por exemplo — aparenta não confundir a mente da pessoa cega, pelo contrário, são capazes de gerarem imagens mentais claras do que lhes é percebido pela acuidade tátil. De modo congruente, dissera Ana Carrolo (2009: 17): “foi possível verificar-se que o desempenho cognitivo no âmbito das imagens mentais visuais, em pessoas cegas é semelhante ao que acontece com normovisuais, na capacidade de memorizar de forma superior imagens de palavras concretas, em detrimento de palavras abstratas”. Em complemento a esta delineação, Dennis Schulman relatara a Sacks (2010: 191) que:

Ainda vivo em um mundo visual, depois de 35 anos de cegueira. Tenho memórias e imagens mentais vívidas. Minha mulher, que eu nunca vi — penso nela visualmente. Meus Filhos Também. Vejo a mim mesmo visualmente — mas é como da última vez em que me vi, quando tinha treze anos, embora eu me desdobre para atualizar essa imagem. Faço muitas conferências, e minhas anotações são em braille; mas quando eu as repasso mentalmente, vejo-as de modo visual — são imagens visuais, não táteis.

Correlacionar a ideia de geração de imagens mentais provocadas exclusivamente pela via sensoria tátil, parece algo inviável de se pensar quando se envolvem pessoas cegas. Porém, é algo possível. A evidenciação deste fator, é encontrada nos estudos do neurocientista Sadato (et al 2002). Com a participação de 15 voluntários cegos e 8 normovisuais, submetidos a uma ressonância magnética funcional (MRI - *Magnetic Resonance Imaging*) ao passo que realizavam atividades táteis.

O experimento com os voluntários teve por base uma atividade de discriminação tátil, usando o sistema Braille. A atividade teve seis sessões intercaladas com momentos de descanso de 30 segundos. Os estímulos táteis foram evidenciados em uma régua plástica deslizante — movimentada por um examinador — a esquerda do voluntário. Este posicionamento foi definido para que o dedo indicador direito passasse sobre os pontos Braille distribuídos em dois pares consecutivos. A seguir temos a exemplificação:

Exemplo 15: voluntário realizando o experimento de Sadato (et al 2002)

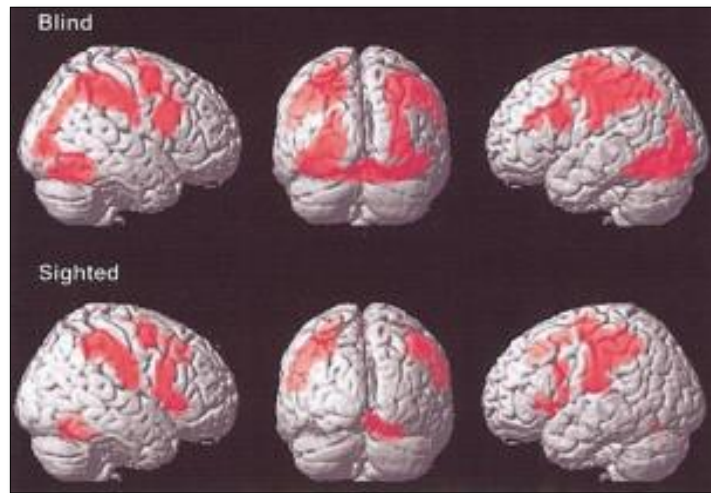


Fonte: Sadato *et al*, 2002: 391

Uma particularidade ressaltada por Sadato (*et al* 2002), corresponde a movimentação ocular dos voluntários normovisuais. Segundo a delineação do neurocientista supracitado, a movimentação sacádica⁵⁵ dos olhos pode suprimir a potencialidade funcional do córtex, mesmo o sujeito estando no escuro, impulsionando um “declínio na quantidade líquida neurotransmissora excitatória no córtex visual” (Sadato *et al* 2002: 2179). Para diluir a interferência fatorial dos movimentos sacádicos, foi utilizado uma projeção visual de um círculo pequeno totalmente preenchido — distante dos olhos a aproximadamente 1 metro e meio, em uma tela — sendo solicitado ao participante a sua observação no decorrer das seções. O experimento de Sadato (*et al* 2002), utilizando o MRI, gerou o exemplo abaixo:

⁵⁵ “Os movimetos sacádicos representam os movimentos oculares mais rápidos e nos capacitam a redirecionar nossa linha de visão. Eles incluem alterações voluntárias e involuntárias da fixação [...]” (Netto; Colafêmina, 2010: 51).

Exemplo 16: MRI resultante do experimento de Sadato (et al 2002)



Fonte: Sadato *et al* 2002: 391

O estudo realizado evidenciou que em pessoas cegas o córtex visual primário apresentou atividade mais intensa durante a realização de ações táteis. Sendo mais significativo o comportamento desta área cerebral em relação as pessoas normovisuais. Se torna pertinente o questionamento levantado por Oliver Sacks (2010: 192), “O que acontece quando o córtex visual deixa de ser limitado ou compelido pela entrada de informações visuais?”. De acordo com o autor supracitado, o córtex visual é hipersensível aos estímulos internos, como: Sinais advindos de outras áreas cerebrais — áreas táteis, verbais e auditivas — sua própria atividade autônoma, memórias, pensamentos e emoções.

Os neurocientistas cognitivos sabem, já há algumas décadas, que o cérebro tem muito mais plasticidades do que se imaginava. [...] pessoas com surdez pré-lingual (ou seja, que nasceram ou se tornaram surdas antes de aproximadamente dois anos de idade) as partes auditivas do cérebro não se degeneraram. Permaneceram ativas e funcionais, porém com atividade e funções novas: foram transformadas, “realocadas” [...] para processar a linguagem visual. Estudos comparáveis com cegos congênitos ou pessoas que ficaram cegas com pouca idade mostram que algumas áreas do córtex visual podem se realocadas e usadas para processar sons e sensações do tato. Com esta realocação de partes do córtex visual, a audição, o tato e os outros sentidos podem adquirir nos cegos hiperacuidade [...] o cérebro permanece capaz de mudanças radicais em resposta a uma privação sensorial. (Sacks, 2010: 182-183)

Como expusera Damásio (2011), a distintiva característica do cérebro humano é a sua capacidade de construir mapas. A partir do momento que o cérebro cria mapas informa a si mesmo. Estas informações poderão ser utilizadas inconscientemente no direcionamento eficaz do comportamento motor — o que opera dentro da perspectiva do corpo-arquivo. Como consequência, ao criar e estruturar mapas, o cérebro está também estruturando imagens. “E por

fim a consciência nos permite experienciar os mapas como imagens, manipular essas imagens e aplicar sobre elas o raciocínio” (Damásio, 2011: 87-88).

Ao interagir com objetos, pessoas, lugares e máquinas (tecnologias), por exemplo, o cérebro cria mapas, isto é, a constituição/estruturação destes mapas incide de fora para dentro. A interação permite que a constituição de mapas seja lembrada como fator importante para a melhoria e refinamento das ações. Os mapas também são arquitetados quando evocados momentos que estão adormecidos em memórias. Outro fator é que esta construção não adormece durante o sono (Damásio, 2011).

Estas reflexões permitem retornar ao subcapítulo: 1.3.3, Recursos didáticos complementares para o ensino da regência. Os alunos cegos ao usufruírem da interação com os recursos didáticos, sempre diziam conseguir ver/enxergar o conteúdo evidenciado. Por exemplo, a constituição em alto relevo da geometria de um compasso quaternário possibilita o contato tátil do movimento, conseqüentemente, sendo mentalmente visualizado. O mesmo ocorreu com a prática espelhada invertida (ver exemplo 6). Somente após a constituição deste mapa e da apropriação concreta da imagem mental, era possível o aluno cego executar o movimento. É inerente nesta exposição a constituição de imagem motora, uma evocação mental do plano motor sem que ocorra a movimentação propriamente dita (Bastos et al, 2013: 604).

As imagens baseiam-se em mudanças que ocorrem no corpo e no cérebro durante a interação física de um objeto com o corpo. Sinais enviados por sensores localizados em todo o corpo constroem padrões neurais que mapeiam a interação do organismo com o objeto. Os padrões neurais são formados transitoriamente nas diversas regiões sensoriais e motoras do cérebro que normalmente recebem sinais provenientes de regiões específicas do corpo. (Damásio, 2011: 98)

Partindo do confronto de tais delineações do levantamento da literatura, e das perspectivas de interação (Damásio, 2011), encontro respaldo nos escritos da psicanálise. Este campo lida com a espécie humana sob uma visão que transpassa além das “deficiências”. “A psicanálise ao abordar conceitos como inconsciente, pulsão e eu corporal, ela [expande] o corpo físico da medicina e amplia a noção de sujeito” (Araújo, 2008: 37). Tal domínio compreende/abarca “outras formas de ser”, me permitindo gerar reflexões necessárias que favoreçam a aprendizagem técnica da regência por alunos cegos. Isto torna pertinente abranger o pensamento de Jacques Lacan (1998), delineado em sua teoria do “Estádio Espelho”. O autor Musso Greco assim coloca:

Pelo lado da imagem encontramos, evidentemente, o olho, nosso primeiro aparelho de coordenação do espaço, que começa a percebê-lo, registrá-lo e organizá-lo "antecipadamente", ou seja, desde muito antes que o organismo possa mobilizar-se e deslocar-se fisicamente nesse campo, já que a organização do olhar precede o gesto e a palavra. Como tal, é também nosso primeiro aparelho de controle, de conexão e de contato com o chamado mundo exterior. Esse aparelho registra em sua história um momento fundamental: o Estádio do Espelho. (Greco, 2011: 97)

Como podemos ler na citação, a teoria lacaniana do “estádio espelho” tem por sustentação o olhar com base no órgão do sentido. No entanto — neste capítulo— foi expandida esta concepção de que o olhar não está necessariamente no sentido de “ver”, e o espelho lacaniano não significa que o sujeito esteja diante do objeto em si, mas na experiência com um “outro” que lhe imprime um “olhar”.

O “outro” como colocado, atua por sua vez, provocando o indivíduo a estar se inserindo em preceitos significantes, como o modo de arquitetar ou estabelecer uma determinada representação imagética. Para Lacan (1998), este outro age de certa forma como escudo narcísico que aparta o indivíduo de uma determinada realidade, ao mesmo tempo, que constrói neste indivíduo “um pequeno outro⁵⁶”. Neste processo de interação com o “outro”, o indivíduo toma posse do objeto através da construção especular de sua imagem, sendo esta responsável por atribuir a forma ortopédica ao corpo próprio⁵⁷.

A direção que a teoria de Lacan toma em relação a constituição imagética do “eu”, atribui ao Estádio Espelho a edificação dialógica apoiada em dois conceitos que o autor chama de: *Innenwelt* e *Umwelt*. Desta forma, ele enfatiza a interatividade entre a “exterioridade do mundo físico” e o “interior imaginário” na constituição concisa do sujeito, o que interage com a concepção do processo de interação no constructo de mapas mentais, exposta por Damásio (2011).

Esmiuçando o conceito *Innenwelt* > “Mundo Interior”, implica na experiência interna da mente, que caminha paralelamente com a estrutura que se formará do “eu” através do estádio espelho. Tal conceito dialoga com a perspectiva da *imago*⁵⁸, na qual, em *Innenwelt*, os limites

⁵⁶ Como veremos adiante, o “outro” nesta abordagem não constitui somente o ser humano, ou a relação humano-humano, mas a relação homem-tecnologia coligada ao domínio do **HCI** – **H**uman **C**omputer **I**nteraction. (Fiebrink *et al.* 2010).

⁵⁷ Na perspectiva desta investigação, é nesta interação que poderá ser constituída a corporeidade do aluno cego enquanto regente (performer), ou seja, o “eu” regente.

⁵⁸ Imago, em simples palavras, significa imagem. Na perspectiva de Lacan (1998: 98), é expressa da seguinte forma: “Basta compreender o estádio do espelho como uma identificação, no sentido pleno que a análise atribui a esse termo, ou seja, a transformação produzida no sujeito quando ele assume uma imagem”.

imagéticos do corpo ainda estão fragmentados⁵⁹. *Umwelt* constitui o ambiente (arredores) exterior a mente do indivíduo. Nesta forma, Lacan faz interagir o espaço interior com o espaço exterior em que o indivíduo está situado, ou seja, o “eu” só passará a completude corpórea de sua existência, por meio de uma relação associativa com uma imagem que está “fora” e não resumidamente “dentro” do indivíduo. (Lacan 1998).

Uma particularidade se estabelece a partir do momento em que o “outro” — sujeito que servirá como “espelho” — não possui as diretrizes necessárias para o direcionamento da constituição imagética e consequentemente corpórea, resultando na quebra do “espelho” lacaniano a partir do “outro”. Isto se intensifica, quando se leva em conta o receio — por parte de uma pessoa cega — de se movimentar ou de orientação independente no espaço, o que lhe torna ainda mais dependente das diretrizes repassadas pelo “outro”. O próprio Lacan (1994: 190) complementa:

Vocês vão me objetar que eu ensinei que, no momento em que o sujeito captura a totalidade de seu corpo próprio em sua reflexão especular, onde ele se realiza de certa maneira neste outro total e se apresenta a si mesmo, o que ele experimenta é antes um sentimento de triunfo. Aí está uma reconstrução, que não deixa de ser confirmada pela experiência, e o caráter jubilatório deste encontro não é duvidoso. Mas convém, aqui, não confundir duas coisas. Existe, por um lado, a experiência do domínio, que vai dar à relação [do sujeito] com seu próprio eu um elemento de *splitting* essencial, de distinção de si mesmo, que irá permanecer até o fim. Existe, por outro lado, o encontro com a realidade do mestre. Na medida em que a forma do domínio é dada ao sujeito sob a forma de uma totalidade a ele mesmo alienada, mas estreitamente ligada a ele e na sua dependência, isso é o júbilo, mas as coisas correm de outra maneira quando, uma vez que esta forma lhe foi dada, ele reencontra a realidade do mestre. Assim, o momento de seu triunfo é também o mediador de sua derrota.

Como dito, para a completude da constituição corpórea do “eu” é necessária a interação com o “outro”. Contudo, esta interação parte da perspectiva de interação de humano para humano (Araújo, 2008). Mesmo que o “outro” (professor), tenha meios de transmitir as diretrizes da regência para o aluno cego — na constituição do “eu” enquanto regente/performer — este aluno sempre estará dependente de seu “espelho” em seu processo de aprendizagem. O agravante reside fora da sala de aula, no estudo individual, pois nem sempre o “outro” estará disponível para atuar como seu “espelho”. Essa problematização possivelmente se soluciona a partir de uma expansão da perspectiva lacaniana.

Se para Jacques Lacan *Innenwelt* é a interioridade, e *Umwelt* a exterioridade, e o diálogo entre ambos resultará na completude da constituição corpórea do “eu”, então a composição do espectro no “espelho” que dará este reflexo não dependerá que o “outro” seja necessariamente

⁵⁹ Para Lacan (1998), o “eu” só estará completo a partir da interação do *Innenwelt* com *Umwelt*

um ser humano. Isto ocorre porque a palavra em alemão *Umwelt* — “ambiente ou ambiência” (Irmen, 1968: 60), “conjunto de condições que envolve as pessoas, ou conjunto de aspectos de um meio social, natural, artificial ou histórico que se situa uma ação” (Houaiss, 2015: 41) — em seu significado abrangente, permite também compreendermos o “outro” como um ser/âmbito artificial. Desta forma, podemos pensar no estádio espelho lacaniano, a partir da interação entre humano (sujeito cego) > < computador (outro). A partir desta interação, imergiremos noutra campo denominado de “Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (NTIC)”.

Ao abordar a perspectiva dos “espelhos” lacanianos, alcança-se uma possível concretização da constituição imagética de um determinado “objeto” (regência: preceitos técnicos-performativo), na edificação da corporeidade aluno cego enquanto performer (regente). E estabelecer o diálogo desta teoria com a NTIC, aumentam/expandem as possibilidades de assimilação do objeto e concretização desta corporeidade.

As linhas neste subcapítulo direcionam que o conhecimento musical, notadamente a apreensão técnica da regência e a sua expressão no ato performativo, advém do campo corporal, um corpo sensível e que “enxerga” a partir de sua experiência com o outro e com o mundo. “Institui-se um pensamento de unidade sobre o corpo integrando o biológico, o psíquico e o cultural, portanto, vivenciando o corpo próprio que é um corpo sempre em processo, em busca, um corpo-sujeito, que sente e corporifica a experiência” (Almeida, 2013: 30).

2.2 Um percurso de interação tecnológica

A utilização de recursos tecnológicos possibilita — tendo em vista um contexto de aprendizagem técnica e de construção performativa — a criação, a exploração, a experimentação, a depuração e a compreensão do processo pelo aprendiz (Cunha; Martins: 1998).

O ganho que o uso da tecnologia pode trazer, principalmente num contexto de aprendizagem, é dar apoio para a viabilização e explicitação das ideias. Quando o indivíduo trabalha para implementar suas ideias ele precisa de um sistema de representação que dê suporte e que facilite o processamento das mesmas. Se com tecnologia, o indivíduo tiver um sistema de representação eficaz, terá também mais oportunidades de expressar e trabalhar suas ideias, permitindo assim a criação de possibilidades mais potentes e diversificadas. (Cunha; Martins: 1998: 10).

E, complementando esta alocação:

Os recursos tecnológicos permitem ao deficiente visual quebrar não só barreiras sociais, mas também barreiras geográficas e de tempo, permitindo-lhe interagir com o mundo através da internet, por exemplo. Esses ganhos derivam do fato básico de que o deficiente visual tem a capacidade de aprender, e as novas tecnologias reconhecem e favorecem seu aprendizado. (Dorneles, 2007: 47).

Segundo Krüger (2006: 75), o uso da tecnologia possibilita “transformar nossos conceitos educacionais, nossas perspectivas didáticas, nos levam a refletir sobre as novas possibilidades e exigências quanto às interações com nossos alunos e colegas”. É possível perceber nas palavras supracitadas o processo interativo entre usuário (aluno) e tecnologia.

Fala-se neste percurso em interação e interatividade, termos conexos ao âmbito da NTIC. A interação está vinculada a mútua reciprocidade das ações de agentes distintos: agentes biológicos — agentes humanos — e agentes físicos — recursos materiais. A interatividade, por sua vez, está coligada a uma qualidade técnica das máquinas inteligentes, como expusera Claunice Dorneles (2007). De acordo com a autora, a comunicação linear através de dispositivos como a televisão, por exemplo, e a ruptura desta linearidade através da relação com ambientes virtuais, conjecturam do mesmo modo a interatividade.

A interatividade com a NTIC, e em si, com os componentes tecnológicos (*software* e *Hardware*) que estruturam o *Maestro v0.1* (*vide* cap. 3), não intenciona a exclusão do papel do docente. O intuito é fornecer meios didáticos que possibilitem a articulação e assimilação dos conteúdos na presença e na ausência do docente. Tanto o professor quanto a NTIC, atuam como instrumentos mediadores do processo de ensino-aprendizagem, como coloca Galvão (2004: 87)

São [agentes] que carregam consigo o motivo pelo qual foram gerados, ou seja, a sua finalidade social. Representam de imediato o que pretendem mediar na relação entre o ser humano e o mundo. No caso de uma ferramenta de trabalho, a partir do momento em que a pessoa descobre a sua finalidade social, ela irá carregá-la consigo, identificando, assim, para que serve a sua existência.

Por esta via, “cabe ao docente oferecer condições de aprendizagem criando situações didáticas para desenvolver ou ampliar novas competências, e ainda prestar ajuda através da mediação” (Dorneles, 2007: 79). Para Galvão (2004; 2013) e Dorneles (2007), o uso da NTIC promove e favorece ações processuais mentais superiores enquanto estas ações forem embasadas e guiadas pelo posicionamento reflexivo. Os autores complementam que o professor precisa ter a

necessidade de conhecer as particularidades educacionais dos alunos, a máquina (tecnologia) e as limitações desta, visualizando como e quando proceder com possíveis intervenções.

No tópico “A tecnologia como fator preponderante na aprendizagem do deficiente visual”, Dorneles (2007: 103), elenca as confluências positivas que as tecnologias promovem no processo de ensino aprendizagem de alunos cegos. A) Mediação através dos recursos humanos e tecnológicos no processo de formação educacional do deficiente visual; B) Valorização da tecnologia da informação e da comunicação como recurso mediador da aproximação e igualdade entre os deficientes visuais e normovisuais; C) A tecnologia como mediadora da independência do deficiente visual; D) Valorização do ensino especializado. Em suma, a autora corrobora a relevância da aprendizagem humana potencializada pela mediação tecnológica. “A contribuição da [NTIC] aponta para o sentimento de valorização do sujeito deficiente visual, que, ao ultrapassar as fronteiras da deficiência, aproxima-se da realidade da maioria dos sujeitos — os normovisuais” (Dorneles, 2007: 108).

Esta acepção, adquire novas perspectivas quando se tem em vista as particularidades das pessoas com necessidades especiais, conotando desta forma, a utilização das NTIC como Tecnologia Assistiva (TA). Para Busarello (et al 2015) e Sonza (et al 2013), TA está relacionado ao posicionamento investigativo e ao constructo de equipamentos e estratégias designadas para possibilitar ou potencializar as habilidades das pessoas com deficiência, abrangendo desde atividades básicas, profissionais e de estudo, “visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social” (CAT 2008: 09).

Como exemplo destes recursos, está o NVDA, um leitor de ecrã⁶⁰ que possibilita a leitura por voz computadorizada dos elementos do ecrã do computador. Seguindo esta mesma linha está o JAWS. Outro exemplo de Tecnologia Assistiva (TA) é o *software* Braille Fácil, editor de texto que transcreve ou importa documentos de outros editores para o sistema Braille, permitindo assim sua impressão neste formato. Como *hardware* cita-se: a impressora em Braille e alto-relevo; Scanner com voz que permite a digitalização de textos impressos reproduzindo-os em áudio, e a Linha Braille: um dispositivo conectado ao computador que reproduz em Braille o conteúdo do ecrã, bem como, atua como teclado Braille (Sonza et al 2013).

⁶⁰ Também denominados nesta tese de “leitores de tela”. Correspondem: “Captam os dados da memória de vídeo, possibilitando aplicações mais variadas. Essas interfaces permitem o reconhecimento de caracteres através da síntese de voz, oferecendo a descrição textual das barras de tarefas. Podem ser instalados em qualquer sistema operacional, como por exemplo o Windows, facilitando o uso do computador por deficientes visuais cegos e de baixa visão, o que possibilita a interação destes em tempo real com os alunos normovisuais” (Dorneles, 2007: 45)

Na música, existem os *softwares* de escrita musical que permitem a transcrição da notação musical em musicografia Braille. São exemplos: O BrailleMusic Editor e o Musibraille. O SharpEye Music Scanning, possibilita a digitalização de partituras em tinta, convertendo em ficheiros MIDI ou para editores de partituras. O Goodfeel, realiza a conversão de partituras em tinta — ficheiros em PDF, por exemplo — para serem utilizados em editores de musicografia Braille.

A exemplificação das tecnologias supracitadas, demonstram que a acepção atribuída a TA possui característica ampla e de carácter interdisciplinar. Este sentido favorece abranger distintas áreas do conhecimento, como a música e, especificamente, a regência. Como consequência, esta perspectiva amplia e instiga a promoção de pesquisa de desenvolvimentos e inovação em NTIC que originem novas TA (Galvão, 2004; 2013).

2.3 A Tecnologia como recurso de esperança visual

Parte da inspiração que me embasou a cogitar o uso de recursos tecnológicos como instrumentos potencializadores do processo de ensino-aprendizagem de alunos cegos, bem como, o entusiasmo criador dos conceitos que estruturam a minha proposta tecnológica, constituíram-se como possíveis a partir da leitura realizada no livro de Simon Ings (2008). Em *O olho: uma história natural da visão*⁶¹, o autor descreve o desenvolvimento de tecnologias destinadas a possibilitar pessoas cegas a “enxergarem”.

No início da década de 1970, o neurocientista e especialista em medicina de reabilitação da Universidade de Wisconsin-Madison, Paul Bach-y-Rita (1934-2006), desenvolveu um protótipo que ajuda pessoas cegas a “enxergarem”, sendo desta forma, o neurocientista americano evidenciou a plasticidade do cérebro humano. “O cérebro permanece capaz de mudanças radicais em resposta a uma privação sensorial” (Sacks, 2010: 183).

A reflexão teórica de Bach-y-Rita, exprime que as recepções das informações de mundo não estão limitadas pela ausência da visão, e que as pessoas poderiam receber as informações que a visualidade lhes proporcionaria em forma de vibrações no corpo. É neste sentido que o neurocientista americano, desenvolve um colete que na região do abdômen ou das costas, possui

⁶¹ A descrição das tecnologias se encontra em: Ings, 2008. Porém, exemplifico nesta tese apenas as que me servem como ponto de partida ao desenvolvimento do meu protótipo.

um sistema mecânico com 256 vibradores — ou como descreve Simon Ings (2008: 33) “tateadores, pois, quando ativados, o indivíduo pode sentir seu toque”. Uma câmera acoplada a um óculos realiza a captura das imagens do ambiente em *pixels*⁶², e as informações coletadas são recepcionadas e processadas por um computador colocado no quadril, enviando, em seguida, os dados para os “tateadores” que estão no colete.

Os participantes dos testes iniciais do colete Bach-y-Rita, relataram — segundo Ings (2008) — serem capazes de se locomoverem desviando de obstáculos, e serem possíveis de realizar reconhecimento facial. “Quando a “visão” mudava porque eles se moviam ou algo à sua frente se movia, reagiam adequadamente. Se alguém jogasse uma bola de papel em sua direção, eles desviavam” (Ings, 2008: 33). Oliver Sacks (2010: 206), complementa:

Bach-y-Rita pensou na possibilidade de conectar à pele a saída de dados de uma câmera de vídeo, ponto por ponto, permitindo a um cego formar uma “imagem tátil” de seu ambiente. Isso poderia funcionar, ele pensou, pois as informações táteis são organizadas topograficamente no cérebro, e a acurácia topográfica é essencial para a formação de uma imagem quase virtual. [...] Isto significa agora que eles estão vendo? Certamente estão apresentando o que os behavioristas chamam de “comportamento visual”. Bach-y-Rita descreveu como seus sujeitos aprenderam “a fazer avaliações perceptuais usando meios visuais de interpretação, como perspectiva, paralaxe, aproximação e afastamento do alvo e estimativas de profundidade.

Aprimorando esta tecnologia Bach-y-Rita desenvolveu um dispositivo de medidas aproximadas a um selo postal. A minúscula placa com algumas centenas de eletrodos é sobreposta na língua. “A língua possui a maior densidade de receptores sensitivos do corpo, além disso, proporcionalmente, a maior quantidade de espaço no córtex sensitivo” (Sacks, 2010: 206-207). Esta particularidade a torna singular na substituição sensitiva. O dispositivo, em síntese, fez com que seus usuários pudessem formar imagens úteis, embora muitas vezes imprecisas.

A artificialidade semântica propiciada pelo protótipo de Bach-y-Rita aos participantes do experimento, possui a funcionalidade aproximativa “visual”. Sendo neste sentido, a perceptividade das informações por outra via sensória — neste caso, o tátil — aparenta não confundir a mente da pessoa cega, pelo contrário, são capazes de gerarem imagens mentais do que lhes é percebido. Seguindo está concepção, encontra-se que Merleau-Ponty (1999) enquadra sensação e percepção sob a mesma perspectiva, sendo estes elementos abalizadores

⁶² De acordo com Mota (2019: 27), a menor unidade de composição de uma imagem é o *pixel* e cada um destes pontos contém informações que determinam as características da imagem.

responsáveis por gerarem provocações nos sujeitos o constructo do conhecimento, sendo em consequência interpretado pela subjetividade pelo corpo.

Diálogos entre a oftalmologia e a tecnologia resultaram em experimentos que tiveram o tentame de arquitetar protótipos de olhos artificiais. Dentre estas investigações experimentais, destacasse em Cambridge no ano de 1960, o experimento de se projetar imagens diretamente no cérebro, liderado por Giles Skey Brindley (Ings, 2008).

O experimento de Brindley (Ings 2008), consistiu em colocar cerca de 80 eletrodos no córtex visual, e sob o couro cabeludo, diversos receptores de rádio. O conceito deste procedimento era de proporcionar estímulos diretamente no córtex visual, provenientes da baixa carga emitidas pelos eletrodos estimulados pelos receptores. Ainda de acordo com Simon Ings (2008, 338) “a descoberta de que existe uma tela no cérebro [...] foi confirmada na Primeira Guerra Mundial, em pesquisas realizadas em soldados feridos”. Deste modo: “Ao colocar os 80 eletrodos na região do [córtex visual] V1, de sua paciente, Brindley esperava ter dado o primeiro passo na transmissão de mapas inteligíveis no córtex visual de um deficiente visual”. Assim relatara Brindley:

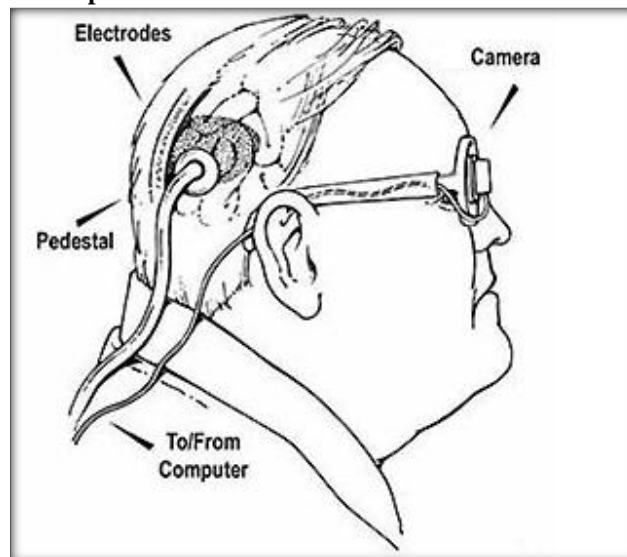
Nossas descobertas sugerem que será possível, aperfeiçoando nosso protótipo, criar uma prótese que permitirá aos deficientes visuais não só evitar obstáculos no caminho como também ler material impresso ou escrito à mão em uma velocidade comparável talvez àquele habitual das pessoas dotadas de visão (Brindley *apud* Ings 2008: 338).

Em 1978, o biomédico William Dobelle (1941-2004), implantou o conjunto de 64 eletrodos no cérebro de um voluntário que teve os nervos ópticos seccionados por um ferimento a bala (Ings 2008). Apesar da essência do procedimento de Dobelle assemelhar-se ao de Brindley, o resultado esperado foi melhor devido aos dispositivos serem menores, assim obtendo êxito em mapear a cena diretamente no córtex cerebral. Por outro lado, alguns problemas surgiram. Um deles era que os eletrodos produziam imagneticamente estrelas, e mais grave, o uso prolongado do aparelho superaquecia o cérebro.

Com os avanços tecnológicos, alguns componentes do experimento de Dobelle ficaram menores, resultando na resolução do problema do superaquecimento cerebral. Denominado de “sistema de visão induzida por pontos” possibilitou a leitura de textos em Braille. “Por volta de 1979, os pacientes de Dobelle estavam lendo Braille com ‘visão artificial’ cinco vezes mais rápido do que com os dedos” (Ings, 2008: 339).

Em 2000, Dobelle passou a residir em Portugal onde deu continuidade a suas investigações. Seu protótipo passou a ser denominado de “Olho de Dobelle” (Ings 2008). Através de uma câmera e um scanner de ultrassom acoplado em um óculos, as imagens captadas são transmitidas para um sistema computacional colocado na cintura do paciente. O sistema recebe as imagens captadas pela câmera, e reduz estas imagens aos contornos dos objetos que, por sua vez, são transmitidas aos 64 eletrodos de platina que estão implantados diretamente no córtex visual. Os pacientes que testaram o protótipo foram capazes de ler letras com cinco centímetros de altura a 150 metros de distância (Ings 2008).

Exemplo 17: Olho de Dobelle

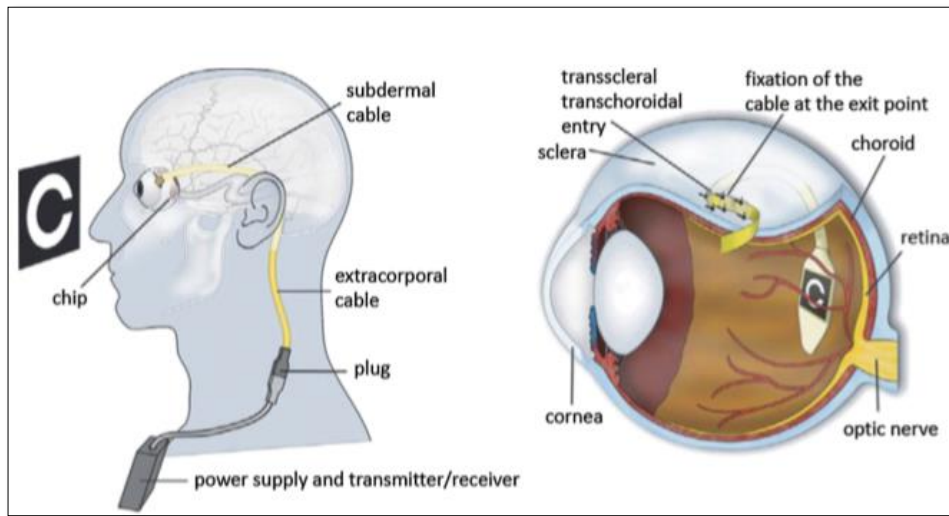


Fonte: <[Bioprocessonline](http://bioprocessonline.com)⁶³> Acesso em: 22/12/2017

Uma equipe de cientistas formada por membros americanos e alemães, no ano de 2004, passou a considerar a possibilidade de desenvolver um dispositivo ocular minúsculo (Ings, 2008). Um chip eletrônico implementado por meio cirúrgico sob a retina.

⁶³ Fonte: <<https://www.bioprocessonline.com/doc/making-the-blind-to-see-0001>> - Acesso em: 22/12/2017

Exemplo 18: Chip sob a retina.



Fonte: Chow, 2013: 260

A conclusão dos cientistas envolvidos nos experimentos da implementação do chip sob a retina, demonstra que os estímulos artificiais eletrônicos na retina, criam fosfenos. Este estímulo passa a gerar resquícios de imagens nos pacientes cegos. (Chow, 2013)

Do ponto de vista da restauração da visão, ambos os dispositivos epirretinianos foram capazes de induzir fosfenos nas proximidades dos eletrodos do implante, na maioria, mas não em todos os indivíduos. Em 1 dos 6 pacientes submetidos ao implante, a prótese epirretiniana foi capaz de criar orientações de linhas e padrões visuais que apresentavam semelhança com o padrão de seus eletrodos estimulantes. Subjetivamente, o paciente descreveu a estimulação a partir de um arranjo vertical de eletrodos ativados como: “linha, meia-lua ou semicírculo”, e um arranjo diagonal de eletrodos ativados como um “arco, arco amarelo”. O resultado visual mais notável foi quando os eletrodos foram ativados em um padrão oval, o paciente notou uma linha cercada por um círculo, um círculo e uma linha e algo oval como uma bola de rugby. Não ocorreram graus mais altos de função visual e retorno subjetivo da formação (Chow, 2013: 265 – tradução minha)⁶⁴.

Estes procedimentos certamente servem de inspiração, e mostram a aplicabilidade de conceitos e diálogos estabelecidos entre áreas como a medicina, neurociências e tecnologias. O que se almeja aqui, certamente não chega próximo a magnitude destes experimentos. No entanto,

⁶⁴ Todas as traduções foram realizadas pelo autor desta tese. “From a vision restoration perspective, both epiretinal devices were able to induce phosphenes in the vicinity of the implant electrodes in most but not all subjects. In 1 of 6 patients who underwent implantation, the epiretinal prosthesis was able to create line orientations and visual patterns that bore similarity to the pattern of its stimulating electrodes. Subjectively, the patient described stimulation from a vertical arrangement of activated electrodes as a line, like a half moon, or a semi-circle and a diagonal arrangement of activated electrodes as an ‘arc’, yellow arc. The most notable visual result was when the electrodes were activated in an oval pattern, the patient noted a line surrounded by a circle,” a circle and a line, and “something oval like a rugby ball. Higher degrees of visual function did not occur, and subjective return of formed vision” (Chow, 2013: 265).

perpassando este estado de inspiração, estabelece-se neste discurso dialogismo com os conceitos das arquiteturas tecnológicas exprimidas por estes cientistas.

Como pôde ser visto em Bach-y-Rita — colete com “tateadores” — e dialogado com Sadato (*et al* 2002), a constituição imagética em pessoas cegas é fator conciso. Portanto, as linhas descritas por estes cientistas, fundamentam e sustentam a sistematização conceitual da minha proposta de Hardware — pulseira com sistema vibracional (*vide*: Cap. 3) — como elemento capaz de transmitir um *feedback* tátil a um discente cego de sua prática técnica gestual.

Conquanto aos experimentos de Brindley e Dobelle, há um elemento em comum. Ambos utilizam algo para a realização da captura de imagens do ambiente, no caso dos primeiros receptores e, em Dobelle uma Câmera. Em minha proposta, utilizarei uma câmera. Todavia, em uma perspectiva distinta. Ao invés dela estar voltada para o ambiente, a câmera terá seu foco estruturado para o movimento gestual do usuário. Portanto, mantendo o sentido de um “olho artificial”. Operando em conjunto com o hardware, passa a atuar como uma espécie de espelho — como vimos na perspectiva teórica de Jacques Lacan (*vide*: Cap. 2.1).

Dentro destas perspectivas, a estrutura tecnológica construída não conjectura possibilidades invasivas no corpo — procedimentos cirúrgicos — muito menos custos exorbitantes. Se as perspectivas que embasam o conceito que arquitetam minha tecnologia estiverem coerentes, o sujeito cego poderá obter a constituição imagética gestual — visualização — da técnica da regência através da perceptividade.

2.4 Recursos tecnológicos no campo da regência⁶⁵

Softwares com base no reconhecimento, mapeamento e análise gestual da regência foram desenvolvidas. Por conseguinte, pontuo estas estruturas destinadas a prática da regência, mas que não se aplicam ao público alvo desta investigação — usuários deficientes visuais.

Buxton (*et al* 1980), estruturou o “*Micro computer-based Conducting System*”. Em espaço bidimensional, usando um dispositivo de captura de dados — *mouse* de computador — o sistema desenvolvido não estava centrado no reconhecimento gestual, mas em simular os gestos. A movimentação do cursor do *mouse* na tela do computador delineava a geometria dos

⁶⁵ Ver também Kolesnik (2004).

compassos, e nesta movimentação, o dispositivo era capaz de reconhecer parâmetros como: andamento, amplitude gestual e articulação, por exemplo.

Exemplo 19: Usuário utilizando o Micro computer-based Conducting System.



Fonte: Buxton (*et al*, 1980: 20); Kolesnik (2004)

Denominada de *Danton*, Max Matthews (1989) desenvolveu uma batuta mecânica. O dispositivo é batido em uma placa de metal que envia os sinais deste impacto para uma placa MIDI conectada a um computador. Os dados recebidos desta ação fizeram as correções necessárias de tempo, intensidade e equilíbrio de vozes em um MIDI pré-gravado, sendo esta resultante gerada em um novo MIDI enviado em sequência para um sintetizador. Max Matthews (1991) aprimorou o seu dispositivo para um sistema de rádio frequência em 1991. Com duas batutas em movimento sobre a placa de metal que captava os dados de rádio frequência.

Keane e Gross (1989) desenvolveram um dispositivo denominado de *MIDI Baton System*. Confeccionada com um tubo de latão, a batuta contém em seu interior uma esfera. O atrito da esfera com as paredes internas do tubo origina o sinal elétrico necessário para o envio e processamento da informação (tempo e intensidade) no computador. Complementando o sistema, um *footswitch* aciona os comandos de início e pausa. Salienta-se que este sistema trouxe um aprimoramento importante para o desenvolvimento de *software* envolvendo a movimentação gestual. Este avanço tecnológico consistiu na diluição temporal na comunicabilidade de dados entre o usuário e o processamento da mensagem gestual pelo computador, estabelecendo um curto tempo no processamento de resposta.

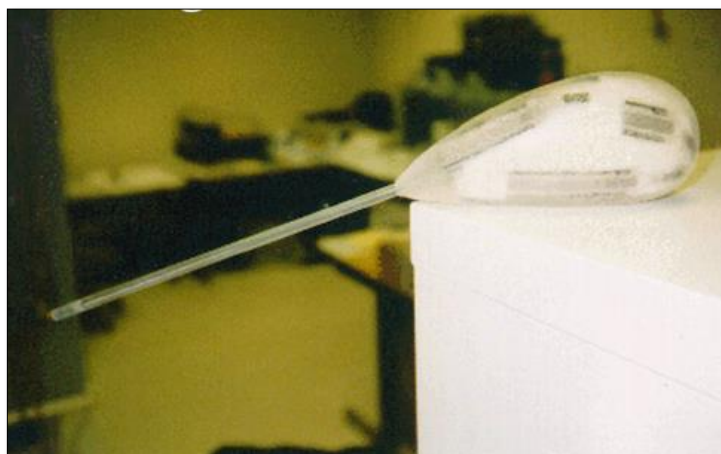
Em 1992 Bertini e Carosi (1992) desenvolveram a *Light Baton*. Uma batuta que em sua ponta foi acoplada uma pequena luz, responsável por enviar os sinais da movimentação gestual para

uma câmara CCD⁶⁶. O objetivo principal do sistema era de ser utilizado em performances musicais ao vivo, na qual ocorria a manipulação temporal por meio dos gestos do regente de MIDI pré-gravado em um computador.

Nesta mesma linha de pensamento de desenvolvimento tecnológico, Fujinaga e Tobey (1996) projetaram um *software* que estabelece comunicação com duas câmeras que captam os gestos do regente, também para controlar áudios pré-gravados. Este sistema foi pioneiro em capturar e analisar os dados gestuais em espacialidade 3D, além de incluir a potencialidade de controles em tempo *rubato* e de reconhecimento de padrões gestuais.

No ano de 1996 Marrin e Paradiso (1997) arquitetaram a *Digital Baton*.

Exemplo 20: Digital Baton



Fonte Marrin e Paradiso (1997: 15); Kolesnik (2004).

A batuta confeccionada por Marrin e Paradiso (1997) foi estruturada com um conjunto de sensores capazes de captar a aceleração/movimentação do gestual. A ponta da batuta continha um LED infravermelho que possibilitava o rastreamento do movimento por uma câmara.

Denominado por Usa e Mochida (1998a; 1998b) de *Multi-Modal Conducting Simulator*, o sistema embasado por sensores 2D (acelerômetros), e uma câmara para capturar a

⁶⁶ Souza e Cardoza (2012) assim definem os sensores de captura de imagens: “Há no mercado nos dias de hoje dois tipos de sensores digitais de grande potência são eles: os CCD (*Charged Coupled Device*) e o CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*), que são tipos de dispositivos de estado sólido, são circuitos integrados feitos de silício, que são compostos por vários transistores e diodos amontoados e um mesmo circuito e interligados até mesmo e um mesmo píxeis do chip, que geram pequenas cargas elétricas quando a luz incide sobre a superfície do componente. [...] O funcionamento do sensor CCD também tem suas possíveis semelhanças, tendo como o seu princípio fundamental de funcionamento as células que são sensíveis à luz, que também podemos chamar de pixel, que é também capaz de gerar energia elétrica através da captação incidente na superfície do sensor do pixel, o dado dependente dos milhares de sensores a milhões de células fotossensíveis”.

movimentação gestual. Uma novidade neste sistema, foi a introdução de um sensor capaz de captar a respiração para controlar a entrada inicial da música e o rastreamento da movimentação do globo ocular.

Contrariamente as estruturas tecnológicas citadas, Marrin e Picard (1998) desenvolveram um sistema chamado de: *Conductor 's Jacket*.

Exemplo 21: Conductor 's Jacket.



Fonte Marrin e Picard (1998: 11); Kolesnik (2004).

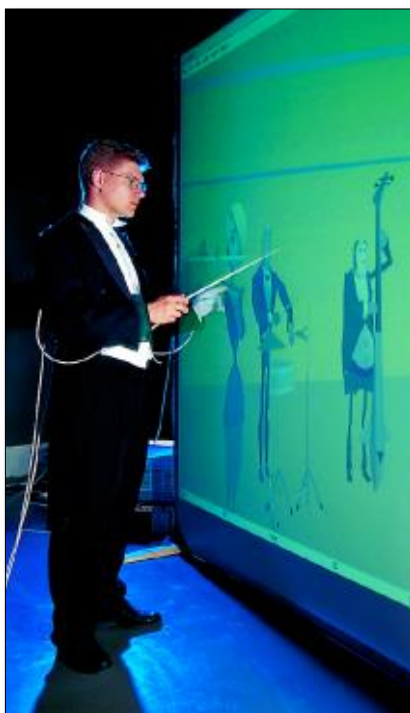
Este sistema possui o diferencial de analisar a resposta da tensão muscular, a respiração e a frequência cardíaca, através de sensores espalhados em uma jaqueta. Estes sensores captavam a movimentação corporal do regente e enviava os sinais para um equipamento de produção de som controlável por MIDI. Assim, enquanto sistemas anteriores se preocupavam apenas com a movimentação das mãos de um regente, o *Conductor 's Jacket* ponderava a estrutura corpórea.

IImonen e Takala (1999) estruturaram o *Conductor Following with Artificial Neural Networks*. Este sistema tem por base Redes Neurais Artificiais⁶⁷ para interpretar e analisar a delineação gestual do regente. Este procedimento resultou em um rastreamento em 3D de alta precisão da movimentação gestual. Três perspectivas modulares estruturam o sistema, sendo estes: a

⁶⁷ O autor Barreto (2002: 06) assim define: “Pode-se dizer que redes neurais artificiais consistem em um modo de abordar a solução de problemas de inteligência artificial. Neste caso, em lugar de tentar programar um computador digital de modo a fazê-lo imitar um comportamento inteligente (saber jogar xadrez, compreender e manter um diálogo, traduzir línguas estrangeiras, resolver problemas de matemática tais como se encontram nos primeiros anos dos cursos de engenharia, etc.) procura-se construir um computador que tenha circuitos modelando os circuitos cerebrais e espera-se ver um comportamento inteligente emergindo, aprendendo novas tarefas, errando, fazendo generalizações e descobertas, e frequentemente ultrapassando seu professor. Da mesma forma, estes circuitos neurais artificiais poderão se auto organizar, quando apresentados a ambientes diversos, criando suas próprias representações internas e apresentar comportamentos imprevisíveis. E, melhor ainda, (ou pior) ter um comportamento que nem sempre pode-se prever e compreender, tal como hoje não compreendemos mecanismos do nosso próprio cérebro”.

entrada, a análise desta entrada de informação e a sintetização da informação. O tempo e a articulação musical foram os parâmetros manipulados pela utilização do sistema. Complementando toda a estrutura, o usuário (regente) controlava pelos gestos uma orquestra virtual.

Exemplo 22: Conductor Following with Artificial Neural Networks



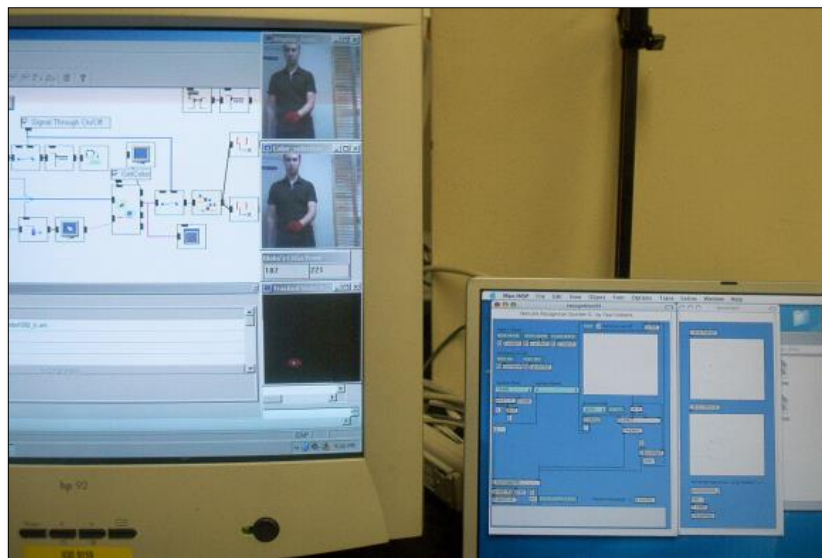
Fonte: Ilmonen e Takala (1999: 09); Kolesnik (2004).

No ano de 2003, Murphy, Andersen e Jensen (2003), construíram um dispositivo que denominaram de *Conducting Audio Files via Computer Vision*. Este sistema era capaz de controlar em tempo real um arquivo de áudio por meio da gesticulação técnica do regente. Com uma batuta possuindo sensores de movimentos juntamente com duas câmeras — uma a frente e outra colocada de perfil — capturava o gestual do regente. As indicações de tempo foram captadas e analisadas com base na captura das imagens pelas câmeras e decodificadas em estruturas MIDI. O sistema foi pioneiro na obtenção de dados (em áudio) e na manipulação destes em tempo real utilizando o *vocoder*⁶⁸.

⁶⁸ Morise *et al* (2016: 1877) coloca resumidamente: “é um sistema originalmente criado para telecomunicações como codificação de sinal de fala. Isto é essencialmente o que faz, analisa o sinal de entrada com um método de controle e os dados resultantes podem ser transmitidos. No final do recebimento, esses dados são novamente sintetizados para uma saída. No entanto, desde a sua criação, também tem sido usado como um efeito musical”.

Paul Kolesnik (2004), criou o *Conducting Gesture Recognition, Analysis and Performance System*. O sistema de Kolesnik fornece um conjunto de ferramentas que contém ampla funcionalidade para identificação, classificação e performance com gestos contínuos.

Exemplo 23: Visualização do sistema - Conducting Gesture Recognition, Analysis and Performance System.

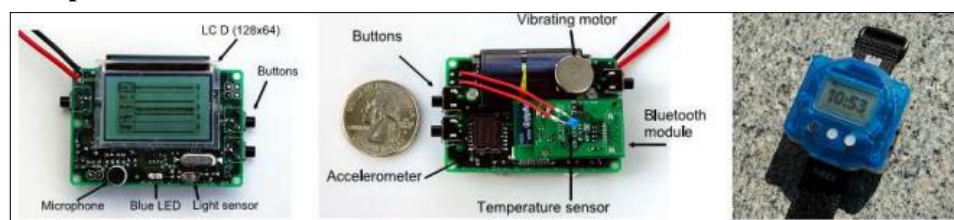


Fonte: Kolesnik (2004: 64); Kolesnik (2004).

Toda a ação do usuário (regente) é realizada em frente a uma webcam, e o processamento dos dados é realizado por o *software* instalado no computador, contendo um banco de dados gestuais. A diferença neste sistema é a sua perceptividade análise independente das mãos, podendo assim analisar gestos expressivos.

O desenvolvedor Bruegge (et al 2007) construiu o projeto *Pinocchio*. Com apoio de câmeras e do comando do vídeo jogo Nintendo Wii, se obtém os dados dos gestos do regente para manipular uma orquestra virtual em tempo real. Com base nesta mesma intenção, Schmidt (et al 2007) desenvolveu o *eWatch*, um relógio de pulso com sensores que substitui o uso do comando do Wii.

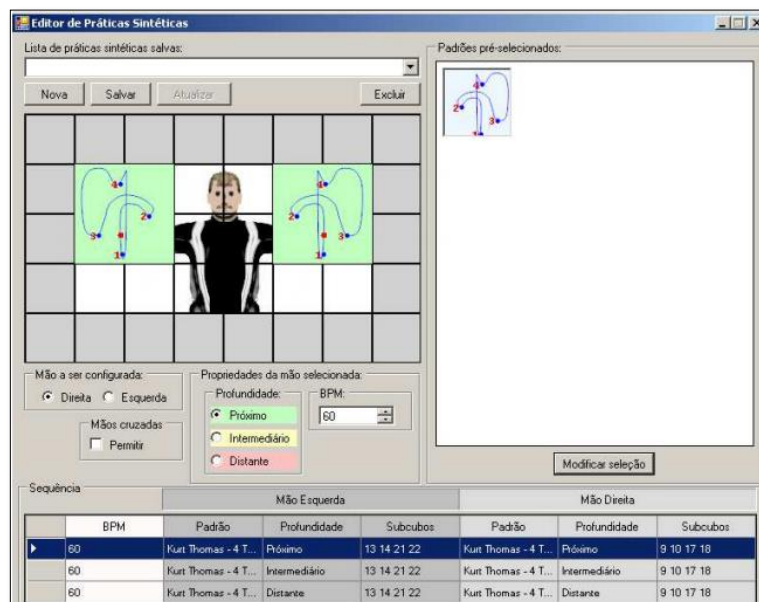
Exemplo 24: Estrutura do eWatch.



Fonte: Schmidt (et al 2007: 16)

Moreira (2013), com base no *kinect* do vídeo jogo Xbox — para a captura dos dados gestuais — desenvolveu *software de análise gráfica gestual*.

Exemplo 25: Estrutura do software de análise gráfica gestual.



Fonte: Moreira (2013: 50)

O objetivo proposto pelo desenvolvedor parte dos pontos em sequência: Avaliar, mensurar e monitorar os padrões gestuais da regência. Como consequência ocorre o aprimoramento da consciência corporal do usuário (regente).

A *BBC News*⁶⁹ publica em 25 de janeiro de 2019 o desenvolvimento da *Haptic Baton*. Este dispositivo permite que músicos cegos toquem em conjunto dentro de uma orquestra, por exemplo. A batuta converte os sinais da movimentação gestual em pulsos vibracionais. Pequenos dispositivos com conexão sem fio recebem os sinais da batuta, indicando não só a pulsação, mas emulando a movimentação do gesto do maestro. No músico cego, este dispositivo pode ser colocado no pulso ou nos tornozelos. O dispositivo foi desenvolvido por Vahakn Matossian, assim expõe⁷⁰: “Esta é a primeira vez no mundo. Nenhum regente já transmitiu a comunicação gestual sem fio simultaneamente para múltiplos músicos orquestrais deficientes visuais e com a mesma batuta” (Evans, 2019).

⁶⁹ **Fonte:** *BBC News* < <https://www.bbc.com/news/av/stories-46994209/magic-baton-helps-blind-musicians-feel-conductor> > Acesso em: 05/06/2019

⁷⁰ **Fonte:** *The Telegraph* < <https://www.telegraph.co.uk/news/2019/01/15/hi-tech-batons-allow-blind-musicians-follow-conductor-first/> > Acesso em: 05/06/2019

Exemplo 26: Haptic Baton.



Fonte: Ruth Evans e Tom Mustill. In: *BBC News* (2019)

O trabalho destes autores possui certamente sua relevância para o campo da regência. Todavia, não são estruturados para deficientes visuais, mas inspiram as prerrogativas da presente abordagem, fundamentando a possibilidade de construção do sistema tecnológico para o âmbito da regência como almejo — *Maestro v0.1*. A maioria dos sistemas supracitados foram arquitetados a partir das necessidades/curiosidades de desenvolvedores que não atuam de forma direta no campo da regência — seja no campo performativo ou educacional. Isto embasa outro diferencial no desenvolvimento da estrutura aqui exposta. Outro ponto a salientar consiste que as estruturas conceituais destes sistemas, foram primeiramente pensadas para serem depois testadas com seus usuários. Contrariamente a esta aceção, as funcionalidades oferecidas pelo *Maestro v0.1* foram primeiramente testadas acerca de suas exequibilidades para depois serem programadas (*vide* cap. 3 e 4).

2.5 Um percurso de interação com o *Human Computer Interaction*

A perspectiva discorrida nos parágrafos finais do tópico anterior, imerge na conceituação do **Human Computer Interaction** (HCI). Carroll (2002) e Dix (et al: 2004), detalham que o HCI compreende o estudo da utilização e interação entre o usuário e a tecnologia informática, no intuito de tornar o objeto melhor. Estes autores exprimem que a atividade que envolverá o

utilizador e o novo componente tecnológico deverá ser cuidadosamente arquitetada. Pois, interfaces mal arquitetadas podem ocasionar diversos imprevistos que resultem em problemas significativos, como por exemplo: uma má assimilação dos conteúdos técnicos da regência, direcionada por um *feedback* impreciso transmitido ao aluno cego. Cruzando tal ponto de vista com a presente abordagem, torna-se pertinente voltar a atenção para a interatividade aluno cego > < *hardware* e *software*.

A estruturação conceitual do *human computer interaction* (HCI) foi adotada a partir da década de 80, para subsidiar cientificamente a construção de sistemas/tecnologias a partir das necessidades reais dos usuários. As limitações, capacidades e potencialidades pertencentes ao lado humano, consistem em fatores relevantes, do mesmo modo, as relações sociais e a saúde/limitações físicas ou sensoriais, são elementos que interferem diretamente na usabilidade e que conseqüentemente refletem no sucesso ou fracasso do sistema desenvolvido (Mota, 2019: 29). Complementando tal delineação, Dix (et al 2004) detalha que o investigador da área HCI, analisa as formas que os humanos interagem com o componente tecnológico.

Os autores Peter Johnson (1994) e Mota (2019) corroboram que o HCI — enquanto campo de pesquisa — é uma vertente multidisciplinar que deriva de assuntos tecnológicos pertinentes as áreas, por exemplo da: ciência, engenharia, arte, psicologia e ergonomia. Para Gonzatto (2018: 127) o diálogo com os campos da etnometodologia e fenomenologia possibilitam a abertura de novas perspectivas que embasem novos fundamentos teóricos conceituais, sendo emergente em HCI assuntos “como processos culturais e sociais na interação mediada por artefatos computacionais”. Rogers (2004: 89) assim dissera:

O ritmo acelerado dos desenvolvimentos tecnológicos nos últimos anos (por exemplo, a Internet, as tecnologias sem fio, computadores portáteis, vestíveis, as tecnologias pervasivas, dispositivos de rastreamento) levou a uma escalada de novas oportunidades para aumentar, estender e apoiar experiências do usuário, interações e comunicações. Estes incluem o design de experiências para todos os tipos de pessoas (e não apenas os usuários) em todos os tipos de configurações que fazem todo tipo de coisas. A casa, a creche, ao ar livre, espaços públicos e até mesmo o corpo humano estão sendo experimentadas como potenciais espaços para incorporar dispositivos computacionais. Além disso, uma grande gama de atividades humanas, agora estão sendo analisadas e tecnologias são propostas para apoiá-las, até mesmo no grau de invadir aspectos anteriormente privados e tabus de nossas vidas (por exemplo, a vida doméstica e higiene pessoal⁷¹).

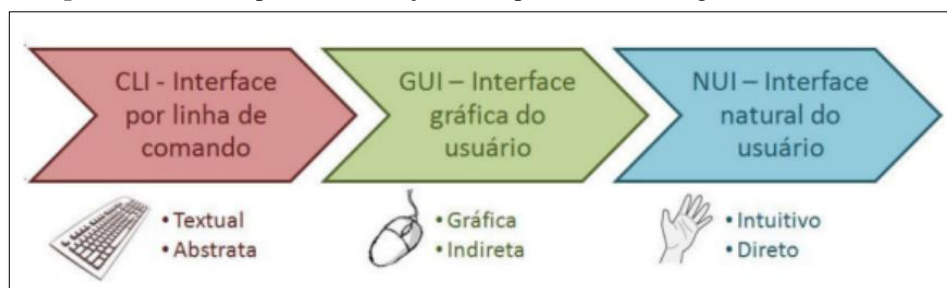
⁷¹ Tradução de Gonzatto (2018). “The rapid pace of technological developments in the last few years (e.g. the Internet, wireless technologies, handheld computers, wearables, pervasive technologies, tracking devices) has led to the escalation of new opportunities for augmenting, extending and supporting user experiences, interactions and communications. These include designing experiences for all manner of people (and not just users) in all manner of settings doing all manner of things. The home, the creche, the outdoors, public places and even the human body

E, ainda:

Ao longo da história da HCI, esta passou por mudanças de perspectivas teóricas e de relações disciplinares. Estas mudanças não ocorrem apenas por questões “internas” da pesquisa em HCI, mas também em relação aos interesses externos de outros estudos com os quais os estudos em IHC dialogam. A pesquisa em HCI se viu pressionada por outras áreas, que já discutiam as temáticas que os estudos em HCI tentavam assumir como seu objeto de pesquisa. (Gonzatto, 2018: 127)

A exemplificação abaixo demonstrada por Mota (2019) demonstra a evolução temporal das tecnologias de base interativa humano-computador.

Exemplo 27: Linha temporal de evolução de dispositivos tecnológicos.



Fonte: Mota, 2019: 22

Como exemplificado acima a CLI - *Command Line Interface* corresponde a interação do usuário por envio de linha de comando textual. Este procedimento passa pela GUI - *Graphical User Interface*, onde a interação ocorre pela estrutura gráfica no ecrã através do uso de *mouse* e teclado. Denominado de NUI - *Natural User Interface* a interatividade do usuário ocorre por meio de movimentos corporais, tato, visão, fala e gestos (Mota, 2019).

F. Karray (et al 2008) exprime que a atividade envolvendo o usuário e o computador deverá ser cuidadosamente arquitetada. Isto porque esta atividade tem por base três coeficientes distintos: o aspecto físico, cognitivo e afetivo. O físico determina a mecânica interativa entre o humano e o computador. O cognitivo trabalha com os diversos modos que os utilizadores poderão compreender e interagir com o sistema. Concernente ao aspecto afetivo, é o elemento que possui o tentame de possibilitar ao usuário uma experiência interativa agradável. Detalhadamente

are now being experimented with as potential places to embed computational devices. Furthermore, a far reaching range of human activities is now being analyzed and technologies proposed to support them, even to the extent of invading previously private and taboo aspects of our lives (e.g. domestic life and personal hygiene).”

Kuniavsky (2003: 900⁷²) coloca: “Resposta emocional ou afetiva, uma interação complexa de reações imediatas moduladas pela experiência com situação anterior e predição cognitiva de estados futuros, todos os quais acontecem rápida e simultaneamente”. Reafirmando assim que “as características humanas influenciam na interação com os sistemas” (Mota, 2019: 22).

A falha comunicativa entre desenvolvedores e usuários no processo construtivo tecnológico, resulta em possíveis falhas operacionais dos sistemas desenvolvidos. Esta questão concerne ao planejamento de estruturação arquitetônica do sistema, na qual prevalece a perspectiva dos desenvolvedores, ao invés de partir da compreensão das necessidades reais do processamento informativo dos usuários. A premissa base do HCI, consiste na participação do usuário durante o processo construtivo para detectar as possíveis falhas. Quanto mais tarde esta identificação, mais complexa será a resolução e conseqüentemente aumentará os custos do desenvolvimento (Mendes, 2009; Mota, 2019). “Não se pretende criar uma interface final, definitiva, mas sim exibir apresentações que podem ser testadas e iterativamente adaptadas aos utilizadores. A prototipagem e teste não garantem a ausência de erros, mas minimizam a propensão dos mesmos em fases avançadas do projeto e permitem avaliar a reação do utilizador à interface desenvolvida” (Mendes, 2009: 20). Pode-se então pensar que o processo de interação não está recluso ao momento de uso de uma tecnologia já finalizada, ela incide durante todo o processo de desenvolvimento.

É factual nesta premissa que a interação de uma pessoa com o mundo exterior acontece pela informação recebida e enviada. No processo de interação com um sistema, o usuário recebe a informação enviada pela tecnologia e responde enviando a entrada, ou seja, a informação de saída do sistema se torna a entrada para o usuário, e a saída de informação do usuário se torna a entrada para o sistema. Assim a aceção de *input-output* é definida por Dix (et al 2004).

Nos seres humanos, a entrada/recebimento das informações ocorrem pelos sentidos (visão, audição, tato, olfato e paladar), sendo o envio das informações através do controle motor. Dos cinco sentidos, a visão, a audição e o tato são os mais importantes para o HCI (Carroll, 2002). Em um sistema constituído por menus, janelas e ícones, a interação incide a partir da visão do conjunto de elementos que aparecem na tela. Porém, a informação também pode ser recebida pela audição (Dix et al 2004). Um sistema pode soar um bip para informar um erro ou chamar a atenção, poderá executar um comentário de voz dependendo da programação tecnológica. O

⁷² “Emotional response or affect is a complex interaction of immediate reactions modulated by experience with previous situation and cognitive prediction of future states, all of which happens rapidly and simultaneously” (Kuniavsky, 2003: 900).

toque pode ser usado para enviar as informações ao sistema através do uso de um teclado, ou da movimentação e click de um *mouse*. Ver e ouvir também constituem uma forma de interação com sistemas mais avançados (Carroll, 2002; Dix et al 2004).

O *Maestro v0.1* se embasa na perspectiva visual, auditiva e tátil como canais de *input* e *output* no processo de interatividade com o usuário cego. Parece então paradoxal ter como vertente de *input* e *output* a perspectiva visual, quando se tem como usuário final do produto, usuários cegos. O que concerne a este fator é que estas três vertentes precisam atuar em conjunto⁷³ para que ocorra uma interação efetiva com o usuário cego. Como todo sistema tecnológico, o *Maestro v0.1* possui funcionalidades que necessitam de serem acessadas através de menus. Estes menus são dispostos (ver: 3.4) em uma interface gráfica. É a estruturação ou o *design* desta interface gráfica que precisa ser arquitetada de forma acessível.

A estruturação das informações sobre as funções (menus de funções), devem ser diretas/objetivas, para facilitar a interpretação da informação pelos leitores de tela ou dispositivos de saída em Braille. Uma vez que estes sistemas, possuem limitações interpretativas em interfaces gráficas robustas (Dix et al 2004). Desta forma a perspectiva “visual” se apoia em duas estruturas chaves: o uso de sons e do toque (F. Karray et al 2008).

A audição é frequentemente colocada em segundo plano em relação a visão, mas no HCI este sentido pode operar em uma relação dialógica, por também fornecer informações de distância, direção, percepção de timbres distintos, por exemplo. Além da atuação com leitores de tela⁷⁴, o *Maestro v0.1* opera em diálogo com o conceito que Dix (et al 2004) descreve de *non-speech sound*. A “*non-speech sound* pode oferecer um número de vantagens [na interação com um sistema]. Como a fala é serial, temos que ouvir a maior parte de uma frase antes de entendermos o que está sendo dito. *Non-speech sounds* podem ser assimilados muito mais rapidamente” (Dix et al 2004: 376⁷⁵).

Nos sistemas o *non-speech sound* pode ser utilizado de várias formas. Frequentemente é utilizado para transmitir informações transitórias, como informações de conexões entre dispositivos e rede, para reportar ações erradas do usuário, ou erros no sistema. Pode também ser usado para informar o progresso de ações de interação ou transmitir *feedbacks* da

⁷³ Esta atuação expande a perspectiva de uso do *Maestro v.0.1* para usuários normovisuais.

⁷⁴ JAWS, Virtual Vision, DOSVOX, NVDA, VoiceOver, são exemplos de leitores de tela para deficientes visuais.

⁷⁵ “[...] *Non-speech sounds* can offer a number of advantages. As speech is serial, we have to listen to most of a sentence before we understand what is being said. *Non-speech sounds* can often be assimilated much more quickly” (Dix et al 2004: 376).

interatividade do usuário com o sistema. Sua utilização também pode abranger a comunicação representativa de ações e objetos na interface gráfica.

No HCI o toque é considerado o único que pode receber e enviar informações. O uso do toque (tato) é compreendido no desenvolvimento tecnológico como interação háptica. Esta se divide em duas partes: percepção cutânea, concernente as sensações táteis sobre a pele; e a cinestesia, que se refere a perceptividade da posição e do movimento⁷⁶. “Isso significa que a interação háptica pode fornecer informações sobre o caráter dos objetos na interface, bem como simulações mais realistas de atividades físicas, seja para entretenimento ou para treinamento.” (Dix et al 2004: 379⁷⁷).

A interação por toque é um tipo relevante de interface [...]. Foram desenvolvidas interfaces baseadas em gestos, movimentos do corpo e expressões faciais. Para utilizar este tipo de interação, necessita-se de algum dispositivo capaz de perceber os movimentos e interações do usuário. A maior parte dos trabalhos, utiliza câmeras juntamente com técnicas de Visão Computacional e Processamento de Imagens, para detectar os movimentos e interações realizadas pelo usuário (Mota, 2019: 24).

Sistemas desenvolvidos que se embasam em mais de um canal de *input* e *output* promove uma rica experiência (Hoare, 2007), e atuam dentro da perspectiva de *multi-modal interaction*. Assim complementa o autor Matthew Turk (2013):

Interfaces multimodais corresponde a sistemas interativos que buscam alavancar capacidades humanas naturais para via discurso de gesto, toque, expressão facial e outras modalidades, trazendo métodos mais sofisticados de reconhecimento e classificação de padrões à interação humano-computador [HCI]. [...] interfaces multimodais estão crescendo em importância devido aos avanços em *hardware* e *software* [...]. O objetivo da pesquisa em interação multimodal é desenvolver tecnologias, métodos de interação, e interfaces que removem as restrições existentes sobre o que é possível na interação humano-computador [HCI], para o pleno uso dos recursos humanos e das capacidades de comunicação e interação (Turk, 2013: 02).

Abordar a usabilidade de múltiplos canais sensoriais⁷⁸ expandem as perspectivas e possibilidades de interação entre o usuário e o sistema, e como consequência resulta em uma interatividade aproximativa ao que ocorre entre humanos — possivelmente tornando natural a usabilidade do sistema (Dix et al 2004). É importante salientar, segundo autores como Dix (et al 2004), Turk (2013) e Kuniavsky (2003), que a *multi-modal interaction* não está somente

⁷⁶ Este mesmo princípio ocorre na utilização do *Maestro v0.1*.

⁷⁷ “This means haptics can provide information on the character of objects in the interface, as well as more realistic simulations of physical activities, either for entertainment or for training.” (Dix et al 2004: 379).

⁷⁸ Como ver-se-á, o *Maestro v0.1* usa a perspectiva háptica e *non-speech sound* como meios de transmitir o *feedback* necessário ao usuário.

embasada pela riqueza e/ou das diversas possibilidades de interação tecnológica, mas se envereda pela redundância, como coloca Dix (et al 2004: 369):

Sistemas redundantes fornecem as mesmas informações através de uma variedade de canais, assim, por exemplo, as informações apresentadas graficamente também são legendadas em texto legível ou fala, ou uma narrativa verbal é fornecida com legendas de texto. O objetivo é fornecer pelo menos uma experiência equivalente a todos, considerando seu canal principal de interação (Dix et al 2004: 369⁷⁹).

Imergir no âmbito do HCI serve como fator basilar que me distancia sobre o que “eu acharia melhor que fosse”, e me aproxima das perspectivas reais do público alvo, ao qual a intenção investigativa de desenvolvimento tecnológico — *Maestro v0.1* — se destina.

⁷⁹ “Redundant systems provide the same information through a range of channels, so, for example, information presented graphically is also captioned in readable text or speech, or a verbal narrative is provided with text captions. The aim is to provide at least an equivalent experience to all, regardless of their primary channel of interaction” (Dix et al 2004: 369).

3. *LEVÍTICO*: a descrição e a edificação do *Maestro v0.1*

Quanto ao calçado, todos concordaram que a comodidade deveria passar à frente da beleza, nada de tirinha e tacões altos, nada de calfes e polimentos, com o estado em que as ruas estão seria um disparate, o que vai bem são umas botas de borracha, totalmente impermeáveis, de cano pelo meio da perna, fáceis de enfiar e desenfiar, não há melhor para andar nos lamaçais. Infelizmente não se encontraram botas deste modelo para todos, o rapazinho estrábico, por exemplo, não havia tamanho que lhe servisse, ficavam-lhe os pés a nadar lá dentro, por isso teve de contentar-se com uns sapatos de desporto sem finalidade definida, Que coincidência, diria a mãe dele, lá onde esteja, a alguém que lhe tivesse ido contar o sucedido, é exactamente o que o meu filho teria escolhido se pudesse ver. (Saramago, 1998)

3.1 Descrição do projeto de desenvolvimento

A construção de uma nova tecnologia não consiste em um procedimento de fácil execução. Em si, a maior dificuldade da proposta desta tese não esteve centrada na disponibilidade de espaços laboratoriais, na investigação de campo ou na ausência de desenvolvedores capacitados. O maior vilão — por assim dizer — consistiu na ausência de recursos financeiros⁸⁰.

A submissão da proposta ao PIBIC-UFRN teve por título: *Sensoriamento Visual e Música: novos recursos para o ensino de regência para cegos*. A estruturação da equipe de desenvolvimento consistiu — para além deste autor, e a orientadora da tese — de três professores⁸¹ todos pertencentes ao quadro efetivo do Departamento de Ciências e Tecnologia da UFRN. Estes professores atuaram na orientação da construção do *hardware* e *software*, que esteve a cargo de três bolsistas⁸² alunos da graduação do departamento supracitado.

3.1.1 Objetivos e detalhamento das funcionalidades

Os objetivos estruturantes do desenvolvimento do *Maestro v0.1* estão embasados em três partes, sendo estas:

1. Objetivo Principal:

- Fornecer um produto capaz de permitir ao regente cego o seu estudo e aprimoramento, de modo seguro e eficiente, assim como independente de supervisão de terceiros.

2. Objetivos Pedagógico-Musicais:

⁸⁰ A viabilidade de execução do desenvolvimento, somente foi capaz de existir, através do Edital de Bolsas de Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Edital N° 01/2017. Este edital visa conceder bolsas remuneradas por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para alunos da UFRN (PIBIC-UFRN).

⁸¹ Sendo estes: Prof. Dr. Bruno Marques Ferreira da Silva, Prof. Dr. Orivaldo Vieira de Santana Junior, e Prof. Dr. Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui.

⁸² Portanto, sendo a aluna Camila Barbosa Gomes de Araújo e o aluno Ângelo Marcelino Cordeiro — responsáveis pelo desenvolvimento do *software* — e Luiz Felipe Santana de Araújo Souza — responsável pelo *hardware*. (fotografia da equipe no “anexo D” desta tese).

- Possibilitar meios através da construção de novas tecnologias que tornem acessível e diluam a temporalidade do processo de ensino-aprendizagem dos aportes técnicos da regência para discentes cegos;
- Diminuir o nível de dependência do portador de deficiência visual na aquisição das competências, na prática destas competências e no estudo individual acerca dos aportes técnico-performativos da regência, através do uso de novas tecnologias;

3. Objetivos Técnico-Eletrônicos:

- Conceber dispositivos tecnológicos (software e hardware) capazes de realizar as três grandes tarefas: análise completa do movimento, contraste com um banco de dados previamente fornecido, e publicação de seus resultados em múltiplos meios (através da pulseira de resposta; através de persistência em banco de dados; através de estímulos sonoros; através de resposta gráfica);
- Fornecer uma aparelhagem de baixo custo, aumentando as possibilidades de aquisição pelo estudante como pelo profissional da Regência.

Os objetivos possibilitam resumir a estrutura arquitetônica do *Maestro v0.1* sobre dois elementos: o *software* responsável pela síntese de funcionamento do sistema, e o *hardware* responsável por transmitir o *feedback* háptico ao usuário cego. A dinâmica funcional do *Maestro v0.1* pode ser assim descrita:

1. A gesticulação do usuário é captada pela câmera;
2. O processamento desta gesticulação é realizado por um *Software*;
3. Os dados processados são transmitidos ao usuário cego através de *feedback* somatossensorial (háptico ou auditivo).

O *hardware* (pulseira) tem por objetivo dinamizar o desempenho e a absorção dos conteúdos técnicos abordados em classe e em seu estudo individual. Na classe de regência da licenciatura em música da UFRN é possível ter em média 40 alunos, por exemplo⁸³. Esta ferramenta possibilitará maior dinamismo dentro de classe, pois o docente poderá distribuir sua atenção

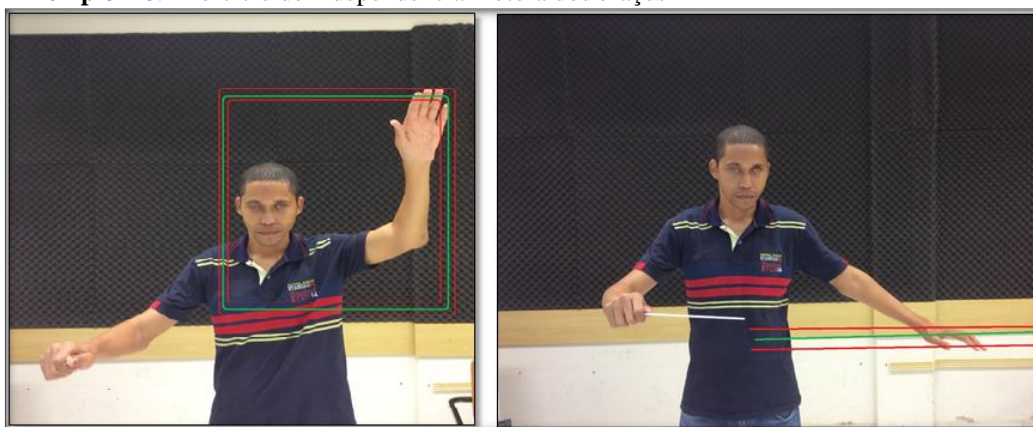
⁸³ Isto não se constitui como um caso isolado da instituição mencionada. Na Universidade de Aveiro, por exemplo, presenciei turmas com aproximadamente 30 alunos nos anos de 2012 e 2013.

uniformemente entre os alunos. Do mesmo modo, o discente cego poderá receber o *feedback* necessário para sua autocorreção gestual.

O protótipo do *hardware* é colocado no braço do aluno como uma pulseira com sistema de vibradores. A interatividade entre três elementos, movimento corporal, placa eletrônica com sistema *wifi* com quatro vibradores (pulseira eletrônica), e computador (ou laptop), atua em conjunto para gerar o *feedback* necessário para o aluno praticar. No computador — ou um laptop — está armazenado um banco de dados com as informações das margens espaciais. A pulseira transmitirá os dados gerados a partir da movimentação em frente a *webcam* do computador que fará a leitura destes dados e enviará uma resposta para a pulseira ativando o sistema vibracional.

No exemplo abaixo, temos exercícios de independência motora dos braços. Na imagem da esquerda é exemplificado a delimitação de um quadrado com o braço esquerdo enquanto o direito realiza a geometria do compasso quaternário, por exemplo. Cada lado deste quadrado durará quatro tempos. Por conseguinte (imagem da direita), temos uma perspectiva horizontal. Enquanto o braço direito delinea a geometria do compasso ternário, o esquerdo faz uma linha contínua com duração de seis tempos. A dificuldade destes exercícios — apesar de serem aparentemente simples — consiste em manter a clareza gestual da geometria dos compassos, enquanto o outro braço realiza um movimento completamente diferente e de modo contínuo. O objetivo é gerar a independência dos movimentos dos braços, possibilitando indicar as entradas dos naipes durante o discurso musical, como também dar a indicação de *crescendos* e *diminuendos*, por exemplo. No entanto, a falta da visão e a gesticulação no espaço “vazio” agravam a delimitação clara e contínua dos movimentos.

Exemplo 28: Exercício de independência motora dos braços



Fonte: fotografia realizada pelo autor desta abordagem.

Os vibradores da pulseira serão distribuídos da seguinte forma: dois nas laterais da proximidade do pulso — um no lado esquerdo e o outro no direito — um na parte superior e outro na parte inferior do braço. Essa distribuição permite a perceptividade do deslocamento do braço para a direita ou esquerda, para cima ou para baixo. Ponderando o exemplo (28), o aparelho permitirá condicionar a movimentação contínua e dentro das margens espaciais — representada pelas linhas vermelhas. A partir do momento em que a movimentação for se aproximando das margens o sistema vibracional é ativado e vai se intensificando a medida que fica mais próximo destas. O uso desta pulseira também é factível em relação a delimitação geométrica dos compassos, permitindo do mesmo modo, que o aluno cego execute a geometria sem se afastar da delimitação correta do percurso gestual.

Conquanto ao *software*, a sua base parte de uma *webcam* que atuará como uma espécie artificial de um “olho” que captará a imagem da movimentação gestual. Toda a decodificação da informação captada estará a cargo do *software* desenvolvido para esta finalidade. Suas funcionalidades — nesta versão em que se apresenta, *v0.1* — consistem em:

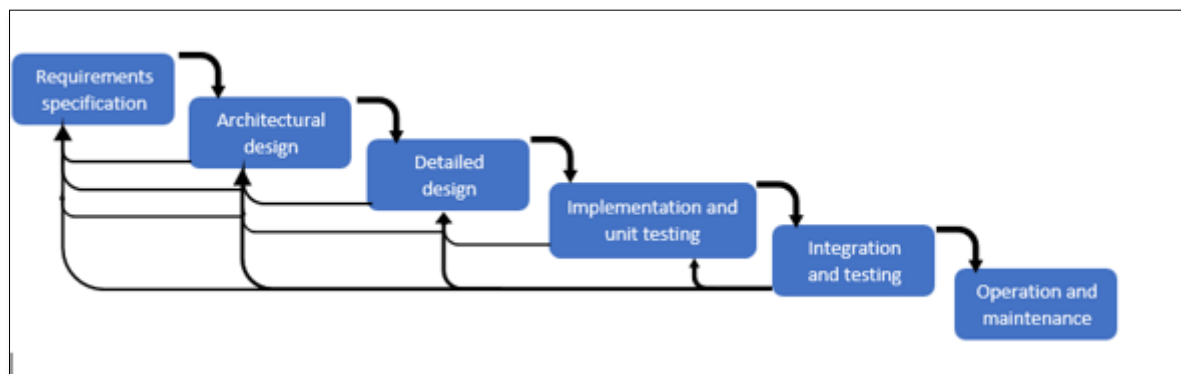
- 1) Analisar o processamento gestual e com base no banco de dados possibilitar diretrizes corretivas através de um *feedback* sonoro ou vibracional (uso da pulseira);
- 2) Fornecer dados gravados em forma de gráficos que possibilite enviar o registro ao docente de forma a acompanhar o progresso do aluno;
- 3) Consentir a impressão destes ficheiros gráficos em alto relevo para que seja também possível a leitura tátil;
- 4) Permitir a conscientização da noção de espacialidade, possibilitando trabalhar a movimentação autônoma do gestual técnico no espaço;

Como pode ser visualizado, o diferencial do *Maestro 1.0* consiste em trabalhar/exercitar a propriocepção do aluno cego, ao mesmo tempo em que tentará diminuir o nível de dependência de terceiros em sua prática individual. Diferentemente dos sistemas apresentados no capítulo anterior, os quais primeiro recebiam os dados da ação e depois de processar, por um certo espaço de tempo a informação, atuavam transmitindo o *feedback* ao usuário. Por outro lado, toda a interação de *input* e *output* com o *Maestro v0.1* ocorre em processo contínuo de ação e reação.

3.1.2 As etapas de construção

Tendo por base a perspectiva de estruturação e desenvolvimento em HCI, buscou-se o foco no *User-Centered Design* (UCD). Este procedimento pondera que o desenvolvimento tecnológico, deve ter como ponto central o usuário, visando a articulação das necessidades, limitações e ensejos para a criação de um protótipo⁸⁴ que supra tais elementos (Dix et al, 2004). Este sentido pode ser diluído em seis etapas sequenciais no desenvolvimento de um sistema:

Exemplo 29: Etapas da estruturação de desenvolvimento em UCD



Fonte: Dix *et al*, 2004: 228

Vemos no exemplo seis etapas. Para avançar para a próxima etapa os dados estruturados na etapa anterior, precisam se mostrarem satisfatórios e concisos. Caso contrário, a etapa deve ser reestruturada no tentame de dirimir a causa das falhas, como falta de exequibilidade e/ou operacionalidade de uma determinada função.

Requirements Specification (RS) segundo Souza e Stadzisz (2016: 4), consiste no “processo de busca, descoberta, aquisição e elaboração de requisitos para sistemas de *software*. Trata-se de aprender e compreender as necessidades do usuário com o objetivo de reunir e comunicar as informações necessárias para o desenvolvimento”. Os elementos elencados como objetivos no subcapítulo anterior, enquadram-se, portanto, em RS.

Na RS o desenvolvedor tenta capturar uma ideia do que o sistema deverá proporcionar. Esta ideia é contrária a perspectiva de como o produto propiciará as funcionalidades esperadas,

⁸⁴Entende-se aqui por protótipo como: “representação concreta de uma parte ou do todo de um sistema interativo. O protótipo é um artefato tangível, não uma descrição abstrata que requer interpretação” (Lafon; Mackay, 2005: 1080)

cabendo este sentido as etapas subsequentes. Esta etapa ainda inclui “aspectos do domínio de trabalho incluindo não apenas as funções específicas que o software deve executar, mas também informações sobre o ambiente no qual ele deve operar, como as pessoas a quem potencialmente afetará e a relação do novo produto com qualquer outro produto que esteja atualizando ou substituindo” (Dix et al, 2004: 227⁸⁵).

Embora os requisitos sejam da perspectiva do cliente, se eles forem exequíveis pelo produto, o software, devem ser formulados em um idioma adequado para a estruturação [realização]. Geralmente, os requisitos são inicialmente expressos na linguagem nativa do cliente. A linguagem executável dos requisitos para o software é menos natural e está mais relacionada a uma linguagem matemática na qual cada termo na linguagem possui uma interpretação precisa ou semântica. A transformação da linguagem natural expressiva, mas relativamente ambígua, de requisitos em linguagens executáveis mais precisas, mas menos expressivas, é uma chave para o desenvolvimento bem-sucedido. (Dix et al, 2004: 228⁸⁶).

Pode-se citar o exemplo da marcação geométrica de um compasso ternário. A delimitação dos três tempos se assemelha a um triângulo. Em linguagem executável, como mencionado por Dix (et al 2004), o programador interpreta como uma trajetória de um objeto (o braço) percorrido nos eixos x e y de um plano cartesiano.

A *Architectural Design* (AD) consiste dos componentes que atuarão no funcionamento do sistema. Estes componentes podem ser oriundos de *softwares* existentes, desenvolvidos de modo independente e/ou a partir do zero (Imran et al 2016). Esta etapa “fornece uma decomposição da descrição do sistema que permite o desenvolvimento isolado de componentes separados que serão posteriormente integrados” (Dix et al 2004: 229⁸⁷). O AD do *Maestro v0.1* seguiu dois fluxos distintos para posteriormente em fase avançada de sua estruturação serem integrados. O primeiro fluxo corresponde aos componentes estruturantes do *software* e o segundo é referente a pulseira (*hardware*) — como será detalhado nos tópicos subsequentes.

⁸⁵ “Aspects of the work domain include not only the particular functions that the software product must perform but also details about the environment in which it must operate, such as the people whom it will potentially affect and the new product's relationship to any other products which it is updating or replacing” Dix et al, 2004: 227).

⁸⁶ “Though the requirements are from the customer's perspective, if they are to be met by the software product they must be formulated in a language suitable for implementation. Requirements are usually initially expressed in the native language of the customer. The executable language of requirements for software are less natural and are more closely related to a mathematical language in which each term in the language has a precise interpretation, or semantics. the transformation from the expressive but relatively ambiguous natural language of requirements to the more precise but less expressive executable languages is one key to successful development”. (Dix et al, 2004: 228)

⁸⁷ “The architectural design provides a decomposition of the system description that allows for isolated development of separate components which will later be integrated” (Dix et al, 2004: 229).

Detailed design (DD) corresponde a um aprimoramento da descrição dos componentes fornecida na etapa AD (Imran *et al* 2016). Como dito por Dix (*et al* 2004: 229⁸⁸), “para os componentes que ainda não estão disponíveis para integração imediata, o designer deve fornecer uma descrição suficientemente detalhada para que possa ser implementada em alguma linguagem de programação”. Por exemplo da etapa de *Detailed design* se tem a seguinte descrição:

- Em 17.08.2017 foi iniciada a instalação do ambiente de desenvolvimento para visão computacional. Esse ambiente consiste na biblioteca OpenCV. A versão utilizada nesse projeto foi a 3.2.0. Para isso, foram gerados 3 vídeos de trajetórias com alguns dos principais movimentos realizados por um maestro [geometria dos compassos quaternário, binário e ternário]. Para que a partir de tais vídeos fosse possível a extração de dados de cada *frame*. Os dados a serem extraídos eram as coordenadas (x, y) e o número do *frame* associado a tais coordenadas. O algoritmo de identificar um objeto por meio de sua cor consiste em 3 passos básicos: transformações básicas na imagem (erode e dilate), criação de uma imagem de *threshold* que diferencia o conteúdo da imagem entre pertencente à cor desejada e não pertencente a cor desejada, e por fim utiliza-se da *findContours* para encontrar um contorno de um determinado objeto. Quando essa última etapa encontra um contorno de forma bem definida, temos um objeto para ser seguido⁸⁹.

O detalhamento técnico acima citado é referente a captura gestual para a constituição do banco de dados remissivos a geometria dos compassos — binário ternário e quaternário. Este relato técnico possibilita a escolha dos caminhos técnicos construtivos da pulseira (*hardware*), e a adoção dos métodos necessários para o momento de integração entre o *software* e o *hardware*.

Coding and testing unit (CTU) corresponde a uma etapa de testes para verificar o correto funcionamento dos componentes estruturados em programação nas etapas anteriores (Dix *et al* 2004). São exemplos de testes: O teste funcional busca validar se as funções principais do sistema estão atendendo aos seus requisitos (RS); O teste do sistema é realizado para validar se

⁸⁸ “For those components that are not already available for immediate integration, the designer must provide a sufficiently detailed description so that the may be implemmented in some programming language” (Dix *et al* 2004: 229).

⁸⁹ Relatório parcial realizado pelo bolsista responsável pelo desenvolvimento do *software*. Seus detalhes são abordados no tópico 3.2.1.

a operacionalidade dos caminhos comuns do sistema está atuando como esperado; conquanto ao teste de desempenho, corresponde a um procedimento que tenta verificar se o sistema opera em condições adversas de carga e tensão operacional (Dix et al 2004; Kuniavsky, 2003).

Integration testing (IT) corresponde a uma extensão do *Coding and testing unit* (Reis et al, 2007). Após a realização dos testes individuais de todos os componentes do sistema, eles devem ser integrados como previstos na descrição base da RS. Outros testes são feitos para corroborar a operacionalidade de integração das estruturas — no caso do *Maestro v0.1* do *software* com a pulseira (*hardware*). Após a realização do IT, é ainda factível a realização de testes com usuários para validar a garantia que o sistema está fornecendo a operacionalidade necessária. A realização do IT possibilita a liberação do protótipo para uso (Dix et al 2004).

Operation Maintenance (OM) considera a manutenção do sistema após sua disposição para uso, tendo em conta também a possibilidade de uma nova versão ou reformulação total do produto. A OM ainda envolve a correção de erros e a estruturação de caminhos para programar o elemento de RS que não foram desenvolvidos no protótipo. Esta etapa fornece ainda um *feedback* dos procedimentos adotados nas etapas anteriores (Reis et al 2007; Dix et al 2004; Kuniavsky, 2003)

Estas etapas estão diluídas nos procedimentos adotados para a estruturação do protótipo do *Maestro v0.1*. Servem de base, tanto para a estruturação do *software*, quanto para o *hardware* (a pulseira).

3.1.3 O cronograma de desenvolvimento

Esta macroestrutura denominada de *Maestro v0.1* é subdividida em duas partes nomeadas de planos de trabalho. A primeira parte corresponde ao desenvolvimento do *software*, e a segunda ao *hardware* (a pulseira). Com isso, todos os requisitos puderam ser atendidos de forma modular, seguro e sempre sujeito a testes constantes. Os ciclos podem ser visualizados nos cronogramas apresentados em sequência.

O cronograma do plano de trabalho correspondente ao *software* foi denominado de: *Desenvolvimento de Software de Processamento de Movimentos Captados via Sensoriamento Visual*, e possuiu o cronograma abaixo:

Exemplo 30: Cronograma de atividades do plano de trabalho: Desenvolvimento de Software de Processamento de Movimentos Captados via Sensoriamento Visual.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES												
Atividade	Ago	Set	2017			Jan	Fev	Mar	2018			Jul
			Out	Nov	Dez				Abr	Mai	Jun	
ANÁLISE E LEVANTAMENTO DE REQUISITOS A PARTIR DA VISÃO INICIAL DO TEXTO DO PROJETO.	█											
ANÁLISE E LEVANTAMENTO DE REQUISITOS PORMENORIZADOS, DIVIDIDOS EM PEQUENAS ETAPAS (CICLOS) DE DESENVOLVIMENTO.	█	█	█	█	█							
ANÁLISE DETALHADA DE CADA ETAPA E DESENVOLVIMENTO SUBSEQUENTE.		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
TESTES DE CADA ETAPA (CICLO) DE DESENVOLVIMENTO.		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Fonte: Elaborado pelo autor.

Correspondente a pulseira, o seu plano de trabalho teve por título: *Construção de Suporte Eletrônico para Saída de Estímulos Motores*. O seu cronograma foi estruturado da seguinte forma:

Exemplo 31: Cronograma de atividades do plano de trabalho: Construção de Suporte Eletrônico para Saída de Estímulos Motores.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES												
Atividade	Ago	Set	2017			Jan	Fev	Mar	2018			Jul
			Out	Nov	Dez				Abr	Mai	Jun	
IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 01 (CONCEPÇÃO E ANÁLISE)	█	█	█	█	█							
IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 02 (DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO)		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
IMPLEMENTAÇÃO DA FASE 03 (TESTES COM METODOLOGIA CÍCLICA)			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Desenvolvimento de *Software* de Processamento de Movimentos Captados via Sensoriamento Visual

O “Desenvolvimento de *Software* de Processamento de Movimentos Captados via Sensoriamento Visual” propôs que os movimentos e gestos corporais do sujeito (um estudante de Regência) sejam capturados por um sensor (Sensoriamento Visual) e transmitidos a um computador. Conseqüentemente, estes estímulos deverão ser processados por um programa especializado, desenvolvido para este fim, capaz de analisá-lo e interpretá-lo, assim como compará-lo aos padrões de movimentos previamente existente em um banco de dados próprio.

A partir desta análise e comparação, o programa poderá gerar repostas, indicando as discrepâncias entre ambos os movimentos — o capturado pelo sensoriamento visual e o persistido como modelo no banco de dados — de modo a enviar estas repostas coerentemente para o dispositivo de saída apropriado, sejam eles: o gráfico para impressão em alto relevo, a

imagem na tela como registro da prática gestual do aluno, possibilitando a visualização desta pelo docente, ou os *feedbacks* háptico e auditivo.

A construção deste programa, portanto, é um dos eixos fundamentais, assim como uma tarefa desafiadora e inovadora dada a sua especificidade. Para tanto, os seguintes objetivos específicos precisaram ser desempenhados:

- Análise e levantamento de requisitos. Neste objetivo, todo o desenho e arquitetura do *software* será traçado, assim como todo o escopo, lista de funcionalidades e tecnologias a serem empregadas;
- Desenvolvimento. Neste objetivo, serão executadas as funcionalidades e requisitos previstos pela etapa anterior.

O desenvolvimento do *software* empregou metodologia baseada em ciclos de desenvolvimento (Ver: Cap. 3.1.2). Há um certo número de funcionalidades já previstas no escopo do projeto, como a leitura dos dados do sensoriamento visual, a análise e comparação dos dados capturados com dados de domínio persistidos em banco de dados, e os diversos tipos de saída — gráficos em arquivo no sistema de arquivos, registro em banco de dados, saída em tela, geração de saída em áudio e, naturalmente, a comunicação com o apetrecho eletrônico (a pulseira com motores vibrantes). Este significativo número de funcionalidades será dividido em pequenos ciclos completos⁹⁰, onde cada pequena funcionalidade será implementada do início ao fim, de modo independente.

3.2.1 A construção do *software*

Foi inicialmente utilizado a tecnologia *Aruco*⁹¹, para a obtenção e processamento da localização de um objeto de interesse numa imagem qualquer. Isto no intento de transformar os dados gestuais dos padrões de marcação dos compassos, em linguagem compreensível por um computador. Esta tecnologia se mostrou bastante eficiente por ser de fácil detecção e possuir

⁹⁰ Conforme exemplo 30, correspondente ao cronograma.

⁹¹ A biblioteca *Aruco* é *OpenSource* (ver nota 93). *Aruco* é um marcador de formato padrão em quadrado. Composto com uma borda externa preta e a interna branca (semelhantes a um código *QR*), e que pode ser detectado em uma imagem, possibilitando estimar a posição e orientação do marcador (Silva *et al* 2014; Jurado *et al* 2016).

uma biblioteca pública⁹². Entretanto, com a evolução e amadurecimento do projeto, o uso das *tags Aruco* se mostrou incapaz de suprir a necessidade de detecção do movimento, pois inclinações na *tag* — durante a gesticulação técnica dos padrões de marcação dos compassos — implicaram em uma fácil perda da detecção da trajetória. Para tanto, outro método foi considerado.

A captura de movimentos, passou a ser realizada com auxílio do *Playstation Move Essential Kit* da Sony (*PSMove*).

Exemplo 32: Playstation Move.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A ideia principal de se utilizar o *PSMove* incide pela sua esfera no topo do dispositivo. Esta esfera pode ser utilizada como um objeto facilmente destacável do fundo, por ser iluminada com cores dificilmente encontráveis no restante do *frame*⁹³. Como o objeto é uma esfera, sua projeção num plano 2D (imagem) é uma esfera em quase todos os ângulos, o que melhora a detecção da trajetória por identificar o objeto mais constantemente.

Para a captura dos pontos foram utilizados conceitos de visão computacional afim de detectar através de um vídeo, a aproximação de um conjunto de pontos que representem a trajetória percorrida pela esfera no topo do *PSMove*. Para tanto, inicialmente conecta-se o dispositivo via *bluetooth* ao computador, e acende-se a esfera com uma cor pré-determinada. Processos estes que são realizados com auxílio da biblioteca pública *PSMove API*. Após esta configuração, a

⁹² Corresponde a um conjunto de códigos que executam funções, por exemplo: como ver-se-á foram utilizadas funções de processamento de imagens utilizando o *OpenCv*.

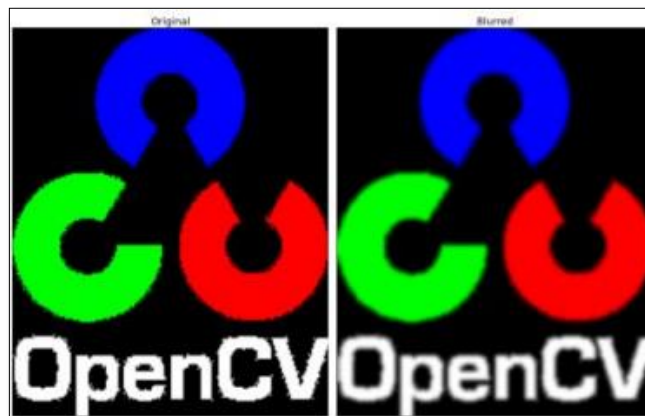
⁹³ Os autores Shi e Sun (2000: 323) definem que: “Cada ponto da imagem ou cada elemento básico da imagem é chamado como *pixel* ou *pel*. Cada imagem individual é chamada de *frame*”.

captura dos pontos é feita através da captura de imagens e tratamento com a biblioteca *OpenCV* na linguagem C++⁹⁴.

Correspondente a uma biblioteca de característica *open source*⁹⁵ — destinada a estruturação de *softwares* de visão computacional com aprendizado de máquinas — o *OpenCV* (*Open Source Computer Vision Library*) disponibiliza algoritmos otimizados ao constructo de estruturas tecnológicas de visão computacional para a detecção de objetos (Bradski, 2000). Com esta biblioteca foram dados os seguintes passos para a obtenção da lista de pontos da trajetória desejada — no caso, a trajetória dos padrões de marcação de compasso.

- A. *Gaussian Blur* (Borramento Gaussiano): Como descrito por Bradski (2000), *blurring* (ou borramento) de uma imagem consiste em uma operação de convolução de uma matriz *kernel* (ou máscara) operada em cada pixel da imagem. No caso do Borramento Gaussiano, aplica-se uma máscara de 7 x 7 em cada quadro do vídeo capturado afim de eliminar eventuais ruídos na imagem. Esta etapa é necessária para facilitar a execução das outras operações, por exemplo, para a melhor detecção das cores nas etapas subsequentes. Ao suavizar a imagem os resultados das operações de processamento de imagens são mais relevantes. Deve-se notar que tal borrão é sutil, de maneira a não alterar muito a imagem (Bradski, 2000; Ramirez, 2018).

Exemplo 33: Exemplo de imagem alterada pelo filtro gaussiano.



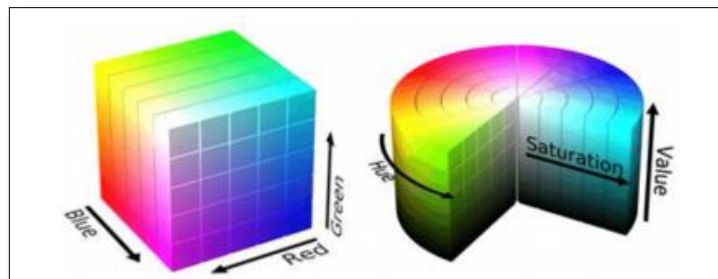
Fonte: Bradski, 2000.

⁹⁴ Corresponde a uma linguagem de programação computacional.

⁹⁵ *Software* de código aberto, isto é, sua estrutura interna (código fonte), é disponibilizada para que possa ser estudado e manipulado por qualquer pessoa que compreenda as diretrizes de programação computacional (Smith *et al*, 2017).

B. *RGB para HSV*: Em seguida a imagem é transformada do domínio RGB para HSV. A diferença entre esses dois domínios é o tipo de informação que cada *pixel* contém. Ambos atribuem ao *pixel* informações sobre a cor mapeada naquela área pelo sensor que captura a imagem. O domínio RGB possui dados sobre os valores de vermelho, verde e azul (*em inglês Red, Green e Blue*) com valores de 0 - 255 em cada posição. Por exemplo, a cor roxa pode ser representada em RGB por (255, 0, 255), pois o roxo provém da mistura entre vermelho e azul. Esse domínio, apesar de bom para identificação de cor, dificulta a extração de outros tipos de informações, como por exemplo, saturação de cor e brilho, para tanto, é realizada a transformação para o domínio HSV que possui representações numéricas de matiz, saturação e brilho (*em inglês: Hue, Saturation e Value*), informações que melhor se encaixam na identificação do objeto, que estará iluminado por um valor de matiz específico com saturação variável e brilho alto (Bradski, 2000).

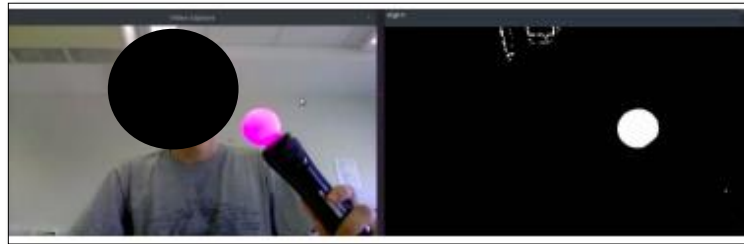
Exemplo 34: Comparação dos domínios HSV e RGB.



Fonte: Bradski, 2000.

C. *In range*: Em seguida, é aplicado um filtro que, dado um intervalo no domínio HSV, filtra a imagem de entrada para uma imagem binária na saída contendo somente os *pixels* da imagem original que estejam dentro do intervalo de HSV estipulado, ou seja, os *pixels* que se encontram no intervalo estipulado, na imagem de saída, terão valor máximo (Bradski, 2000), enquanto os outros terão valor mínimo, neste caso 0 - 255 (preto e branco).

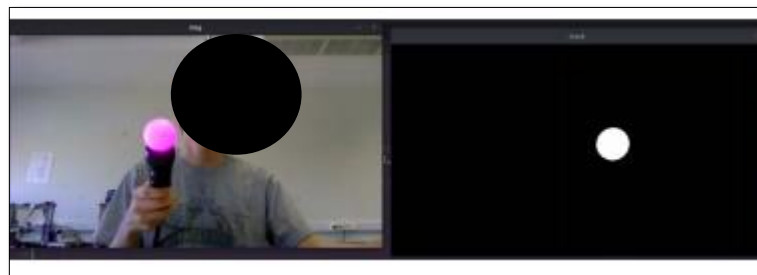
Exemplo 35: Resultado do filtro in range.



Fonte: Elaborado pelo autor (*Thresholding operations using in range*)

- D. *Erode e dilate*: esta nova imagem, então, é tratada com as transformações morfológicas de “erosão e dilatação” que “corroem” os conjuntos de *pixels* a fim de suavizar as formas filtradas e reduzir eventuais ruídos na captura da imagem. Em comparação ao exemplo anterior, eis o refinamento no exemplo em sequência. Nota-se que os ruídos presentes no canto superior do exemplo anterior (imagem em preto com círculo branco), já não estão presentes no exemplo abaixo:

Exemplo 36: Resultado dos algoritmos Erode e Dilate

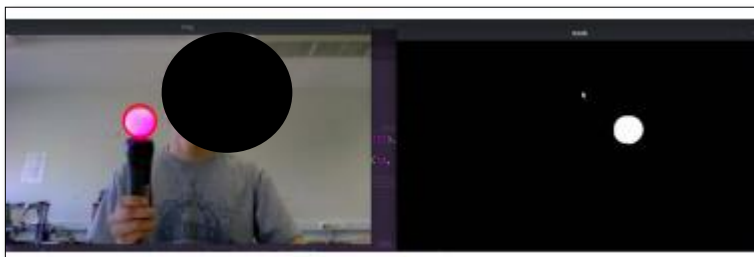


Fonte: Elaborado pelo autor (*Eroding and Dilating OpenCV*)

- E. *Hough circles*: após esses processos, a imagem é submetida ao algoritmo de detecção de círculos a partir da Transformada de Hough⁹⁶ chamada de *HoughCircles*. Esta função irá encontrar na imagem tratada, círculos que atendem parâmetros fornecidos e irá guardar seus dados em uma lista. Como o algoritmo do *Maestro v0.1* visa maximizar a diferença de características entre a esfera e o restante da imagem, pode-se então assumir que será provável detectar facilmente a esfera pelo algoritmo da Transformada de Hough.

⁹⁶ De acordo com Marroni (2002), corresponde a um conceito de perspectiva matemática que possibilita detectar em imagens formas geométricas.

Exemplo 37: Resultado do algoritmo *Hough Circles*.



Fonte: Elaborado pelo autor (*Hough Circles Transform*)

Sendo assim, guardam-se os pontos de centro do primeiro círculo encontrado em cada *frame* e os alocam em uma lista para o processo de tratamento dos pontos. Cada ponto é armazenado em um arquivo que é visualizado como o exemplo abaixo, onde os dois primeiros elementos de cada linha indicam a posição X e Y de cada ponto. A exemplificação a seguir, elucidada este procedimento, o qual os números representam a trajetória geométrica do padrão de marcação do compasso binário.

Exemplo 38: Representação de captura de pontos de um compasso

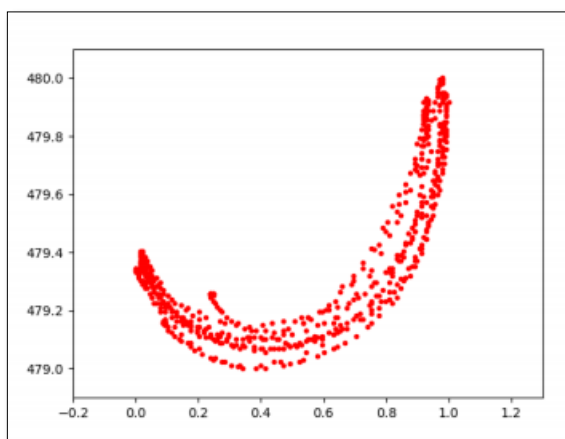
```

594 48.00,424.00,9.00,4279.00,-400.00,478.00,-75.00,-42.00,-108.00
595 46.00,422.00,10.00,4212.00,-433.00,442.00,-30.00,-32.00,-20.00
596 46.00,422.00,10.00,4238.00,-370.00,402.00,-26.00,-15.00,4.00
597 46.00,420.00,11.00,4323.00,-377.00,327.00,-10.00,13.00,-6.00
598 48.00,420.00,9.00,4391.00,-372.00,267.00,7.00,11.00,16.00
599 46.00,422.00,9.00,4435.00,-349.00,235.00,-19.00,50.00,13.00
600 46.00,422.00,9.00,4497.00,-394.00,175.00,-13.00,44.00,10.00
601 48.00,422.00,10.00,4525.00,-385.00,177.00,-14.00,49.00,20.00
602 46.00,422.00,10.00,4621.00,-371.00,167.00,14.00,30.00,15.00
603 48.00,422.00,10.00,4640.00,-343.00,166.00,40.00,36.00,-29.00
604 48.00,422.00,9.00,4656.00,-338.00,150.00,14.00,102.00,-50.00
605 48.00,422.00,9.00,4590.00,-323.00,136.00,-11.00,58.00,56.00
606 48.00,422.00,10.00,4673.00,-366.00,148.00,-5.00,18.00,72.00
607 48.00,424.00,9.00,4710.00,-410.00,135.00,24.00,-8.00,50.00
608 48.00,424.00,9.00,4657.00,-412.00,126.00,-24.00,15.00,13.00
609 48.00,422.00,11.00,4657.00,-412.00,126.00,-24.00,15.00,13.00
610 48.00,424.00,9.00,4651.00,-395.00,211.00,-33.00,40.00,-5.00
611 48.00,422.00,9.00,4703.00,-403.00,225.00,-7.00,44.00,-86.00
612 48.00,422.00,10.00,4662.00,-373.00,233.00,-50.00,105.00,-135.00
613 48.00,420.00,11.00,4537.00,-287.00,217.00,-1.00,66.00,-132.00
614 48.00,420.00,9.00,4512.00,-369.00,321.00,13.00,-89.00,-155.00
615
    
```

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os pontos acima elucidados podem ser utilizados para visualização da trajetória geométrica de um compasso. Abaixo temos a resultante gráfica destes números que estruturam a trajetória de um compasso binário.

Exemplo 39: Resultante gráfica da captura de pontos do compasso binário



Fonte: Elaborado pelo autor.

A trajetória acima (geometria do compasso binário), é composta por aproximadamente 900 pontos. Essa quantidade de pontos é um empecilho para o próprio processamento da trajetória gestual pelo *software*. Para a etapa de Ajuste da Movimentação reduzir a quantidade de pontos é essencial. Através das Redes Neurais foi possível realizar esta redução.

Redes neurais são códigos computacionais capazes de realizar aprendizado de máquina através do reconhecimento de padrões (Taylor, 2017). Sua estrutura é inspirada no sistema nervoso central de animais, em especial o cérebro. Atualmente existem aplicações diversas para esse tipo particular de códigos e seus resultados conseguem ser bem mais relevantes do que os atingidos por códigos comuns (Ferneda, 2006). Algoritmos de redes neurais, como também são chamados, possuem 3 principais etapas (Krenker, 2011):

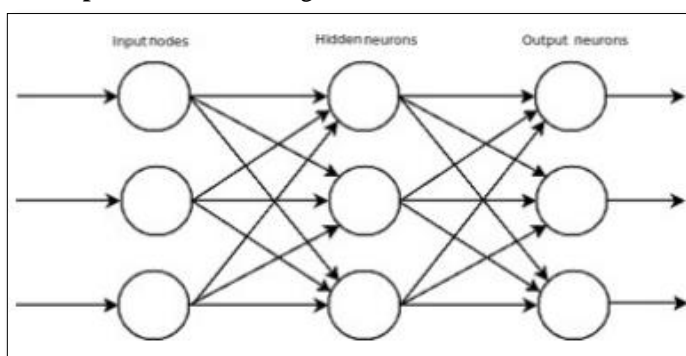
- Apresentação dos dados
- Treinamento
- Validação

É sabido que redes neurais possuem a capacidade de aprender, é justamente esta característica que as tornam relevantes (Bastos, 2007). O aprendizado se dá pela capacidade de ler e definir a tendência dos dados que são apresentados em sua entrada. Os dados de entrada devem conter informação relevante sobre o problema a ser resolvido, de maneira que, apresentando amostras, o algoritmo seja capaz de fazer previsões baseadas nos dados de sua entrada (Krenker, 2011). Tal fato justifica um pré-processamento dos dados, etapa essencial para garantir desempenho

satisfatório do código. Este processo consiste em retirar amostras que não são relevantes para que não apareçam previsões incorretas (Taylor, 2017).

Em apresentação dos dados a rede neural tem acesso aos dados que ela deverá aprender, estes dados normalmente estão escritos em um arquivo e o código os acessa. Parte desse conjunto de dados será utilizada na próxima etapa, entretanto outra parte é reservada para a etapa de validação (Bastos, 2007). Em Treinamento os algoritmos são finalmente executados sobre os dados a fim de detectar padrões e ser capaz de generalizar a informação ali contida (Krenker, 2011; Taylor, 2017). A imagem abaixo mostra a topologia de uma rede neural genérica.

Exemplo 40: Rede neural genérica.



Fonte: Taylor, 2017; Krenker, 2011.

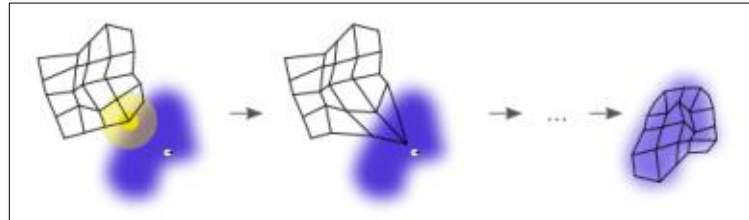
Na camada de entrada os dados são apresentados, cada neurônio, representado na figura por circunferências, colabora para que em rede o algoritmo possa aprender (Bastos, 2007; Ferneda, 2006). As camadas escondidas, que podem ser mais de uma, adicionam mais neurônios a rede garantindo taxa de aprendizagem maiores adicionando, entretanto, mais complexidade na execução do código (Taylor, 2017). Esta é a principal vantagem da utilização de redes neurais: A capacidade de generalização que a rede apresenta permite que o algoritmo possa ser testado com novas entradas, e com taxa de acerto elevada (Krenker, 2011).

Na validação, os dados que foram separados na primeira etapa são utilizados para testar a eficiência das previsões. É importante realizar esta validação com dados que não foram apresentados a rede na etapa de treinamento, sendo possível analisar a capacidade de generalização da rede (Bastos, 2007). Ao final tem-se uma rede neural treinada que é capaz de realizar uma tarefa específica baseada em suas entradas (Ferneda, 2006).

No desenvolvimento do presente *software* — *Maestro v0.1* — foi utilizada uma rede auto organizável (*Self-organizing network*), a *Grow When Required* (GWR). Redes auto

organizáveis se baseiam na organização topográfica do cérebro, de maneira que neurônios com características topográficas semelhantes se organizam espacialmente mais próximos (Taylor, 2017; Bastos, 2007). A imagem abaixo apresenta uma rede auto organizável genérica:

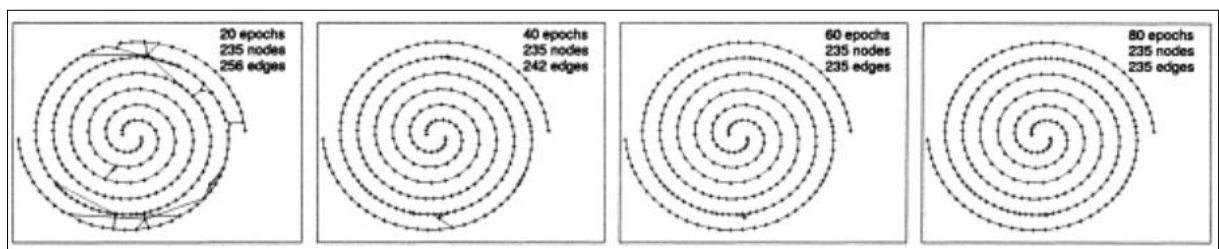
Exemplo 41: Rede Neural Auto Organizável.



Fonte: Taylor, 2017.

Durante o processo de treinamento a rede vai se adaptando ao conjunto de dados de entrada em azul. Percebe-se sua capacidade de moldar-se preservando as relações de vizinhança entre os neurônios, localizados nas arestas da rede da imagem (Bastos, 2007). Esta característica é explorada para adaptação de trajetória, onde uma rede auto organizável busca, em um conjunto de pontos para definir uma trajetória (Taylor, 2017; Krenker, 2011). Mais especificamente, a GWR pode oferecer alguns benefícios em comparação com outras redes auto organizáveis. Uma rede que adiciona em sua estrutura mais neurônios pode aproximar aos dados de entrada mais rapidamente e de forma mais precisa (Krenker, 2011). A figura abaixo explicita este comportamento de adaptação:

Exemplo 42: Rede Neural Auto Organizável.

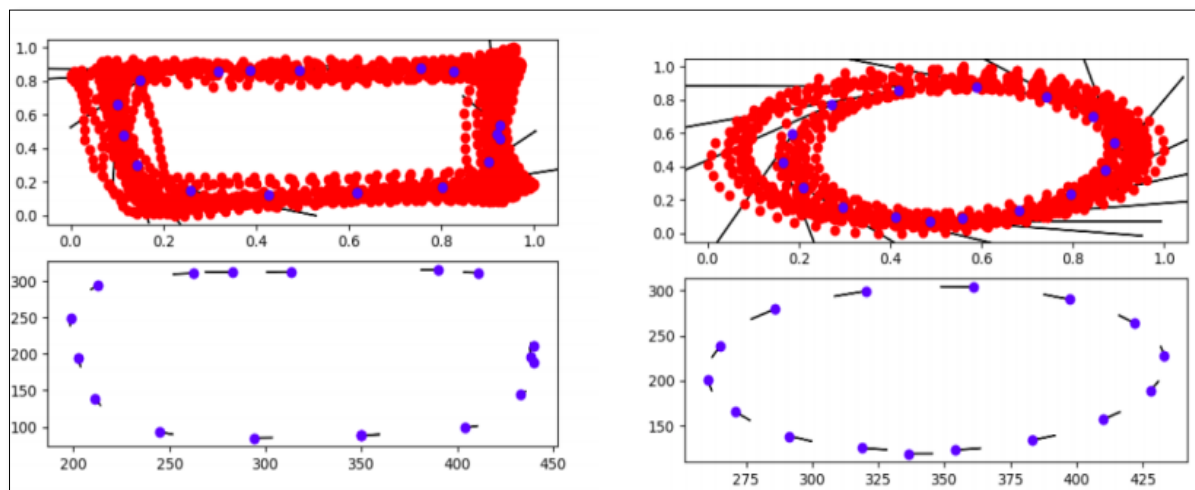


Fonte: Taylor, 2017.

No exemplo (42), tem-se uma trajetória representada por duas espirais entrelaçadas. Nas primeiras espirais, o treinamento dos neurônios possuía baixa adaptação a trajetória base, conforme as iterações do treinamento avançam mais adaptados os neurônios ficam e por fim representam a trajetória adequadamente. Para este fim foi utilizada a GWR, para reduzir um grande conjunto de dados (pontos), em um conjunto menor de dados sem que o formato geral

do movimento fosse alterado. A GWR, portanto, reduz a quantidade de pontos que representam a trajetória dos padrões de marcação dos compassos. A exequibilidade deste procedimento foi testada em dois conjuntos arbitrários de trajetórias: um quadrado e uma circunferência⁹⁷

Exemplo 43: Teste GWR para redução de pontos da trajetória



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para gravação deste quadrado foram coletados os pontos de 20 repetições da trajetória gestual. Da mesma maneira para o círculo. Nota-se a capacidade de redução sem perdas do sentido do movimento, justificando sua utilização para outros tipos de trajetórias — notadamente ao que corresponde a delineação geométrico-gestual dos padrões de marcação dos compassos. Essa capacidade redutiva é mostrada na tabela abaixo:

Tabela 1: Resultado do teste GWR - Redução dos pontos da trajetória quadrada e circular.

Figura	Pontos Capturados	Saída da GWR
Quadrado	1744	17
Círculo	985	16

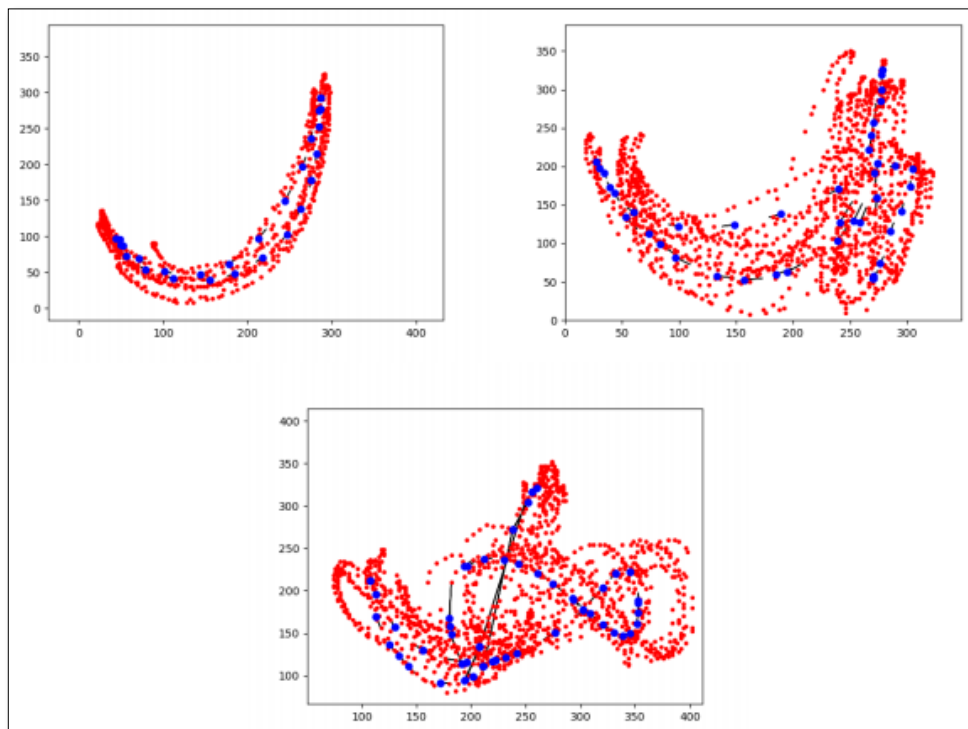
Fonte: Elaborado pelo autor.

Este teste corrobora a exequibilidade prévia para assim ser aplicada em contexto real na captura gestual da trajetória dos compassos. Eis a resultante gráfica, a qual exemplifica a redução dos

⁹⁷ Ver tópico 3.1.2. Este procedimento dialoga especificamente com o procedimento de CTU na perspectiva do HCI.

pontos (em azul) da trajetória referente a geometria dos padrões de marcação dos compassos: binário, ternário e quaternário⁹⁸.

Exemplo 44: Redução dos pontos da trajetória dos compassos binário, ternário e quaternário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O exemplo acima é a resultante de 10 repetições de cada compasso. Dois regentes foram convidados para a coleta destes dados⁹⁹ para a constituição da base gestual contida no *Maestro*

⁹⁸ A delimitação inicial na captura dos compassos binário, ternário e quaternário, permitiu a diluição temporal para o desenvolvimento do banco de dados e do protótipo em si. Este fator considera que as demais geometrias, por exemplo, as subdivisões, são derivações técnicas que tem por base os compassos citados. Seguindo esta lógica e conhecendo os caminhos de estruturação da movimentação gestual em dados computacionais, permite que sejam futuramente implantadas geometrias técnico-gestuais mais complexas, como: geometria de compassos compostos, mistos e subdivididos. Portanto, essa delimitação inicial consistiu apenas para a corroboração prática da transfiguração de gestos em dados compressíveis por um “computador”.

⁹⁹ **Professor Colaborador A:** Doutor em Música (performance/regência orquestral) pela Universidade de Montreal- Canadá. Possui mestrado em Artes pela Universidade Estadual de Campinas (2002). Atualmente é professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Tem experiência na área de Música, com ênfase em Regência, atuando principalmente nos seguintes temas: regência, Bach, interpretação musical, música e educação musical. Foi diretor da Escola de Música da UFRN no período 1999-2003. Diretor Artístico e regente Titular da Orquestra Sinfônica do RN no período 2007-2011. Atual Diretor artístico e regente titular da Orquestra Sinfônica da UFRN.

Professor Colaborador B: Regente venezuelano que possui graduação em Regência Orquestral pôr à *Universidad Nacional Experimental de las Artes* UNEARTE (2013). Tem experiência na área de Artes, com ênfase em Regência. Treze anos de experiência no Sistema de Orquestra e Coros de Crianças da Venezuela, promovendo a inclusão social através da música. Mestre em Regência Orquestral na Universidade Federal Rio Grande do Norte (UFRN) e também atua como Regente Adjunto da Filarmônica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (FILUFRN).

v0.1. Cada um deles realizou cinco repetições que foram sobrepostas e filtradas (em destaque azul). Como pode ser visualizado no exemplo acima, a GWR filtrou a trajetória gestual realizando não somente a redução dos pontos, mas estabelecendo uma filtragem dos pontos em uma trajetória comum a partir dos dois executantes. A tabela abaixo mostra em dados numéricos a redução dos pontos da trajetória capturada.

Tabela 2: Redução dos pontos da trajetória dos compassos binário, ternário e quaternário.

Compassos	Pontos Capturados	Saída da GWR
Binário	614	28
Ternário	1367	44
Quaternário	1441	72

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todo este procedimento permite que o *Maestro v0.1* tenha o banco de dados da geometria gestual dos compassos, constituído em seu cerne. Permitindo ao *software* via sensoriamento visual — através da *webcam* — reconheça a geometria gestual que está sendo executada pelo usuário.

3.3 Construção de Suporte Eletrônico para Saída de Estímulos Motores.

Este plano de trabalho foi centrado no desenvolvimento da pulseira responsável pelas respostas motoras para os alunos cegos de regência — o *feedback* háptico. As seguintes etapas de construção da solução mecânica (pulseira eletrônica), constituíram o seu desenvolvimento:

1. Concepção e análise técnica;
2. Desenvolvimento do produto;
3. Testes.

1. A Concepção e análise técnica: **FASE 1.**

Nesta etapa, o bolsista participou da confecção de artefatos analíticos, como diagramas e textos de visão. Os professores orientadores desse bolsista auxiliaram nesta fase, de modo a introduzi-lo à boa técnica de análise e confecção de artefatos. O artefato foi produzido em programas

apropriados, como processadores de texto (para documentos de visão e requisitos do projeto) e editores UML¹⁰⁰ (para artefatos relacionados aos fluxos e relacionamento entre componentes). Convém lembrar que a implementação deste protótipo está ligada às saídas de dados oriundas do *software* que foi desenvolvido pelos bolsistas vinculados ao outro plano de trabalho proposto¹⁰¹. Assim, ambos trabalharam em paralelo de modo a que o *software* produzisse as saídas coerentes com as entradas de dados esperadas pelo aparato mecânico a ser desenvolvido.

2. Desenvolvimento do produto: FASE 2

A construção do protótipo foi orientada pelo material analítico desenvolvido na etapa anterior e da resultante do *software*, sempre testando previamente e, implementando os elementos construídos. A fase de desenvolvimento pôde, ocasionalmente, promover ajustes na análise inicial, ao evidenciar pequenas imprecisões ou erros, de modo que os artefatos iniciais puderam ser aprimorados ainda nesta fase. Por este motivo, a Fase 2 ocorreu, durante algum tempo, em concomitância com a FASE 01.

De acordo com os detalhes tecnológicos necessários, uma revisão teórica foi proposta ao bolsista, aplicando a teoria imediatamente, ao lado dos professores, nesta fase de seu trabalho. Nesta fase, uma visão mais técnica foi necessária, e ela ocorreu, portanto, em partes: primeiramente, implementando o tratamento da recepção dos sinais do *software*. Posteriormente, desenvolvendo a lógica que ativa, segundo os sinais recebidos, os componentes de estímulo sensorial apropriados. Trata-se de uma tarefa de desenvolvimento semelhante ao que se faz com o Arduino¹⁰², onde os componentes específicos terão vez. Evidentemente, os professores envolvidos sugeriram os componentes eletrônicos em mira, restando ao discente a tarefa de integrá-los às saídas do *software*.

¹⁰⁰ “Linguagem de modelagem unificada, do inglês *unified modeling language* [...] A UML inclui diagramas de comunicação que podem ser usados para modelar as interações” (Sommerville, 2011: 13-86) — no presente caso, entre o *software* e o *hardware* do *Maestro v0.1*.

¹⁰¹ Ver tópico 3.2.1

¹⁰² Em síntese: “Arduino é uma plataforma de computação física (são sistemas digitais ligados a sensores e atuadores, que permitem construir sistemas que percebam a realidade e respondem com ações físicas), baseada em uma simples placa de Entrada/Saída microcontrolada e desenvolvida sobre uma biblioteca que simplifica a escrita da programação [...] O Arduino pode ser usado para desenvolver artefatos interativos stand-alone ou conectados ao computador [...]” (Melo, 2012: 01)

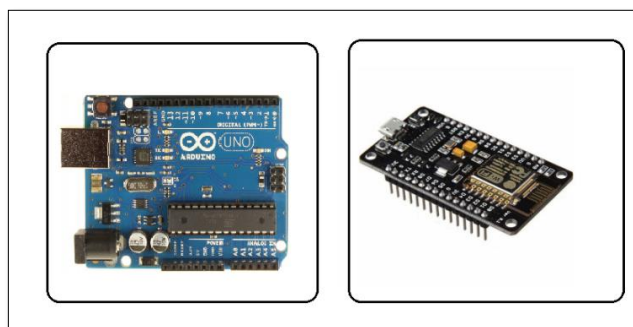
3. Testes: FASE 3

Devido ao caráter inovador de todo o processo, os testes foram feitos desde os primeiros momentos da Fase 2, de modo a implementar uma metodologia de desenvolvimento em ciclos, onde cada ciclo de desenvolvimento construiu uma pequena parcela ou etapa do todo, e evoluiu até a fase de testes, para, depois, retomar o desenvolvimento da etapa seguinte. Este processo cíclico permitiu uma importante ênfase nos testes, o que contribuiu para a otimização e melhoria de qualidade no desenvolvimento, bem como para o acúmulo de experiência e conhecimentos. Devido ao caráter cíclico do desenvolvimento, e à notada ênfase nos testes, a Fase 3 ocorreu, diversas vezes, em concomitância com as outras fases anteriores.

3.3.1 A construção do *Hardware* (pulseira)¹⁰³

Parte-se da problemática de informar ao usuário o direcionamento gestual correto. A primeira proposta para realizar esta atividade é um dispositivo ao redor do pulso do aluno que possa transmitir essa informação através de vibrações. Para dispositivos que realizam esse tipo de atividade é bastante comum a utilização de sistemas microcontrolados. Os microcontroladores estão presentes em uma enorme quantidade de eletrônicos, permitindo que realizem diversas atividades mais complexas em comparação com a eletrônica analógica comum. Um microcontrolador realiza funções que necessitariam de circuitos maiores, com mais componentes. Sua vantagem é poder ser programado para realizar essas funções, suprimindo as exigências de projetos tecnológicos. Existiam duas possibilidades de uso de microcontroladores a serem consideradas: o Arduino e o ESP8266, ambos sistemas microcontrolados.

Exemplo 45: Microcontroladores Arduino (na imagem da esquerda), ESP8266 (Imagem da direita).



Fonte: Lima *et al*, 2018.

¹⁰³ Dados parciais semelhantes ao deste tópico foram publicados pelo presente autor em: Lima *et al*, 2018 (WebMe dia'2018, October 2018, Salvador: Brasil).

O ESP8266 é um *System on a Chip* (SoC), fabricado pela Espressif. O chip possui um Microcontrolador e um transmissor *Wi-Fi*. Possui 11 pinos GPIO (*General Purpose Input/Output*)¹⁰⁴ e entrada analógica (USB). É possível programá-lo como qualquer outro microcontrolador inclusive da mesma maneira que um Arduino. Com o benefício de se ter comunicação *Wi-Fi* sendo possível aproveitar a infraestrutura de roteadores já existentes, conectar-se a internet e, por fim, conectar-se com uma série de outros dispositivos. Para decidir qual microcontrolador utilizar, os fatores constituintes do ESP8266 foram preponderantes, e o fator comunicacional foi o principal ponto nesta decisão.

O sistema vestível — a pulseira — deve se comunicar com o computador, e utilizar a transmissão de dados por *Wi-Fi* que pode facilitar o desenvolvimento construtivo de sua programação. Foi escolhido então o ESP8266. No exemplo acima, a placa da direita — ESP8266 — com mais interfaces de acesso ao microcontrolador, o que permite que mais pinos possam ser acessados e aplicações mais complexas possam ser desenvolvidas. O *hardware* da direita será utilizado.

Decidido o microcontrolador a ser usado, o primeiro requisito do sistema a ser investigado foi a comunicação. Para qualquer forma de comunicação entre sistemas eletrônicos são estabelecidos protocolos. Os protocolos são regras essenciais para a comunicação ser efetuada. Ele explicita a forma com que a transmissão será efetuada, o formato e a velocidade que a informação será transmitida (Issariyakul; Hossain, 2008). Para a comunicação por *WiFi* existem vários protocolos padronizados que são amplamente utilizados para a maioria das aplicações, exibições dos sites, transmissão de vídeos e, principalmente a transmissão de arquivos. Entre os protocolos mais utilizados para essas operações se destacam o protocolo *User Datagram Transport UDP* e o *Transmission Control Protocol* (TCP). Apesar de não serem os únicos, são os principais e comumente utilizados.

Os autores Teerawat Issariyakul e Ekram Hossain (2008: 197), assim descrevem o UDP:

User Datagram Transport (UDP) é um protocolo da camada de transporte sem conexão, em que nenhuma configuração de conexão é necessária antes da transferência de dados. O UDP oferece funcionalidades mínimas da camada de

¹⁰⁴ “[...] é uma interface disponível na maioria dos microcontroladores modernos (MCU) para fornecer um acesso fácil às propriedades internas dos dispositivos. Geralmente, existem vários pinos GPIO em um único MCU para o uso de múltiplas interações para aplicação simultânea. Os pinos podem ser programados como entrada, onde dados de alguma fonte externa, estão sendo alimentados no sistema para serem manipulados no momento e local desejados. A saída também pode ser realizada em GPIOs, onde os dados formatados podem ser transmitidos com eficiência a dispositivos externos; isso fornece um mecanismo simples para programar e retransmitir dados, dependendo dos desejos do usuário por meio de uma interface de porta única” (Balachandran, 2009: 03).

transporte [...] e fornece ao aplicativo um acesso direto à camada de rede. Além das funções de multiplexação / desmultiplexação e alguma verificação de erro leve, ela não adiciona nada de pacotes IP. De fato, se o desenvolvedor de aplicativos empregar UDP como um protocolo de camada de transporte, o aplicativo se comunicará quase diretamente com a camada de rede. O UDP recebe mensagens de um processo de aplicativo, anexa fontes e porta de destino ao serviço de multiplexação / desmultiplexação, adiciona outros dois campos de verificação de erros e informações de comprimento e passa o pacote resultante para a camada de rede. A camada de rede encapsula o pacote UDP no host de recebimento. Quando um pacote UDP chega ao host de recebimento, ele é entregue ao agente UDP de recebimento identificado pelo campo da porta de destino no cabeçalho do pacote (Issariyakul; Hossain, 2008: 197)¹⁰⁵.

Conquanto ao *Transmission Control Protocol* (TCP),

É um protocolo de transporte confiável orientado a conexão que consiste em três fases de operação: configuração da conexão, transferência de dados e terminação da conexão. Na fase de configuração da conexão, um remetente TCP inicia um [handshake] de três vias. Depois que uma conexão é estabelecida, o TCP entra na fase de transferência de dados em que um remetente TCP transfere dados para um receptor TCP. Por fim, depois que a transferência de dados é concluída, o TCP interrompe a conexão na fase de término da conexão usando um [handshake] de quatro direções (Issariyakul; Hossain, 2008: 198)¹⁰⁶.

Com os conceitos de comunicação estabelecidos é possível definir qual protocolo será utilizado no microcontrolador. Devido a velocidade de transmissão e pela simplicidade de implementação — considerando sua provável utilização em uma sala de aula — um protocolo UDP parece mais útil como método de envio de comandos do computador para a pulseira.

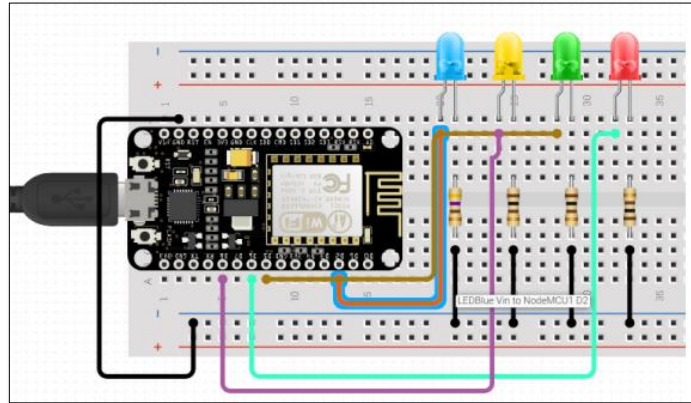
O primeiro teste consistiu em avaliar o envio de um texto/sinal a partir de um computador para um circuito com o ESP8266 e mais 4 *leds* — simbolizando os vibradores: Direita (azul), esquerda (amarelo), acima (verde) e abaixo (vermelho). Um LED é um diodo emissor de luz, será o componente que mostra de maneira visual o funcionamento da montagem dos vibradores. O texto/sinal enviado continha valores de intensidade de brilho para cada *led* — variando de 0

¹⁰⁵“*User Datagram Transport*” is a connectionless transport-layer protocol, where no connection setup is needed prior to data transfer. UDP offers minimal transport layer functionalities [...] and gives application a direct access to the network layer. Aside from the multiplexing/demultiplexing functions and some light error checking, it adds nothing IP packets. In fact, if the application developer employs UDP as a transport layer protocol, then the application communicating almost directly with the network layer. UDP takes messages from an application process, attaches sources and destination port for the multiplexing/demultiplexing service, adds two other fields of error checking and length information, and passes the resulting packet to the network layer. The network layer encapsulated the UDP packet at the receiving host. When a UDP packet arrives at the receiving host, it is delivered to the receiving UDP agent identified by the destination port field in the packet header” (Issariyakul; Hossain (2008: 197).

¹⁰⁶ “is a connection oriented reliable transport protocol consisting of three phases of operation: connection setup, data transfer and connection termination. In the connection setup phase, a TCP sender initiates a three-way handshake. After a connection is established, TCP enters the data transfer phase where a TCP sender transfer data to a TCP receiver. Finally, after the data transfer is completed, TCP tears down the connection in the connection termination phase by using a four-way handshake” (Issariyakul; Hossain (2008: 198).

a 255. O código executado no computador conseguiu enviar todos os pacotes e o circuito controlador alterou o brilho dos *leds* assim que recebia novas informações, sinalizando que a comunicação pode ser feita de maneira confiável. Abaixo um esquemático do circuito utilizado.

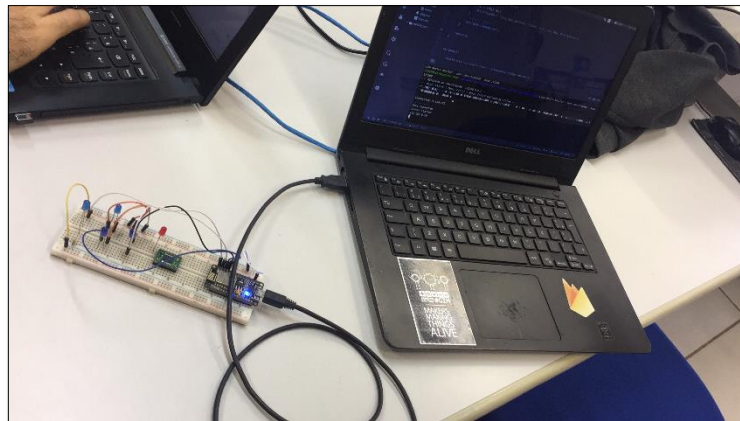
Exemplo 46: Evidenciação do circuito utilizado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em sequência, o esquemático do circuito de teste utilizado em contexto real:

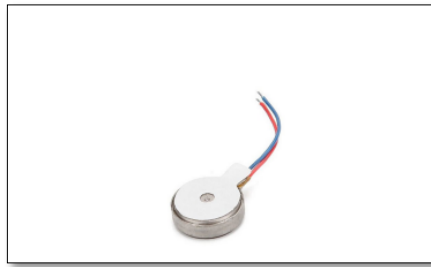
Exemplo 47: Evidenciação do circuito utilizado em momento de teste.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a realização deste teste, partiu-se para os atuadores, elementos que executam a ação principal de um sistema. Fora pensado que a maneira mais adequada para informar o *feedback* seria de maneira háptica na região do pulso, através de vibrações. Desta forma, buscou-se por motores de vibração adequados para esses requisitos: tamanho reduzido, baixo consumo energético e que pudesse ser utilizado de maneira simplificada. Conhecidos por *Micro Motor Vibracall*, estes motores são largamente utilizados em smartphones e relógios inteligentes. Eis um exemplo de *Micro Motor Vibracall*:

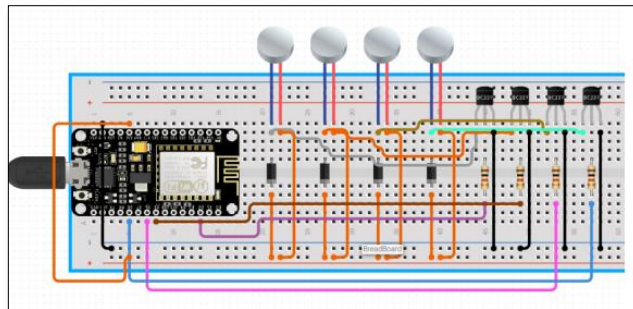
Exemplo 48: Exemplo de Motor vibracall de tamanho reduzido.



Fonte: Lima *et al*, 2018.

Por possuir tamanho reduzido e nenhuma parte móvel exposta este motor se adequa as perspectivas do *Maestro v0.1*. Abaixo um diagrama da montagem do circuito em fase de teste. Nesse teste a proposta foi semelhante ao do teste anterior com os *leds*, validar a comunicação e controle de atuadores.

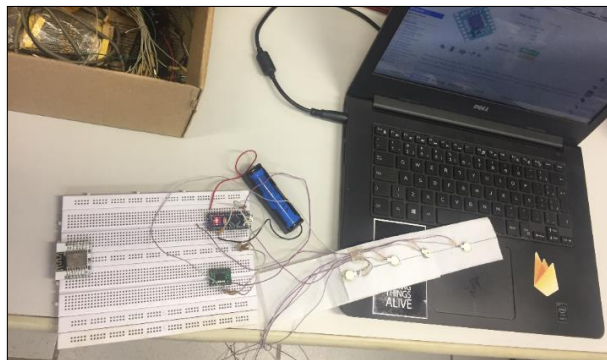
Exemplo 49: (A) - Evidenciação do circuito utilizado com *Micro Motor Vibracall*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O exemplo abaixo, demonstra a aplicação do circuito utilizado com *Micro Motor Vibracall*.

Exemplo 50: (B) - Evidenciação do circuito utilizado com *Micro Motor Vibracall*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para um controle adequado dos motores são necessários intermediários entre o motor e o microcontrolador. No exemplo 50, foram utilizados transistores, que são componentes¹⁰⁷ eletrônicos utilizados aqui como amplificadores, permitindo que a GPIOs do ESP8266 consiga acionar os motores adequadamente. Pensando em algo mais robusto, foram utilizados Circuitos Integrados (CI), componentes de tamanho reduzido que possuem todo o circuito implementado em uma única peça, permitindo que o espaço ocupado seja reduzido. É possível encontrar CIs que implementam todo o circuito necessário para controlar os motores — mostrado no exemplo abaixo — em um único chip.

Entre algumas possibilidades foi escolhido o HG7881 que, além de fornecer para os motores a corrente necessária, o HG7881 permite controlar a velocidade dos motores, aumentando a quantidade/intensidade de *feedback* possível. Este CI pode ser montado em uma placa que facilita sua conexão, quando isso acontece, essa montagem é chamada de módulo. Abaixo é mostrado um módulo que embarca o HG7881, este módulo foi utilizado para substituição dos componentes intermediários entre o motor e o microcontrolador. Cada módulo deste é capaz de controlar dois motores.

Exemplo 51: Módulo HG7881

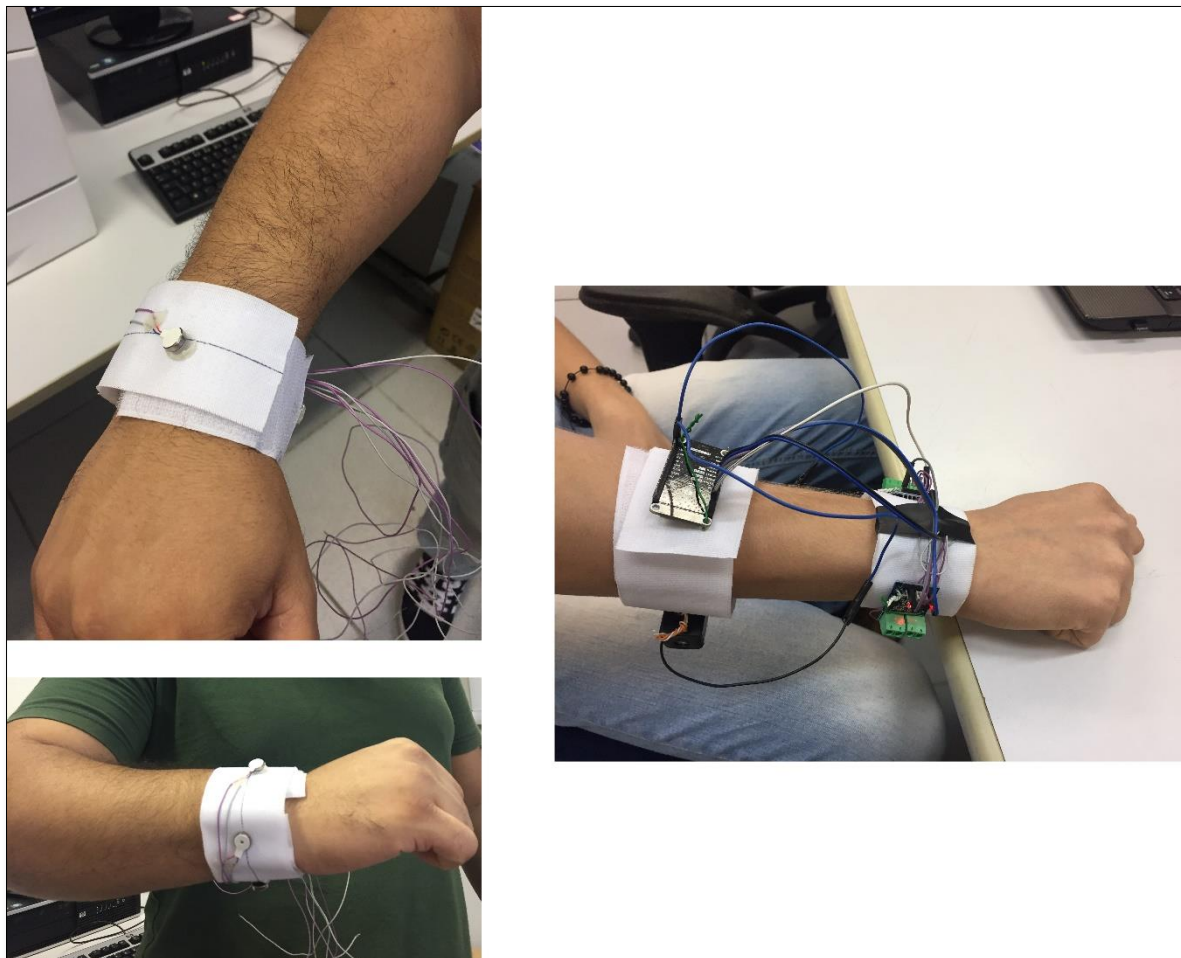


Fonte: Lima *et al*, 2018.

Para a fixação dos motores de vibração e para a sua utilização, foi pensado um dispositivo que fosse vestível. Para isso uma espécie de pulseira foi estruturada. A primeira pulseira foi construída com duas fitas de velcro e os motores inseridos entre as fitas. As fitas de velcro foram cortadas nas dimensões adequadas para ser colocada em qualquer pulso, isto é, o velcro permite que o tamanho seja totalmente ajustável. Abaixo, uma demonstração da primeira montagem:

¹⁰⁷ Essa consideração sobre os componentes utilizados é importante pois, a nível de projetos, avaliar as possibilidades de componentes permite o desenvolvimento de protótipos mais robustos.

Exemplo 52: Primeiro protótipo da pulseira.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se uma outra pulseira para fixação do microcontrolador em uma posição mais acima do braço. Todos os componentes ficavam fixos por uma costura no velcro passando pelos furos que todas as placas tinham. Nota-se também dois módulos de controle motor fixados em cada lado do pulso. Como o material da fita era rígido, este conduzia a vibração de um motor por toda a extensão da pulseira, o que deixava o *feedback* háptico comprometido. Identificar em qual posição os motores atuavam era bastante difícil. Foi necessário então, pensar em outro material para a construção da pulseira. O material alternativo escolhido foi um tecido consideravelmente elástico, desta forma o motor conseguiu transmitir a vibração localmente, evitando a condução das ondas mecânicas para outras partes do pulso. É possível observar a montagem da pulseira abaixo:

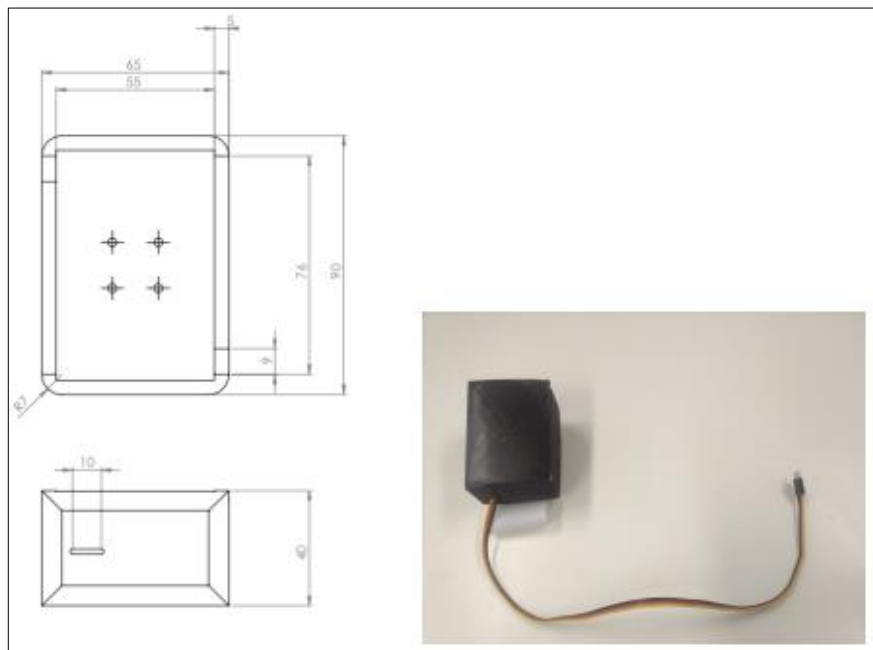
Exemplo 53: Protótipo final da pulseira.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esta pulseira foi costurada a mão unindo duas partes de tecido, de maneira que ao final, não é possível notar visivelmente que estão ali fixados o sistema de vibradores. Existe apenas uma saída de um conector para unir com as outras partes do circuito. Para compartimentar o restante do circuito (Controlador, circuito elétrico e bateria) foi modelada uma caixa para ser impressa em uma impressora 3D. As vistas técnicas da caixa, ao lado do seu resultado, são mostradas abaixo. O protótipo final consiste na união destas partes: a pulseira com tecido e a caixa plástica para acomodar o circuito.

Exemplo 54: Caixa plástica para acomodar o circuito (Versão 1).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao final uma redução do protótipo foi analisada e implementada. Para fazer isto a placa que embarca o ESP8266, a placa controladora, foi substituída por uma menor. Esta placa menor possui as mesmas características que a anterior, com o benefício de uma redução de pinos advinda da remoção dos pinos que não seriam utilizados. Portanto, a substituição pode acontecer sem grandes readaptações. Eis a imagem que exemplifica esta redução:

Exemplo 55: Placa controladora com tamanho reduzido.

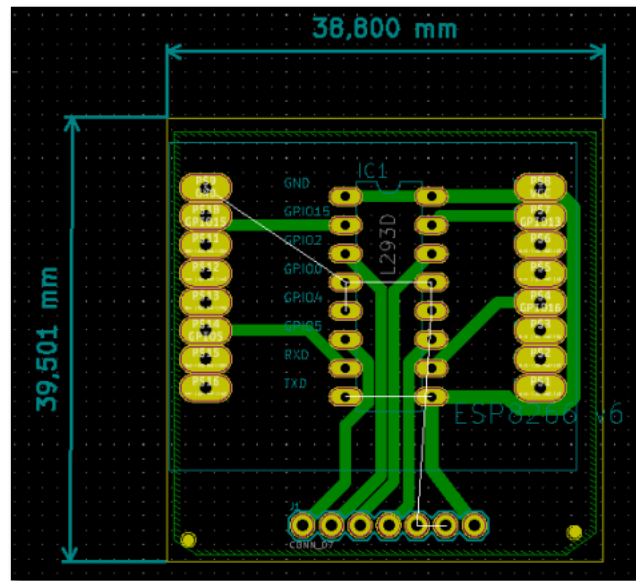


Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa nova placa pode ser dividida em duas partes (exemplo acima). A primeira parte (a esquerda no exemplo 55), só é necessária quando se está atualizando o código de instruções do microcontrolador. A segunda parte contém o microcontrolador em si. Portanto apenas a segunda parte deverá ser utilizada continuamente.

Além disso, os módulos de controle dos motores puderam ser substituídos por um único CI com capacidade de controlar os 4 motores *vibracall*, o L293d. Para embarcar tudo, foi desenvolvido o esquemático de uma placa de circuito impresso para englobar todo o funcionamento dos componentes. O circuito descrito pela placa realiza todas as conexões necessárias e evita que elas dependam de fios ou conexões, o que aumenta a vida útil do protótipo. O esquemático segue abaixo.

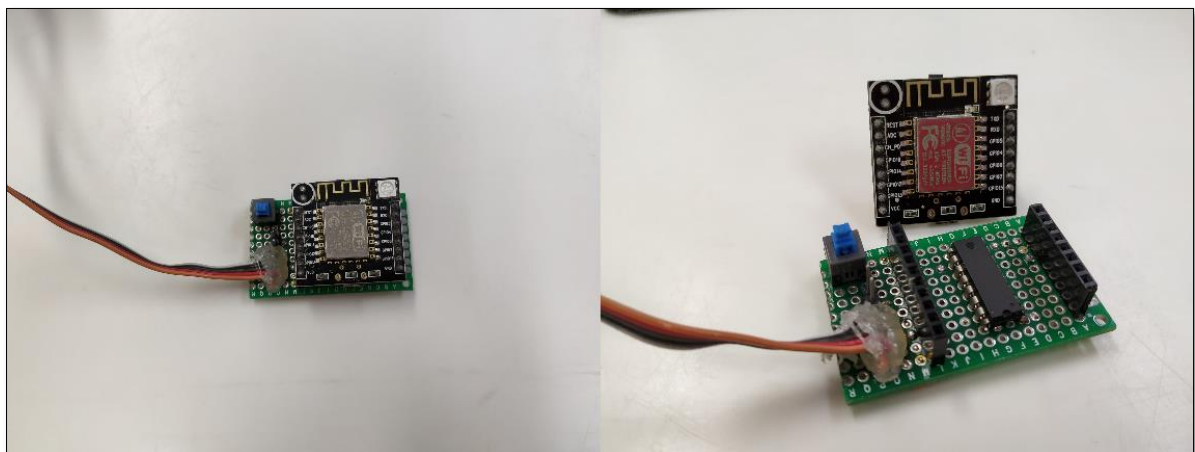
Exemplo 56: Placa de circuito impresso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O circuito controlador antes era composto por vários módulos separados conectados por fios e fixados na caixa (ver ex: 52 e 57). Com a nova placa, o circuito controlador estava todo concentrado em uma única placa, que também é menor em estrutura física, menos do que 40x40 mm. O exemplo a seguir evidencia a estrutura em sua nova versão.

Exemplo 57: O circuito controlador da pulseira.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para garantir o funcionamento adequado da pulseira vibratória, é necessário alimentar o sistema. Por se tratar de um conjunto que vai junto ao corpo, e que o usuário está em constante movimentação gestual, é necessário que a bateria seja portátil. Para o primeiro protótipo (ver

ex. 52) foi escolhida uma bateria de *Ions de Lítio* de 3.7 volts e 3000mAh¹⁰⁸ de capacidade — sua representação está na esquerda na imagem abaixo. Em virtude da redução do tamanho dos componentes, buscou-se diminuir também a bateria para que todo o conjunto pudesse ser bastante portátil, trocou-se, portanto, por uma bateria exemplificada abaixo na direita:

Exemplo 58: Baterias utilizadas no protótipo da pulseira do *Maestro 0.1*.



Fonte: Lima *et al*, 2018.

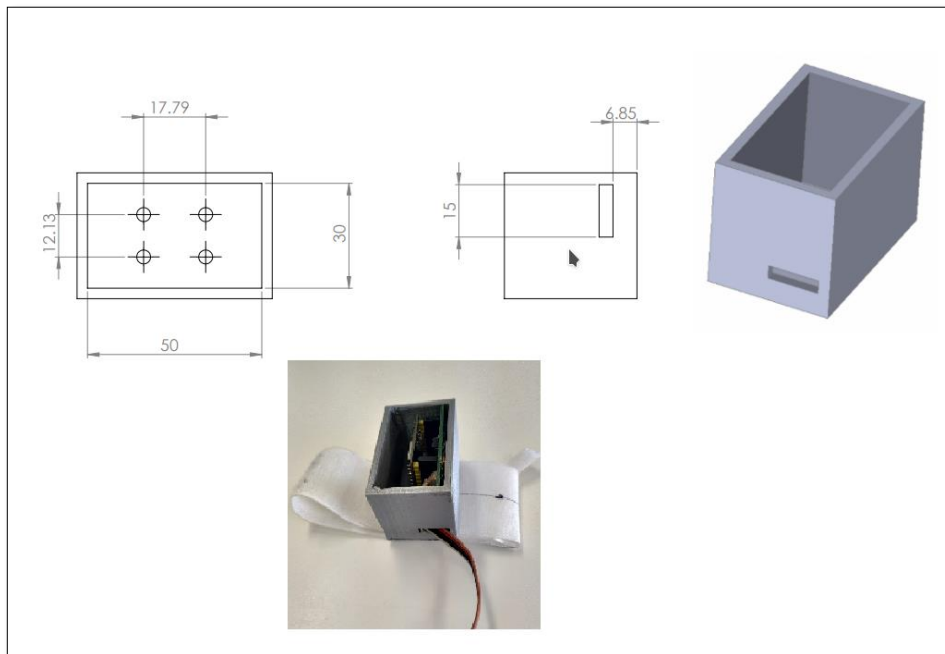
Para a pulseira do *Maestro v0.1* é esperado um consumo entre 150mA e 200mA¹⁰⁹. Este consumo, pode variar de acordo com o acionamento dos motores em relação a execução técnico-gestual da regência. O valor é suficiente para prever uma duração de até 15 horas de uso com a primeira bateria, e de 4 horas de utilização com a segunda bateria. Esta redução temporal, não compromete a sequência de estudos de um aluno, tendo em vista que 4 horas é possivelmente um tempo robusto de estudo técnico. A redução do tamanho da bateria deixa o sistema mais leve no braço do usuário. O dimensionamento da primeira bateria utilizada compreende 65 x 18mm, em comparação aos 32 x 22mm da segunda bateria.

Com este novo dimensionamento do circuito controlador e juntamente com a bateria que fornece a energia necessária para os motores de vibração, foi modelado uma outra caixa para comportar essa nova placa e permitir a fixação em outros pontos do braço. Assim sendo estruturada:

¹⁰⁸ Ampère-hora é uma unidade de carga elétrica (Dix et al, 2004)

¹⁰⁹ Abreviação de Miliampère.

Exemplo 59: Caixa plástica para acomodar o circuito (Versão 2).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Toda a estrutura do protótipo da pulseira responsável pelo *feedback* háptico é acoplado no braço do usuário. A disposição de uso permite a movimentação livre do braço, sem que o movimento seja prejudicado pela utilização do *hardware*. A caixa plástica para acomodar o circuito, é presa por velcro na região do braço. Desta forma é exemplificada o uso:

Exemplo 60: Protótipo final da pulseira do Maestro 0.1.



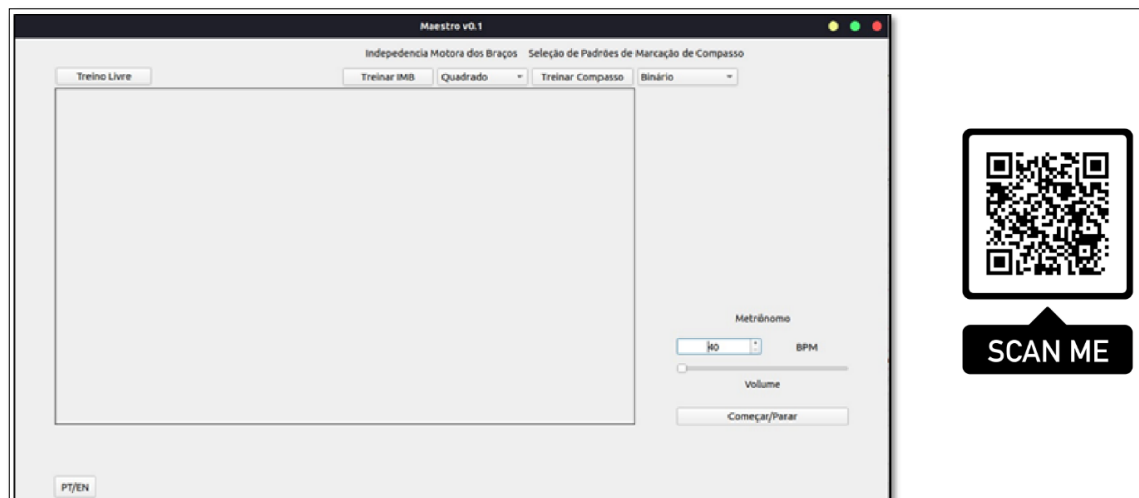
Fonte: Elaborado pelo autor.

3.4 Interface Gráfica do *Maestro v0.1*

Para a Interface Gráfica¹¹⁰ foi utilizado o *framework*¹¹¹ multiplataforma para o desenvolvimento de interfaces gráficas em C++ chamado de *Qt*. Essa ferramenta permitiu criar um ambiente acessível ao usuário. A estrutura gráfica do *Maestro v0.1* é simples e direta, todas as funcionalidades fornecidas pelo sistema estão acessíveis em sua tela principal. Organizado desta forma, evitou-se a estruturação de submenu que, por consequência, facilita a usabilidade/interatividade por deficientes visuais em acessar as funções do *Maestro v0.1* através de seus leitores de tela.

Ao executar o *Maestro v0.1*, o *software* emite o som de uma orquestra realizando a afinação. O término deste *feedback* indica que o *software* está pronto para ser configurado de acordo com a funcionalidade desejada pelo usuário. Após o usuário realizar a configuração desejada, o *software* emite um *beep* indicando que está pronto para iniciar a prática. O *Maestro* em sua versão *v0.1* apresenta a seguinte Interface Gráfica:

Exemplo 61: Interface Gráfica *Maestro v0.1* – tela inicial.



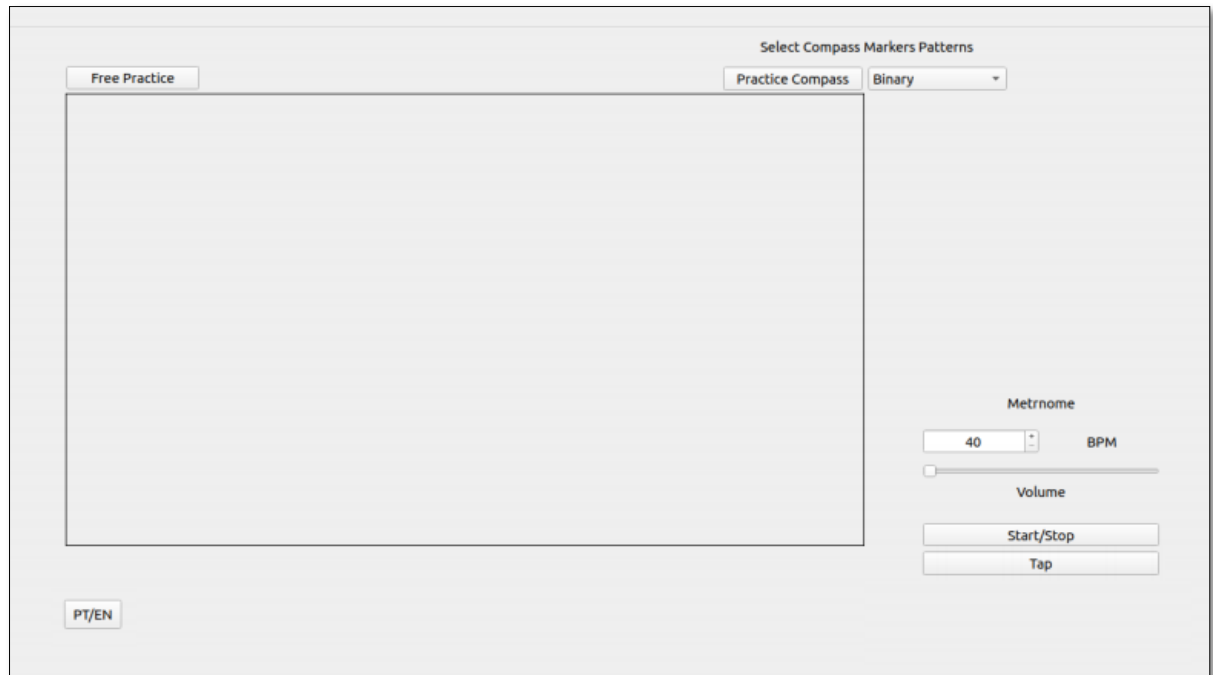
Fonte: Elaborado pelo autor.

¹¹⁰ “[...] muitos dos programas que conhecemos interagem com os usuários através da troca de informações. O meio pelo qual a parte humana solicita ao programa a execução de tarefas, alguma resposta, ou qualquer comunicação entre as partes é feita pela Interface. Muitas vezes confundida com o programa em si, a Interface tem peso significativo na aceitação do *software*, já que, com certeza, clientes são atraídos pela facilidade de manipulação e de aprendizado [...] fornece a um programa um conjunto consistente de componentes intuitivos, familiarizando o usuário com as diversas funções e diminuindo o tempo de aprendizado da nova ferramenta” (Rigo, 2004: 07)

¹¹¹ “[...] *Frameworks* são estruturas de classes que constituem implementações incompletas que, estendidas, permitem produzir diferentes artefatos de *software*. A abordagem de *frameworks* pode se valer de padrões para a obtenção de estruturas de classes bem organizadas e mais aptas a modificações e extensões. O desenvolvimento orientado a componentes pretende organizar a estrutura de um *software* como uma interligação de artefatos de *software* independentes, os componentes. O reuso de componentes previamente desenvolvidos, como no caso dos *frameworks*, permite a redução de tempo e esforço para a obtenção de um *software*” (Silva, 2000: 21).

A interface gráfica do *Maestro v0.1* consiste em alguns botões e áreas de interesse para cessar suas funcionalidades. No canto inferior esquerdo — como mostra o exemplo acima — está o botão de seleção de idioma. Com apenas um clique é possível alternar o idioma da interface gráfica entre português e inglês.

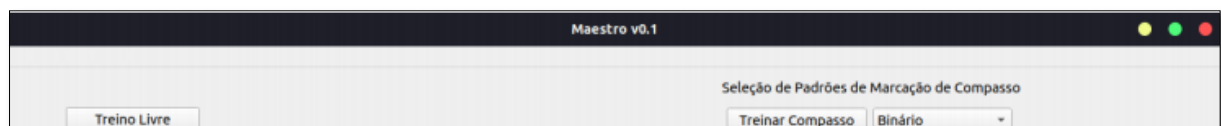
Exemplo 62: Interface Gráfica *Maestro v0.1* – em inglês.



Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível ter três funcionalidades distintas para a prática técnico-gestual utilizando o *Maestro v0.1*. Estas funções são selecionadas através dos botões “Treino Livre”, “Independência Motora dos braços” e “Treinar Compasso”. Cada um dos botões chama uma função previamente implementada, como descrito a seguir:

Exemplo 63: *Maestro v0.1* – Funções: “Treino Livre” e “Treinar Compasso”.

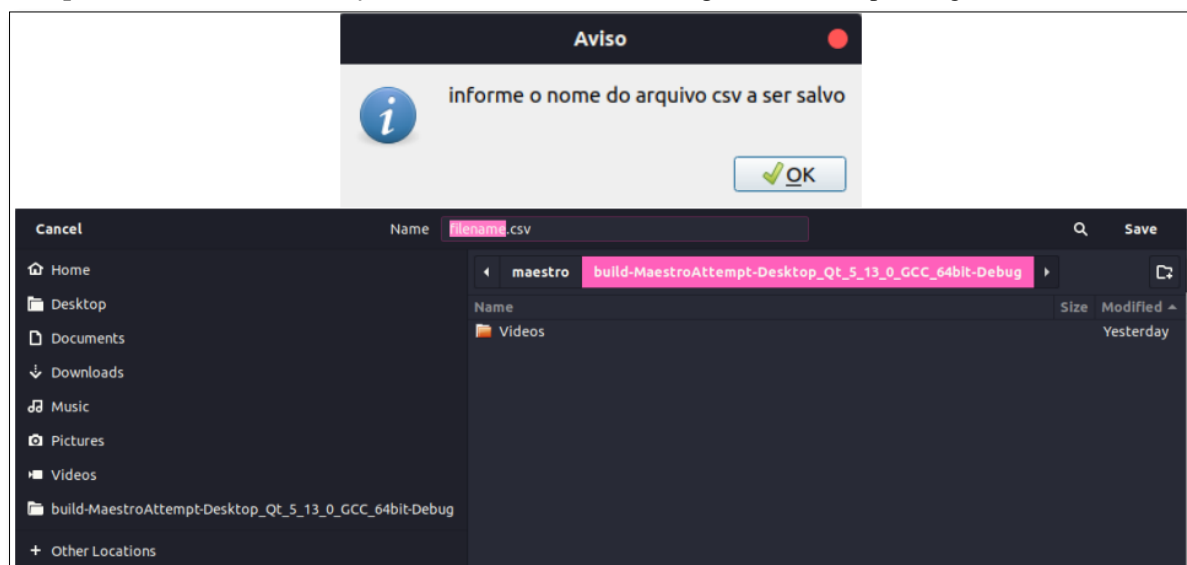


Fonte: Elaborado pelo autor.

Treino Livre: corresponde a uma funcionalidade da prática técnica dos padrões de marcação de compasso, livre de *feedback* háptico ou auditivo¹¹². É aconselhável a prática técnica do gesto nesta funcionalidade após a incorporação precisa do gesto realizada na prática técnica utilizando o *feedback* háptico ou auditivo. Corresponde, em síntese, a uma função para uma prática técnica avançada.

O usuário ao utilizar esta funcionalidade — Treino Livre — terá sua prática técnico-gestual salva em imagem gráfica (JPEG em plano cartesiano), e em vídeo. Quando selecionado o “Treino Livre”, a interface irá abrir uma nova janela, para o usuário informar o nome e o local onde os arquivos de sua prática serão salvos. O arquivo que gera a imagem gráfica do padrão de marcação de compasso praticado, é de extensão *CSV*¹¹³. Esta etapa é assim exemplificada:

Exemplo 64: *Maestro v0.1* – Função: “Treino Livre” e salvar imagem e vídeo da prática gestual.



Fonte: Elaborado pelo autor.

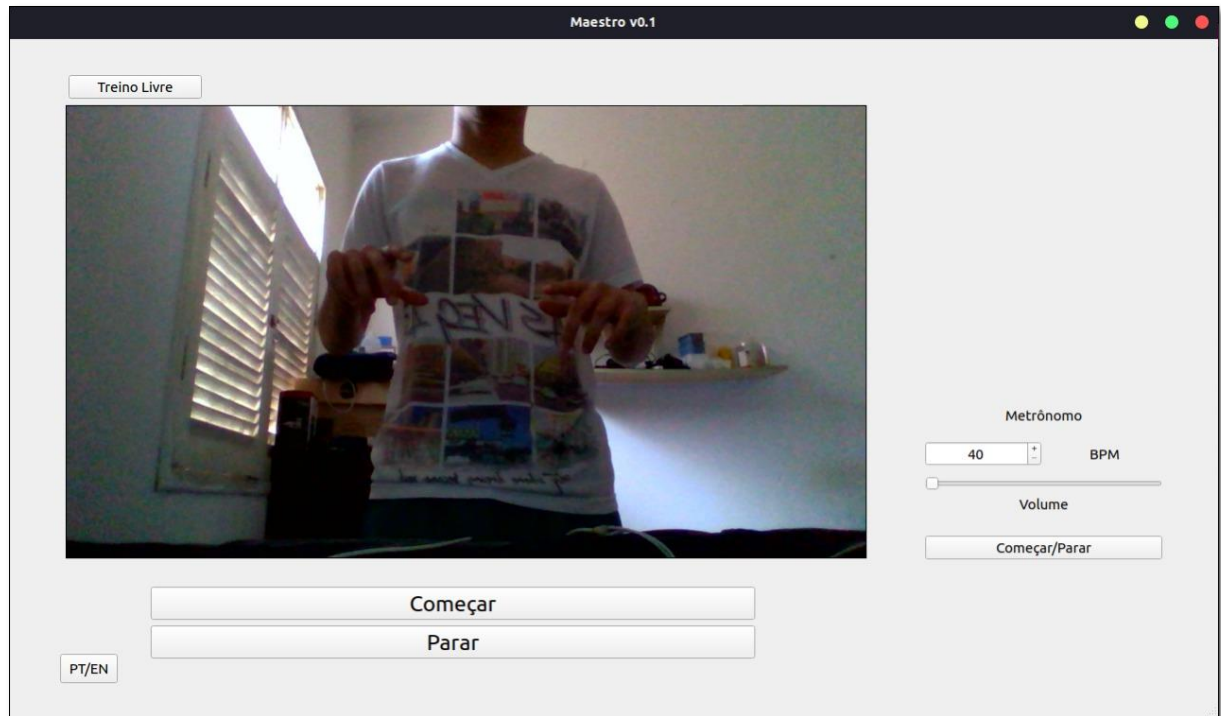
Logo em seguida, após nomear e selecionar o local onde os arquivos da prática técnica serão salvos, habilitará a *webcam* e a captura da imagem pelo *software*. Os botões de “Começar” e

¹¹² Todavia a função dos *feedbacks* estará disponível para uso.

¹¹³ O autor Vasconcelos (2016: 02), assim explana: “Valores separados por vírgulas (em inglês, CSV ou comma-separated values) é um formato popular para troca de dados em ficheiros, suportado por folhas de cálculo e por bases de dados [...]. Um ficheiro CSV é um ficheiro de texto comum, onde os dados estão organizados por linhas e os valores em cada linha estão separados por um dado caracter separador. Estes ficheiros têm geralmente a extensão .csv. O separador por omissão é a vírgula (de onde advém o nome comma-separated values)”. No *Maestro v0.1*, é responsável por salvar cada passo/ponto da trajetória gestual em números.

“Parar”, localizados abaixo da tela de captura da imagem, estarão habilitados para iniciar a captura/gravação das coordenadas gestuais, utilizando os algoritmos¹¹⁴ do *Maestro v0.1*.

Exemplo 65: *Maestro v0.1* – Função: “Treino Livre” habilitado.

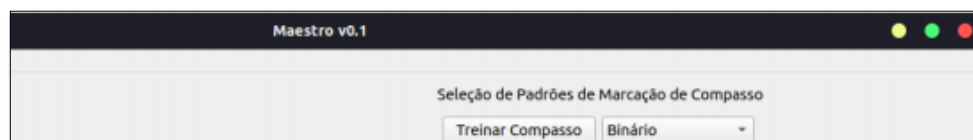


Fonte: Elaborado pelo autor.

Treinar Compasso: É a funcionalidade que permite ao usuário receber o *feedback* necessário de sua prática técnica dos padrões de marcação dos compassos. Ao selecionar esta opção, será habilitada as funções de seleção do *feedback*. Sendo facultada ao usuário a escolha entre o *feedback* háptico (uso da pulseira) ou o *feedback* auditivo (sem o uso da pulseira).

Ao selecionar “Treinar Compasso” o usuário terá que escolher na guia ao lado o compasso que será praticado.

Exemplo 66: *Maestro v0.1* – Função: “Treinar Compasso” – Seleção dos padrões de marcação de compasso.

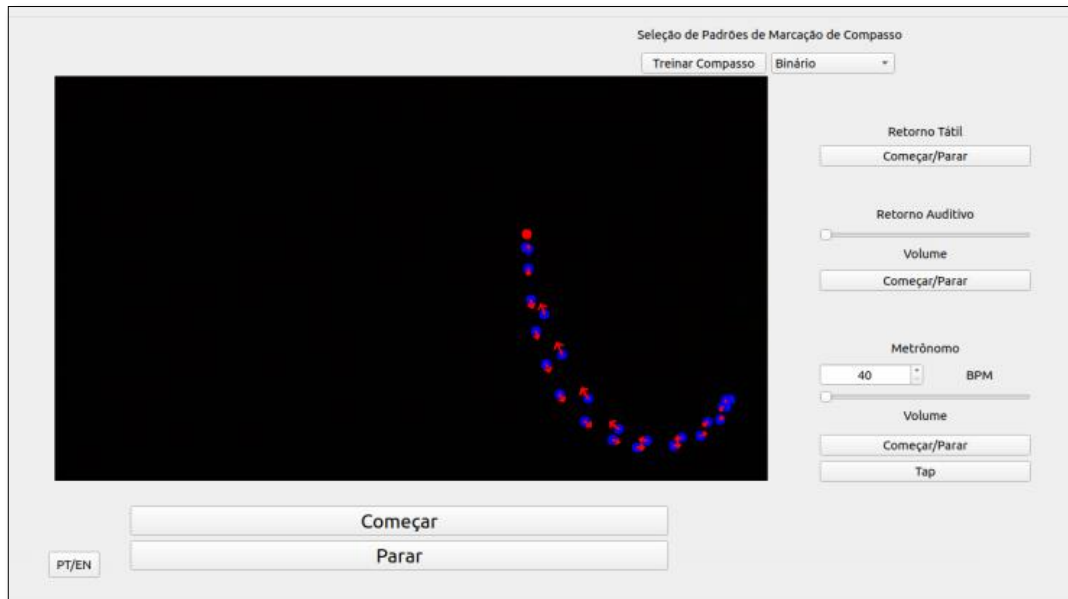


Fonte: Elaborado pelo autor.

¹¹⁴ A sequência algorítmica foi descrita no tópico 3.2.1 A construção do *software*. Resumindo: “um algoritmo é um conjunto de instruções que realizam uma tarefa” (Bhargava, 2017: 19).

O programa carregará os pontos e irá exibi-los na tela da interface Gráfica — executando os algoritmos de detecção — para assim calcular a diferença entre movimento executado e movimento pré-gravado e gerar um retorno tátil e/ou auditivo. A interface Gráfica terá então a seguinte estrutura:

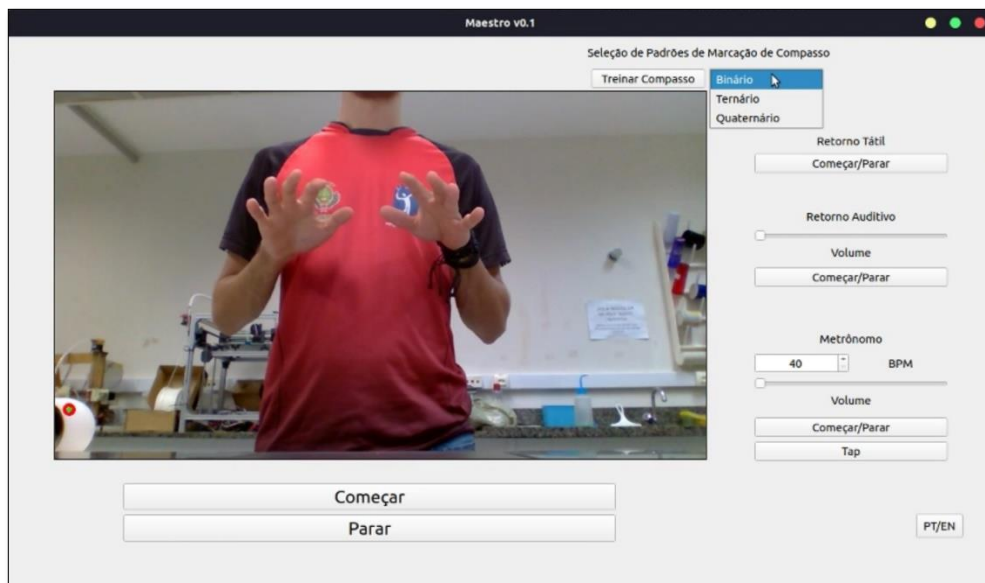
Exemplo 67: *Maestro v0.1* – Função: “Treinar Compasso” habilitada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

E, ainda:

Exemplo 68: *Maestro v0.1* – Função: “Treinar Compasso” habilitada.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em seguida, o usuário deverá selecionar como quer receber o *feedback* de sua prática. No canto direito da Interface gráfica estão as caixas de seleção, que aparecerá quando a opção “Treinar Compasso” for selecionada.

Exemplo 69: *Maestro v0.1* –
Selecionar *Feedback*



Fonte: Elaborado pelo autor.

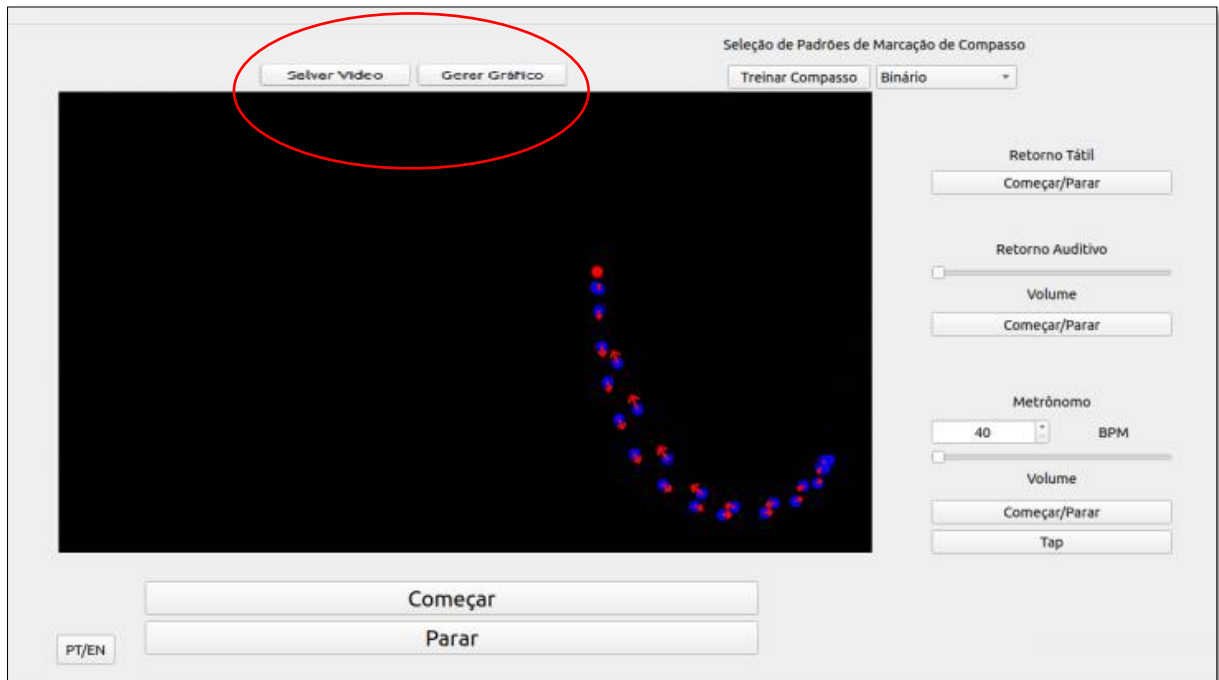
Em “Retorno Tátil”, o usuário poderá ativar ou desativar o uso da pulseira através do botão “Começar/Parar”. Outra opção de *feedback* corresponde a opção “Retorno Auditivo”. Nesta opção, fica facultado ao usuário a utilização de *headphones*. Seguindo o mesmo princípio da pulseira, o *feedback* auditivo indica através de frequências sonoras contínuas (ver cap. 4), a correção necessária da trajetória dos padrões de marcação de compassos. Da mesma forma que acontece com o acionamento da pulseira, os botões “Começar/Parar”, ativam e desativam o “Retorno Auditivo”. A barra deslizante acima de “Começar/Parar”, controla o volume desta funcionalidade.

Após a realização da configuração necessária para utilizar a funcionalidade “Treinar Compasso”, os botões de seleção “começar” e “parar” — que se encontram abaixo da tela de captura — estarão habilitados para o usuário iniciar ou interromper sua prática. Ao mesmo tempo, estas funções habilitam e desabilitam os botões de “Gerar Gráfico” e “Salvar Vídeo”. Após o usuário selecionar a “opção parar”, o botão “Gerar Gráfico” ficará acessível imediatamente acima da tela de captura gestual, como mostra o exemplo 70. Quando selecionado, mostrará o padrão de marcação de compasso praticado puramente como pontos num plano cartesiano¹¹⁵.

¹¹⁵ Gerar a trajetória da prática dos padrões de marcação de compasso em pontos, facilita a impressão da imagem por uma impressora Braille. Portanto, possibilita mais um viés de acessibilidade a pessoa com deficiência visual, de “tatear” a sua própria execução.

Assim como “Gerar Gráfico”, após o usuário selecionar a opção “parar”, o botão “Salvar Vídeo” irá aparecer imediatamente acima da tela de captura gestual. O vídeo da última execução do padrão de marcação de compasso executado, estará disponível para ser salvo. Após ser selecionado, o botão ficará inacessível para evitar salvar múltiplos vídeos.

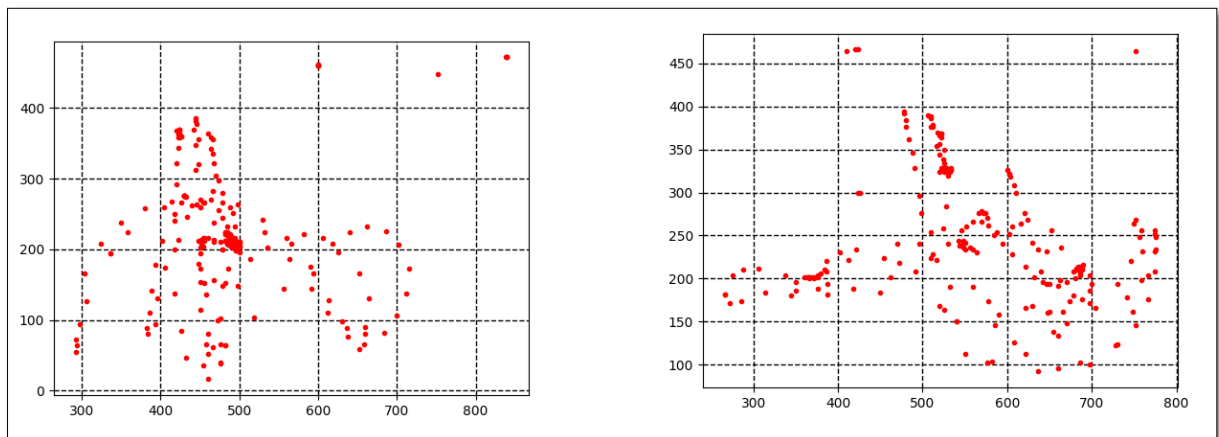
Exemplo 70: *Maestro v0.1* – Função: “Gerar Gráfico” e “Salvar Vídeo”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em sequência, a exemplificação de gráficos gerados a partir da utilização do *Maestro v0.1*.

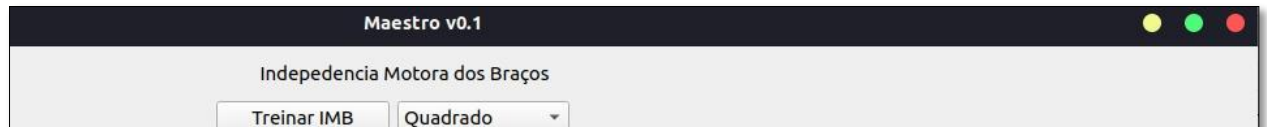
Exemplo 71: *Maestro v0.1* – Função: “Gerar Gráfico”. Dois gráficos do padrão geométrico do compasso quaternário gerados a partir da prática de dois alunos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Independência motora. Outra função de prática técnica fornecida pelo *Maestro v0.1* é a prática da independência motora dos braços — descrito no tópico 3.1.1 e evidenciado no exemplo 28. Esta funcionalidade tem seu acesso da mesma forma que ocorre ao selecionar “Treino Livre” ou “Treinar Compasso”.

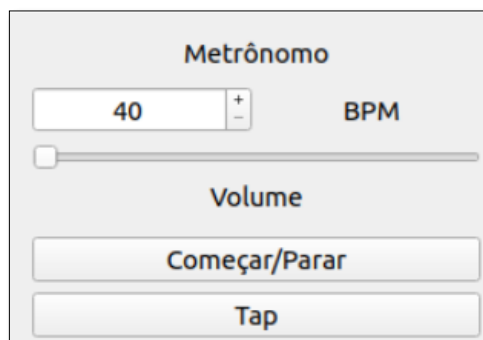
Exemplo 72: *Maestro v0.1* – Função: “independência motora dos braços”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O metrônomo é um recurso disponível no *Maestro v0.1*.

Exemplo 73: *Maestro v0.1* – Metrônomo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O *Maestro v0.1* possui as opções de seleção comuns a um metrônomo: Seleção de Batidas por Minuto (BPM), volume do toque destas batidas, botões para iniciar e parar o metrônomo e a função “Tap”. A funcionalidade *Tap* está associado com a movimentação gestual do padrão de marcação de compasso executado pelo usuário. É uma função que possibilita o estudo da regularidade da execução gestual a partir do “click” em relação ao gesto, isto é, se o gesto acelerar ou diminuir, o “click” do metrônomo acompanhará o movimento do usuário.

3.5 A comunicação entre os componentes (*Software e Hardware*)¹¹⁶

Os gestos são descritos como uma forma de comunicação não-verbal, na qual poses e movimentos corporais são utilizados para comunicar mensagens importantes, realizar um movimento ou até seguir uma trajetória. O reconhecimento de gestos é um problema bem estudado em ciência da computação. Aplicações de fisioterapia a multimídia são citadas em estudos na área. Embora diferentes tecnologias de sensores possam ser usadas para reconhecer gestos humanos, os sensores de visão são uma abordagem popular devido à sua disponibilidade e baixo custo (Lima, 2018).

Embora diferentes tecnologias de sensores possam ser usadas para reconhecer gestos humanos, os sensores de visão são uma abordagem popular devido a fatores importantes, como baixo custo e disponibilidade. Acelerômetros, giroscópios, câmeras 2D e 3D são exemplos de sensores comumente usados em aplicativos de reconhecimento de gestos humanos. Em geral, os padrões de gestos humanos são reconhecidos pelos algoritmos de aprendizado de máquina que operam nos fluxos de dados do sensor que codifica a posição, orientação, velocidade e aceleração das partes do corpo humano. Essa abordagem orientada a dados é mais eficiente do que o ajuste manual da detecção de gestos com base em limites para as variáveis relacionadas a cada gesto específico de interesse.

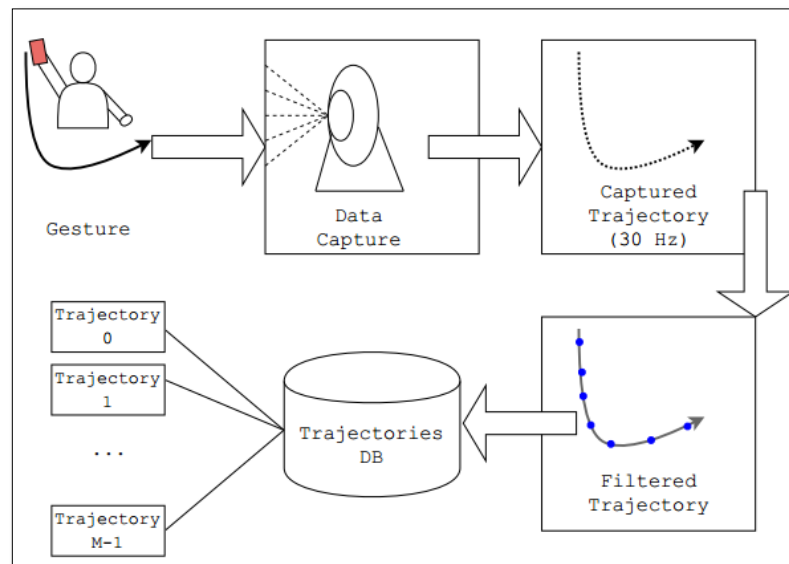
Relacionado ao problema do reconhecimento de gestos humanos, está o problema de seguir gestos. Nesta subcategoria de reconhecimento de gestos, o usuário deve executar um gesto pré-gravado de sua escolha para que o sistema avalie automaticamente se o gesto foi realizado corretamente e de forma precisa. Bevilacqua *et al* (2007) propôs um sistema para seguir os gestos, usando dados de acelerômetros e giroscópios. Um sistema semelhante rastreia e registra ações do usuário para avaliar gestos humanos no contexto aluno-professor. O sistema registra imagens dos gestos a serem avaliados, embora essa avaliação não seja totalmente automática. Os autores do trabalho empregam uma abordagem orientada a dados com base no aprendizado de máquina chamado *Visual Gesture Builder* (VGB) para reconhecer um conjunto pré-específico de gestos.

Inicialmente, o *Maestro v0.1* captura uma série de pontos e gera uma trajetória descrita pelo número de quadros por segundo da câmera. Em seguida, a trajetória capturada é determinada

¹¹⁶ Dados parciais e semelhantes ao deste tópico foram publicados pelo presente autor em: Lima *et al*, 2018 (WebMedia'2018, October 2018, Salvador, BA Brasil).

por um algoritmo de amostragem simples e essas trajetórias classificadas são armazenadas em um banco de dados. Este fluxo pode ser visualizado no exemplo a seguir:

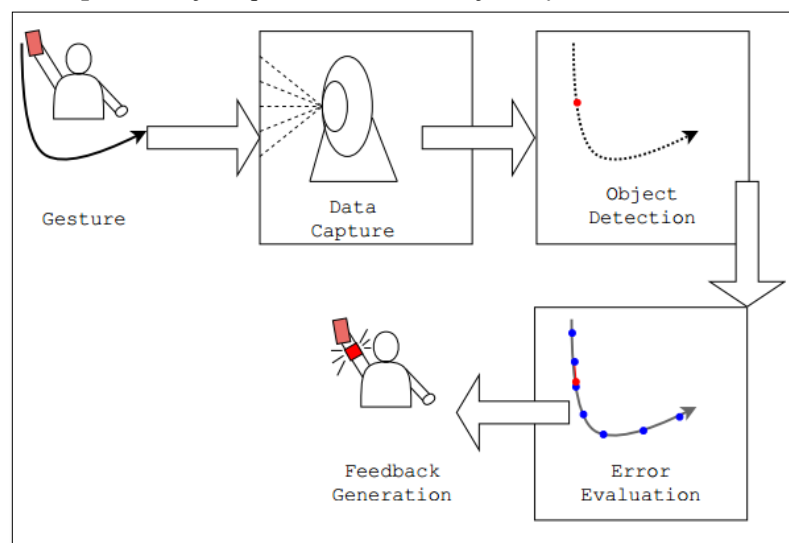
Exemplo 74: Ações que descrevem a captura de movimento pelo Maestro v0.1.



Fonte: Lima et al 2018.

O sistema também propõe um modo de prática. De acordo com uma trajetória capturada e filtrada anteriormente, um usuário pode executar o mesmo movimento e receber o *feedback* com a ajuda da pulseira (ver cap. 3.3.1), o que guiará a pessoa a executar o gesto corretamente. Esta sequência é por sua vez exemplificada:

Exemplo 75: Ações que descrevem a atuação do *feedback*.



Fonte: Lima et al 2018.

Portanto, o sistema pode ser dividido em duas partes:

1. Captura de movimento;
2. Ajuste de movimento.

O primeiro é responsável por capturar, aprender e filtrar uma trajetória. E o segundo está limitado à execução de um gesto conhecido anteriormente e à correção do movimento dada pela pulseira como *feedback* háptico ou pelo *feedback* auditivo. A leitura do movimento gestual pode ser descrita a partir de quatro elementos:

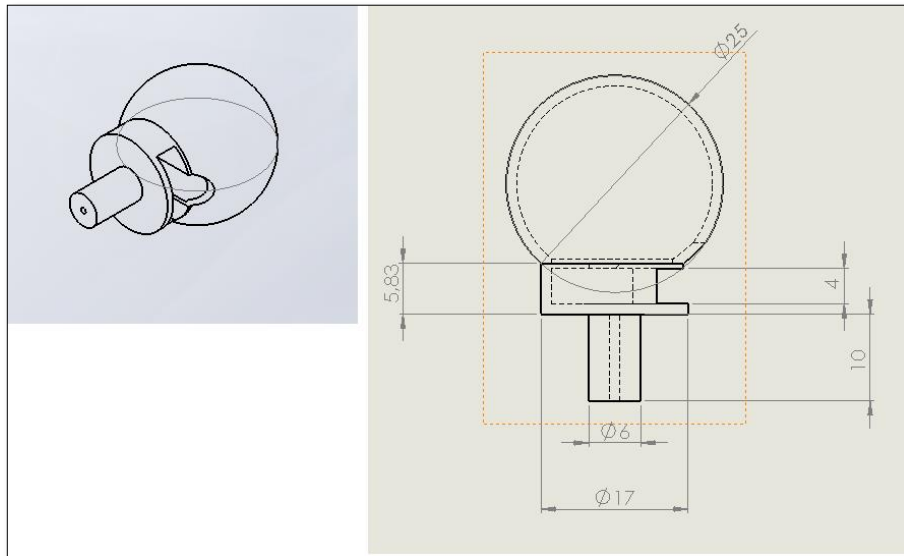
- Um objeto de rastreamento gestual (Batuta);
- Um conjunto de vídeos (com a geometria dos compassos: binário, ternário e quaternário);
- O algoritmo de identificação gestual;
- A amostragem de dados.

Com o objeto de rastreamento gestual (Batuta), pode-se gravar um vídeo executando um movimento; quando o objeto é detectado, ocorre a captura de dados (*vide cap. 3.2.1*). Nesta fase, o sistema possui apenas um conjunto de pontos que descrevem a trajetória quadro a quadro (*frame a frame*). Os recursos extraídos dos vídeos são:

- Coordenadas X e Y;
- Posição do *frame* no tempo.

Para a detecção do movimento referente aos padrões de marcação de compassos, foi desenvolvido um objeto esférico e opaco na medida que possa refletir por sua estrutura o brilho de uma luz de *led*. Esta esfera pode ser acoplada a qualquer batuta, permitindo assim uma prática técnica com a empunhadura real de uma batuta. Dois fios saem e são conectados a caixa de circuito da pulseira, que por sua vez, fornece a alimentação energética necessária para acender o *led*. As medidas que permitem a sua construção em impressão 3D, são expostas:

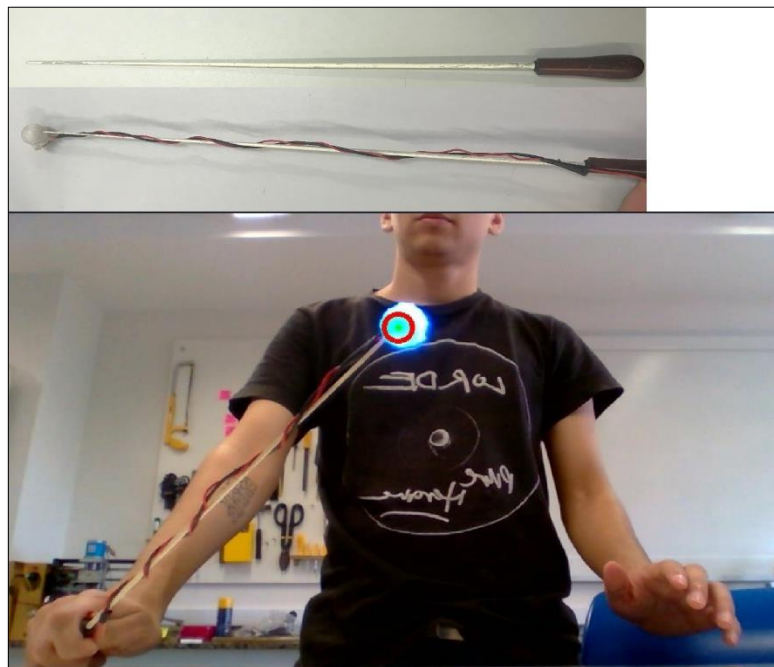
Exemplo 76: Estrutura da esfera de acoplamento na batuta para impressão em 3D.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O exemplo a seguir, mostra a esfera acoplada na ponta de uma batuta. Salienta-se que suas dimensões (exemplo acima) não são suficientes para interferir no desequilíbrio da batuta, assim evitando deixar a ponta mais pesada que a base ¹¹⁷.

Exemplo 77: Estrutura esférica acoplada em uma batuta.

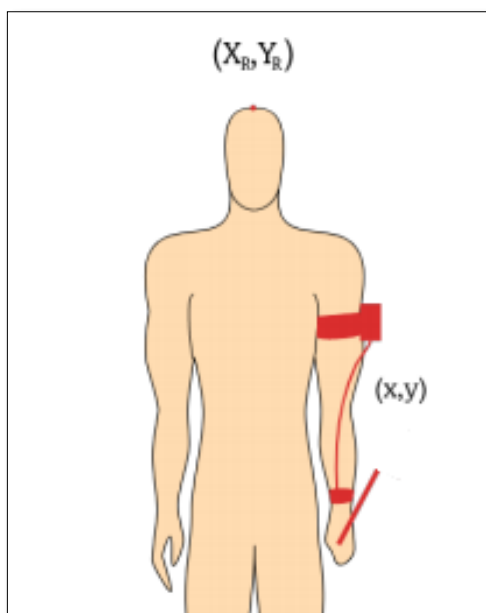


Fonte: Elaborado pelo autor.

¹¹⁷ Essa delineação consiste na diferenciação desta perspectiva em relação as batutas expostas no segundo capítulo. As batutas eletrônicas evidenciadas, possuíam seus sistemas como parte estruturante de seu corpo físico, o que refletia em dimensões não proporcionais com batutas reais.

As coordenadas do objeto rastreado e a posição do quadro no tempo serão os dados salvos no vídeo para gerar o armazenamento de informações no banco de dados. As coordenadas (x, y) são o principal desafio do movimento, embora a posição do *frame* no tempo desempenhe um papel muito importante na filtragem da trajetória. Se o vídeo tiver 100 quadros, o primeiro quadro terá um valor de 0,0 para este último recurso, e em cada *frame* ocorrerá um aumento de 0,01 na exibição do frame no tempo. Antes da amostragem, os dados foram normalizados. A normalização das coordenadas (x, y) é feita com o topo da cabeça da pessoa que registrou a trajetória:

Exemplo 78: Usuário com o protótipo da pulseira e a batuta com os pontos de referência usados na normalização.



Fonte: Lima *et al* 2018.

X e Y são as coordenadas a serem normalizadas e XR e YR são o par ordenado do ponto de referência. Com tudo normalizado, a amostragem de dados se ajusta à trajetória e armazena os movimentos no banco de dados. Isso termina a etapa de captura de movimento pelo *Maestro* v0.1.

A amostragem de dados basicamente seleciona pontos, levando em consideração um determinado intervalo de tempo. Essa abordagem é uma técnica de análise estatística usada para manipular, analisar e selecionar um subconjunto representativo de pontos de dados, a fim de identificar padrões e tendências em um conjunto de dados maior sendo examinado (Lathi,

2009). Com base na complexidade do movimento, avaliamos a frequência da amostragem para desafiar o número de pontos necessários para caracterizar a trajetória dos compassos: binário, ternário e quaternário (ver ex. 44).

No ajuste do movimento, um indivíduo que deseja praticar uma trajetória já armazenada no banco de dados pode usar o protótipo vestível para ajudá-lo a executar o movimento corretamente. Esse estágio consiste em capturar o caminho descrito pelo movimento do indivíduo e compará-lo àquele que o indivíduo deseja imitar. O erro avaliado no *software* de visão computacional é enviado ao protótipo vestível (pulseira). A correção do movimento é esperada, uma vez que o dispositivo vestível está fornecendo um *feedback* háptico que sugere o retorno para a trajetória adequada do compasso.

Como visto no subcapítulo anterior, a placa ESP8266 é o microcontrolador, responsável pela conexão com uma rede local e pela comunicação com o *software* de visão computacional via UDP (*User Datagram Protocol*). Cada pacote recebido contém um vetor que aponta para o próximo ponto da trajetória correta. Também no microcontrolador, cada coordenada X e Y é transformada em um valor que varia de 0 a 1023. Estes são os valores da modulação por largura de pulso (PWM - *Pulse Width Modulation*), que é responsável pela intensidade da vibração do motor, indicando o quão forte a alteração deve ser (Lima *et al* 2018).

A tendência do movimento é indicada pelos motores e sua intensidade de vibração. Porém, duas abordagens diferentes são possíveis para solicitar o ajuste do movimento:

1. Vibrar os motores situados no lado coincidente da trajetória corretiva;
2. Vibrar os motores situados no lado oposto da trajetória corretiva.

Ao vibrar os motores situados no lado coincidente da trajetória corretiva, o usuário deve sentir a vibração e mover o pulso na direção da vibração. Por outro lado, ao vibrar os motores situados no lado oposto da trajetória corretiva, o usuário tem a sensação de que os motores estavam empurrando o pulso na direção correta. Esta é uma funcionalidade que foi averiguada através de questionário aplicado aos usuários voluntários de teste de usabilidade do *Maestro v0.1* (ver: 4.4), para ser configurada de acordo com a perspectiva do usuário, ao utilizar a pulseira como resposta háptica. Outras configurações também são possíveis: o tempo em que os motores vibram simultaneamente ou alternadamente.

Quando o erro é calculado, resulta em um vetor de unidade, esse vetor contém todas as informações necessárias para converter esse erro em uma datação por *Pulse Width Modulation* (PWM), que controlará os motores. Quanto maior o erro, mais fortes os motores vibram. É importante mencionar que o sistema vibracional só pode ser disparado em pares alternadamente, e esse par deve estar em direções distintas, para que os motores: superior e inferior nunca disparem simultaneamente, bem como o direito e esquerdo. Quando o erro resulta em um vetor que não está centralizado no eixo x nem no eixo y, o erro aciona dois motores por vez. Esta situação pode ser tratada vibrando-os alternadamente.

Portanto, o *Maestro v0.1* foi projetado visando a correção do movimento. Quando um usuário executa a trajetória e o erro na execução desta trajetória gestual é detectado, a pulseira envia sinais de controle para avisar ao usuário o retorno para a trajetória gestual correta — o mesmo princípio ocorre com o *feedback* auditivo. Para demonstrar que o *Maestro v0.1* estimula o usuário a realizar um movimento mais preciso do gestual técnico da regência, foram feitas experiências com e sem a pulseira que compõe o sistema.

4. NÚMEROS: a experiência com o *Maestro v0.1*

Como toda a gente provavelmente o fez, jogara algumas vezes consigo mesmo, na adolescência, ao jogo do E se eu fosse cego, e chegara à conclusão, ao cabo de cinco minutos com os olhos fechados, de que a cegueira, sem dúvida alguma uma terrível desgraça, poderia, ainda assim, ser relativamente suportável se a vítima de tal infelicidade tivesse conservado uma lembrança suficiente, não só das cores, mas também das formas e dos planos, das superfícies e dos contornos, supondo, claro esta, que a dita cegueira não fosse de nascença.
.(Saramago, 1998)

4.1 O processo investigativo

O processo investigativo que levantou os dados necessários acerca da exequibilidade da programação dos *feedbacks* e da usabilidade do *Maestro v0.1*, ocorreram na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), mais especificamente, na Escola de Música da UFRN. Ressalta-se nesta unidade acadêmica, a atuação pedagógico-musical do *Setor de Musicografia Braille e Apoio à Inclusão*¹¹⁸ (SEMBRAIN). Como visto, o SEMBRAIN possui sua importância vívida, desde o nascer da temática desta pesquisa, bem como ver-se-á, durante o desenvolvimento e nos resultados obtidos na experimentação de usabilidade do protótipo *Maestro v0.1*.

A EMUFRN, e o SEMBRAIN enquanto núcleo de acessibilidade, estiveram cientes de suas corresponsabilidades¹¹⁹. De tal modo, forneceram para as necessidades da presente abordagem, seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa, e dispôs da infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar. Os bolsistas do SEMBRAIN ajudaram na locomoção dos participantes deficientes visuais e na coleta dos dados; marcação de salas de aula na EMUFRN para a realização dos testes de usabilidade; apoiaram na transcrição braille e/ou em áudio descrição dos questionários aplicados aos participantes da pesquisa.

4.2 Os participantes da investigação

Para compreender os possíveis reflexos e contribuições do uso do *Maestro v0.1* sobre o processo de ensino e aprendizagem de alunos cegos, a experiência com o sistema foi delimitada aos discentes que estão cursando ou já cursaram a disciplina de regência na licenciatura em música da EMUFRN. Ao mesmo tempo, aqueles que estão regularmente nas atividades pedagógico-musicais do SEMBRAIN, como procedimento preparatório ao ingresso da licenciatura em música da instituição supracitada¹²⁰. O enquadramento temporal desta

¹¹⁸ Vide Cap. 1.2.

¹¹⁹ Declaração de anuência em anexo ao *corpus* desta tese.

¹²⁰ Como visto no capítulo 1 da presente abordagem, a disciplina de regência é componente obrigatório da grade curricular da Licenciatura em Música da UFRN.

delimitação ocorreu no espaço entre fevereiro de 2017 a dezembro de 2018¹²¹. Dentro desta caracterização, foram coletados dos sujeitos participantes os seguintes dados¹²²:

Tabela 3: Dados dos sujeitos participantes.

Usuários	Tempo de estudos musicais	Tempo de deficiência visual	Idade
U01_GM	27 anos	30 anos	41 anos
U02_AS	15 anos	15 anos	42 anos
U03_AS	2 anos	16 anos	48 anos
U04_AS	2 anos	2 anos	45 anos
U05_AS	5 anos	8 anos	40 anos
U06_AS	4 anos	4 anos	30 anos
U07_AS	2 anos	3 anos	32 anos
U08_AS	4 anos	5 anos	38 anos
U09_AS	5 anos	5 anos	32 anos
U10_AS	2 anos	2 anos	26 anos
U11_AS	6 anos	21 anos	31 anos
U12_AS	5 anos	15 anos	30 anos
U13_AS	9 anos	37 anos*	37 anos
U14_AS	10 anos	20 anos*	20 anos
U15_AS	7 anos	10 anos	22 anos
U16_AS	5 anos	25 anos*	25 anos
U17_AS	6 anos	12 anos	26 anos
U18_LM	10 anos	19 anos	26 anos
U19_AS	12 anos	22 anos*	22 anos
U20_LM	17 anos	33 anos*	33 anos
U21_AS	4 anos	6 anos	52 anos
U22_AS	6 anos	8 anos	25 anos
U23_AS	8 anos	13 anos	35 anos
U24_AS	11 anos	55 anos*	55 anos
U25_AS	3 anos	20 anos*	20 anos

Fonte: Elaborado pelo autor. Dados coletados em 14/03/2017. Cegos Congênitos*

Ao todo, participaram deste estudo 25 pessoas, com idades variando entre 20 e 55 anos. O tempo de deficiência e de estudos musicais, assim como as idades, também se mostraram notavelmente amplos dentro deste grupo. Contudo, todos possuíam pelo menos 2 anos de deficiência e de estudo em Música no momento da realização do experimento. O grupo, apesar de heterogêneo, servia aos propósitos dos experimentos em questão. Todos os sujeitos participantes foram atuantes voluntários que deram resposta afirmativa ao serem convidados a participar desta etapa investigativa.

¹²¹ Este fator está correlacionado ao cronograma de desenvolvimento do protótipo do *Maestro v0.1*, exemplificado no capítulo 3 desta tese.

¹²² O “tempo de estudos musicais”, engloba todo e qualquer tipo de estudo performativo em música, independentemente de terem ocorrido em escolas de ensino especializado em música. O “tempo de deficiência” evidencia a temporalidade da perda total da visão.

I. O levantamento e o contato com os sujeitos participantes:

- a) O levantamento dos discentes que estão cursando ou já cursaram a disciplina de regência na licenciatura em música da EMUFRN, ocorreu através do contato com a coordenação do SEMBRAIN;
- b) Em contato com o SEMBRAIN, foram levantados para participar desta etapa investigativa, os sujeitos que utilizavam as atividades pedagógico-musicais do núcleo como procedimento preparatório ao ingresso da Licenciatura em Música da EMUFRN;
- c) O contato com os sujeitos participantes ocorreu de forma direta, sendo apresentado aos mesmos — pelo autor desta tese — todas as particularidades do procedimento investigativo sobre a exequibilidade da programação dos *feedbacks* e da usabilidade do *Maestro v0.1*, em texto transcrito em braille e explicitado de forma verbal;
- d) Portanto, neste contato inicial, foi apresentado aos sujeitos participantes o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido** (modelo utilizado em anexo) e sendo os dados fornecidos confidenciais, divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, sempre de forma anônima, não havendo exposição de nenhum dado que possa identificar os sujeitos. Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável em local seguro e por um período de 2 anos.

II. A identificação dos sujeitos participantes no *corpus* da tese:

- a) Os participantes foram identificados da seguinte forma: **U** = Usuário, **U18_LM** = Usuário Número **18** Licenciando em **Música**; **U01_GM** = Usuário Número **01** Graduado em **Música**; **U15_AS** = Usuário Número **15** Aluno do SEMBRAIN.
- b) Em sequência, serão então denominados por usuários ou pela sigla que lhe foi atribuída, por exemplo: **U20_LM**.

4.3 O *feedback* auditivo

O *feedback* auditivo está enquadrado no *Human-Computer Interaction* como *non-speech sound*. Segundo Stephen Brewster (2003), vantagens são oferecidas ao se ter como recurso de interação entre o usuário e o sistema tecnológico, o som. O autor (*idem*: 222) complementa o seu discurso colocando alguns pontos a considerar vantajosos neste recurso:

1. *Resolução Temporal Superior*: “[...] a resolução temporal aguçada é um dos maiores pontos fortes da audição. Em certos casos, as reações aos estímulos auditivos demonstraram ser mais rápidas que as reações aos estímulos visuais” (Brewster, 2003: 222¹²³);
2. *Reduz o peso sobre o sistema visual do usuário*¹²⁴;
3. *Reduz a quantidade de informações necessárias na tela*;
4. *Alguns objetos ou ações em uma interface podem ter mais representação no som*;
5. *Torna os computadores e os sistemas mais utilizáveis por usuários com deficiência visual*;
6. *Non-speech sound apresenta vantagem temporal de reação do usuário sobre o feedback verbal*: “A apresentação de informações na fala é lenta devido à sua natureza serial; para assimilar informações, o usuário normalmente deve ouvi-las do começo ao fim e muitas palavras precisam ser compreendidas antes que uma mensagem possa ser entendida” (Brewster, 2003: 223¹²⁵)

As ponderações supracitadas dialogam e fundamentam teoricamente a perspectiva de *feedback* auditivo proposto pelo *Maestro v0.1*. A intenção desta possibilidade de *feedback* possibilita ao usuário não ficar restrito ao *feedback* háptico proporcionado pela pulseira. Ao mesmo tempo que possibilita ao usuário uma possibilidade de “descanso”, uma vez que, utilizar a pulseira por longo tempo/estudo ininterrupto pode gerar possível desconforto no pulso.

Para averiguar a possibilidade de utilizar no *Maestro v0.1* o *feedback* auditivo como funcionalidade e recurso a ser utilizado por deficientes visuais, foi aplicado um

¹²³ “[...] acute temporal resolution is one of the greatest strengths of the auditory. In certain cases, reactions to auditory stimuli have been shown to be faster than reactions to visual stimuli” (Brewster, 2003: 222).

¹²⁴ A possibilidade de uso do *Maestro v0.1* não se restringe apenas a usuários cegos.

¹²⁵ “Presenting information in speech is slow because of its serial nature; to assimilate information, the user must typically hear it from beginning to end, and many words may have to be comprehended before a message can be understood” (Brewster, 2003: 223).

questionário/teste aos sujeitos participantes convidados. Essa aplicação, revela-se como um experimento de caráter qualitativo, e não quantitativo, vez que o maior interesse é a inferência da receptividade geral e subjetiva do sistema em causa. Dados numéricos e quantitativos eventualmente coletados nesta ocasião, foram convertidos, durante a etapa de análise, para valores classificatórios e estimativos, refletindo uma mais segura e apropriada compreensão das opiniões e da sensibilidade dos sujeitos subordinados ao teste, consoante aos novos procedimentos a eles propostos¹²⁶.

A premissa basilar é estruturada sob três questionamentos, os quais são percorridos a seguir.

4.3.1 Estrutura do teste referente as características do *feedback* auditivo

O teste aplicado possui a estrutura de três perguntas tendo por base a manipulação da frequência de sons contínuos, sendo o eixo central a frequência de 440Hz¹²⁷. A escolha desta frequência justifica-se por ser uma altura média e confortável para a audição humana. Dividindo este eixo por três ($440 \div 3$), obtém-se o resultado de 146,6Hz (Ré, uma 12ª abaixo do Lá 440), como frequência limite grave. Para a frequência limite aguda foi multiplicado o eixo central por três, logo: $440 \times 3 = 1320\text{Hz}$ (Mi, uma 12ª acima do Lá 440). Assim, se considerando o som original um Lá₃, teremos:

Tabela 4: Manipulação da frequência de 440Hz.

Frequência	Nota (Lá 440Hz = Lá ₃)
146,6Hz	Ré ₂ ligeiramente baixo (146,8Hz seria o mais preciso)
440,0Hz	Lá ₃
1320Hz	Mi ₅ ligeiramente alto (1318,5Hz seria o mais preciso)

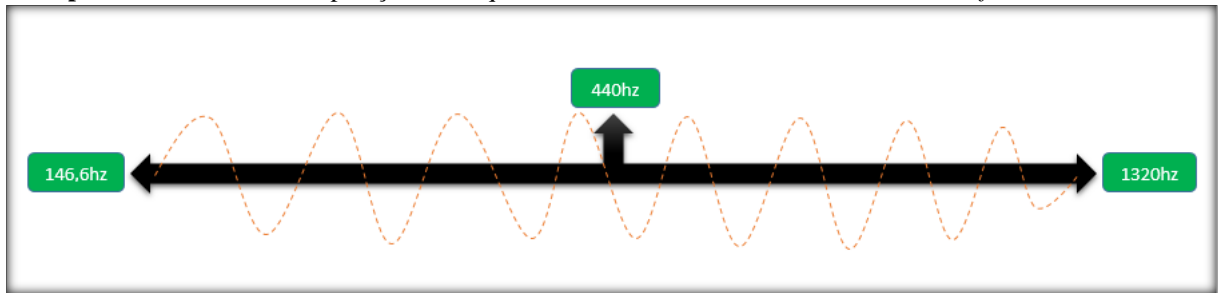
Fonte: Elaborado pelo autor

Observe-se que a operação de multiplicação e divisão por 3 produz sons sensivelmente discrepantes do original em termos de frequência. Se considerarmos que uma oitava de uma dada frequência é o seu múltiplo de 2, então o fator de 3 corresponderia a uma diferença de altura em torno de uma oitava e meia, o que é suficiente para a sua correta identificação por qualquer pessoa, mesmo aquelas que não sejam musicalmente treinadas. O exemplo a seguir demonstra os limites explanados.

¹²⁶ Essa mesma perspectiva foi transposta para a análise dos testes subsequentes.

¹²⁷ Esta corresponde ao denominado “Lá 440”, um dos padrões de afinação internacional moderno.

Exemplo 79: Limites da manipulação da frequência de 440Hz, utilizada no teste inicial do *feedback* auditivo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com esta relação sonora foi exposto aos sujeitos participantes da pesquisa, que a movimentação do braço fosse associada com o som que escutavam. Portanto, sons graves = braços para baixo; sons agudos = braços elevados até a altura da cabeça; sons médios = braços na posição central. No mesmo sentido, sons advindos da direita eram correlacionados com o posicionamento do braço à direita, da mesma forma se correlaciona os sons advindos da esquerda. Seguindo este princípio, foi possível trabalhar com três estruturas que serviram de base para a elaboração dos questionamentos, sendo estas estruturas denominadas de: **V**ariação de **A**lturas (**VA**), **V**ariação de **I**ntensidades (**VI**) e **V**ariação **P**anorâmica (**VP**).

O questionário utilizou a estrutura da Escala Likert de cinco pontos¹²⁸, para a assinalação das respostas dos usuários participantes. Considerando assim, a seguinte estrutura correlata a cada ponto numérico:

Exemplo 80: Estrutura da Escala Likert utilizada para coletar dados sobre a exequibilidade do *feedback* auditivo.

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo totalmente

Fonte: Elaborado pelo autor.

A primeira questão utilizou a abordagem **VA**, isto é, a alternância entre sons graves, médios e agudos. O **VA** sugere indicar o posicionamento do braço apenas para cima ou para baixo em

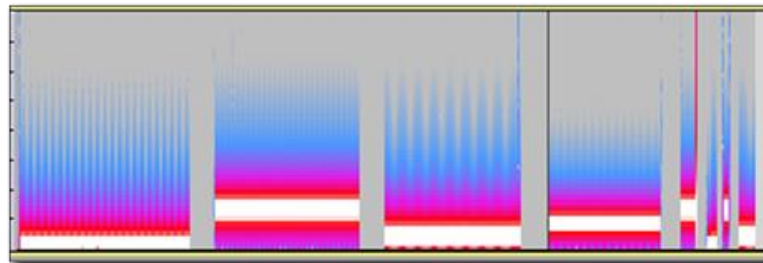
¹²⁸ A Escala Likert de cinco pontos é uma das variações da escala graduada proposta por Rensis Likert em 1932, em oposição à escala binária, e é ainda hoje vastamente utilizada, especialmente para testes subjetivos, nas mais diferentes áreas, tais quais: economia, psicologia, educação, ciências sociais e comunicação social. A estrutura de cinco pontos, uma das mais comuns, é considerada de boa precisão e eficiência para testes qualitativos, produzindo resultados de boa acurácia sem, contudo, provocar desconforto ou dúvidas ao entrevistado. Mesmo se comparada à estrutura de 7 pontos, aquela oferece resultados equivalentes em relação a esta, possuindo, contudo, um padrão de respostas mais direto e simples, o que viabiliza substancialmente a aquisição mais correta e cômoda dos dados fornecidos no momento de uma entrevista (Dalmoro e Vieira, 2013).

movimentos súbitos, isto é, com ausência de uma delimitação contínua do percurso para se alcançar um determinado ponto de destino do movimento realizado. Sendo assim questionado:

- 1) Você concorda que a Variação de Alturas lhe transmite informações precisas de movimentação dos braços?

O áudio utilizado para a coleta dos dados remissivos ao primeiro questionamento é explicitado no espectrograma abaixo, e seguiu os parâmetros de frequência evidenciados no exemplo em sequência:

Exemplo 81: Espectrograma referente ao VA exemplificando o áudio utilizado na prospecção dos dados.



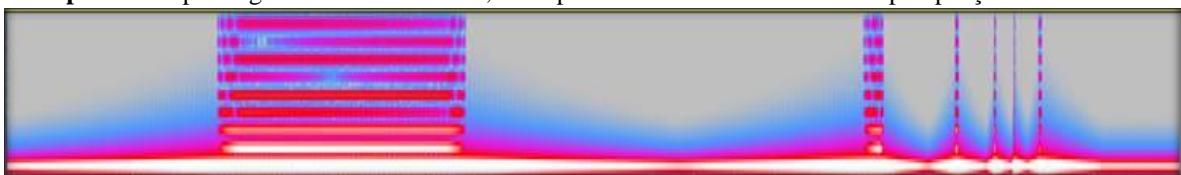
Fonte: Espectro do áudio elaborado pelo autor desta tese a partir do *Audacity*.

O segundo questionamento teve por base estrutural o VI. O VI sugere — contrariamente a variação de alturas — o movimento contínuo do braço para cima ou para baixo. A interrupção da continuidade deste movimento, ocorre no momento da estabilização da intensidade sonora. Sendo assim elaborado a questão:

- 2) Você concorda que a Variação de Intensidades lhe transmite informações precisas sobre a movimentação dos braços?

Eis o espectro do áudio utilizado como suporte ao segundo questionamento acima explicitado:

Exemplo 82: Espectrograma referente ao VI, exemplificando o áudio utilizado na prospecção dos dados.



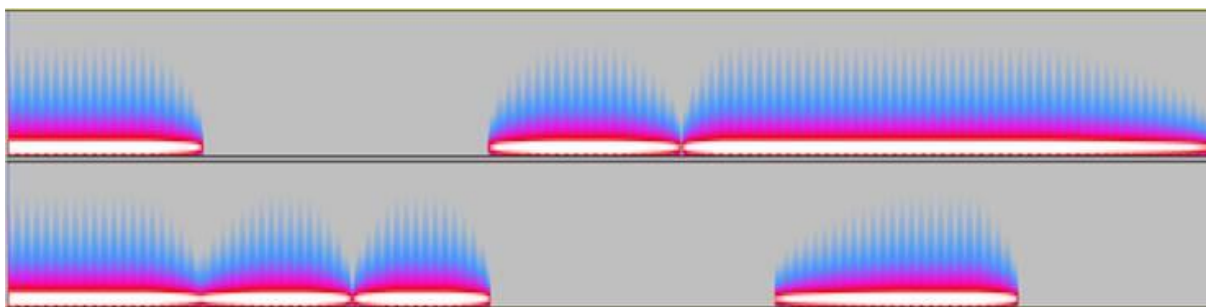
Fonte: Espectro do áudio elaborado pelo autor desta abordagem a partir do *Audacity*.

O terceiro questionamento abordou o **VP**. A sua perspectiva mescla o mesmo princípio das duas questões anteriores. Contudo, apresenta a espacialidade entre canal direito — relação com movimentos do braço direito — e canal esquerdo — relação com movimentos do braço esquerdo.

- 3) Você concorda que a Variação Panorâmica lhe comunica informações precisas sobre a movimentação dos braços?

A representação espectral do áudio utilizado no terceiro questionamento possui a seguinte estrutura:

Exemplo 83: Espectrograma referente ao **VP**, exemplificando o áudio utilizado na prospecção dos dados.



Fonte: Espectro do áudio elaborado pelo autor desta abordagem a partir do *Audacity*.

No intuito de tornar ágil o processo de coleta dos dados, a ficha com as questões foi impressa em tinta, e a explicação realizada verbalmente aos participantes antes da aplicação individual do teste. Se as particularidades fossem explicitadas em braille, mesmo que apenas partes do questionário, demandaria mais tempo para coletar os dados¹²⁹. Outro fator de suporte a prospecção dos dados, foram os alunos estagiários do SEMBRAIN. Instruídos previamente, cada estagiário ficou responsável por um dos vinte e cinco participantes do questionário, realizando leitura e dirimindo dúvidas quando necessário.

¹²⁹ Salienta-se que a não utilização do braille na aplicação do questionário, não significa a diluição da sua importância. Como me foi concedido apenas um curto espaço de tempo dentro de uma aula em andamento (20 minutos aproximadamente), optamos por tentar ser o mais objetivo possível para a explanação dos procedimentos. Fator semelhante ocorreu para a coleta dos dados sobre a Estrutura do teste referente as características do *feedback* háptico.

4.3.2 Dados coletados sobre as características do *feedback* auditivo.

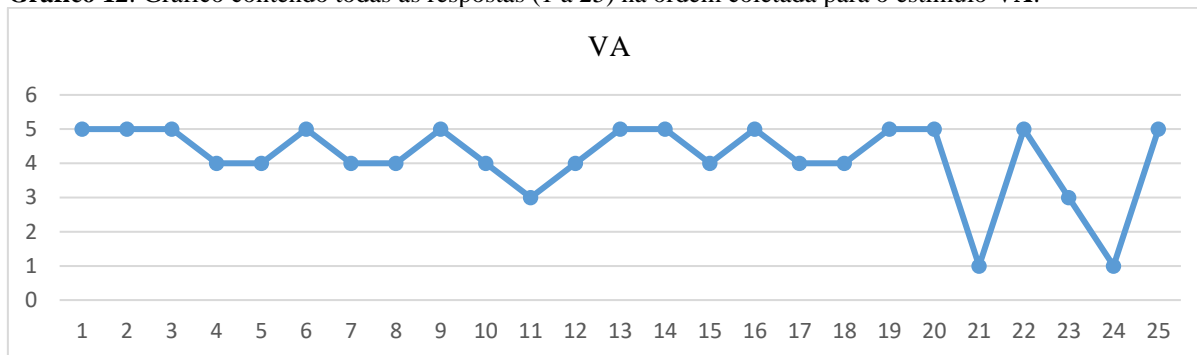
Os dados coletados nesta etapa foram organizados de acordo com as seguintes variáveis:

- Idade do sujeito;
- Tempo de deficiência;
- Tempo de estudos musicais;
- **VA** (resposta de 1 a 5);
- **VI** (resposta de 1 a 5);
- **VP** (resposta de 1 a 5).

Todos os participantes responderam a todas as perguntas individualmente e sem comunicação com os demais. O estudo transcorreu conforme previsto e as suas reações às perguntas foram recolhidas para a devida inserção no banco de dados desta pesquisa.

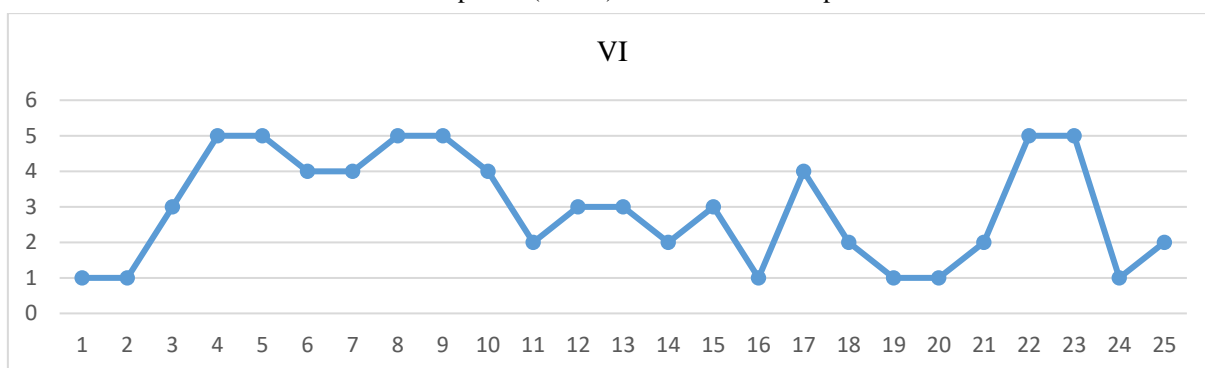
Em sequência os gráficos representando as respostas de cada uma das três perguntas, a saber, **VA**, **VI** e **VP**.

Gráfico 12: Gráfico contendo todas as respostas (1 a 25) na ordem coletada para o estímulo **VA**.

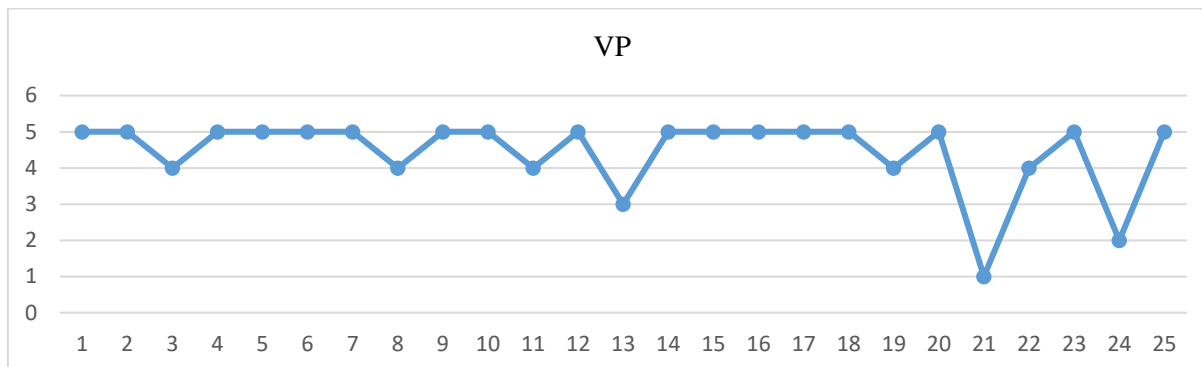


Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 13: Gráfico contendo todas as respostas (1 a 25) na ordem coletada para o estímulo **VI**.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 14: Gráfico contendo todas as respostas (1 a 25) na ordem coletada para o estímulo **VP**.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.3 Análise e interpretação dos dados

Iniciada a fase de análise, o primeiro indicador a ser estudado é a média aritmética dos valores obtidos. Este tem por objetivo descrever um valor hipotético, representativo do que fosse, matematicamente, um valor intermediário a todos os dados recolhidos. Note-se que a média aritmética não informa qualquer coisa sobre o nível de variações encontrado na amostra de dados, cuja exploração só é possível a partir de outras funções estatísticas mais complexas, como o desvio padrão. Todavia, a média é um bom indicador para se avaliar o grau de aceitação geral que cada uma das três propostas obteve dentro do escopo dos participantes.

Como ponderação de exemplo, uma média abaixo de 66,6% do valor máximo, indicando a repulsão de 1 a cada 3 participantes, representasse um número muito insatisfatório. Para que as propostas sejam consideradas bem aceitas, é necessário que se obtenha um valor alto nas suas médias, como, a título ilustrativo, algo variando entre 4,5 (90%) e 5 (100%). Estes valores representam o grau de segurança esperado pelo participante diante do estímulo recebido. A segurança do participante é inversamente proporcional ao risco do empreendimento. Sendo assim, quanto mais o participante se revelar seguro e confortável com uma determinada proposta, menor será o risco de sua implementação, porque a tendência ao seu sucesso será mais expressiva, ao menos nos quadros teóricos. O resultado dos referidos cálculos desta etapa para cada variável relatada, é expressado abaixo:

Tabela 5: Média das variáveis coletadas.

Variável	Média
Idade Média do Sujeito	33,32
Tempo Médio de Deficiência	16,24
Tempo Médio de Estudos Musicais	7,48
VA Médio	4,16
VI Médio	2,96
VP Médio	4,44

Fonte: Elaborado pelo autor

Com estas informações, observa-se que:

- Em geral, os sujeitos possuem uma idade média correspondente a um jovem adulto. Contudo, comparando este valor com o tempo de deficiência, nota-se que esta segunda variável é bem menor que a primeira, atingindo cerca de metade do seu valor, o que indica que grande parte do grupo passou cerca de metade de sua vida como normovisual, restando apenas à outra metade à sua condição no momento de execução do experimento. Este dado é importante porque faz representar no grupo a possibilidade de um sentimento de comparação entre as duas condições: visual e não visual, o que pode tornar o grupo mais exigente quanto à eficiência da solução proposta.
- O tempo de estudo em música de grande parte do grupo é sensivelmente menor do que o tempo de vida ou da condição de deficiência, o que denota que, provavelmente, muitos deles tornaram-se músicos após transitarem para o estado invisual. Contudo, o valor apresentado, próximo a 7 anos e meio, é um patamar no estudo da disciplina de considerável desenvolvimento, onde já é possível que se encontrem profissionais ou semiprofissionais dentre eles. De todo modo, conforme aludido anteriormente, os experimentos utilizaram discrepâncias sensíveis suficientemente amplas para que fossem facilmente compreendidas por qualquer pessoa com discernimento e capacidades auditivas normais, ainda que não se pudessem comprovar hábeis no treinamento musical ou possuíssem habilidades auditivas especiais.
- O método **VI** mostrou-se, inicialmente, o mais refutado, angariando um valor muito baixo (2,96), ou seja, abaixo dos 60% de aceitação. Isto significa que, a cada 10 pessoas, 4 rejeitariam este método. Deste modo, sob o olhar qualitativo, esta perspectiva não

parece oferecer bons resultados ou boa recepção de público, sendo uma tendência de maior risco de insucesso¹³⁰.

- O método **VA** obteve média bem mais alta (4,16), mantendo-se, portanto, acima dos 80%. Não é um valor de excelência, mas é, qualitativamente, um resultado a ser considerado para futuros aprimoramentos e adaptações.

O método **VP**, por sua vez, atingiu o maior nível de aceitação (4,44), girando seu valor próximo a 90% da expectativa dos entrevistados quanto a uma proposta satisfatória. Curiosamente, dentre todos é este o único método que utiliza concretamente um conceito espacial para organizar o som e o seu estímulo. Este resultado, embora simples, parece muito importante, pois sugere que, deste modo, o uso de direcionamentos espaciais, como o recurso da panorâmica, parece tender para uma direção mais desejada e de maior receptividade para o público deficiente visual.

A) Estudo da influência das Idades no *Feedback Auditivo*

Esta seção estuda, através de recursos estatísticos simples, o relacionamento entre as variáveis Idade e as propostas **VA** e **VP**. O objetivo é encontrar uma tendência ou uma dependência entre estas variáveis, indicando um comportamento mais ou menos padronizado, de modo a responder, para cada proposta, a perguntas como:

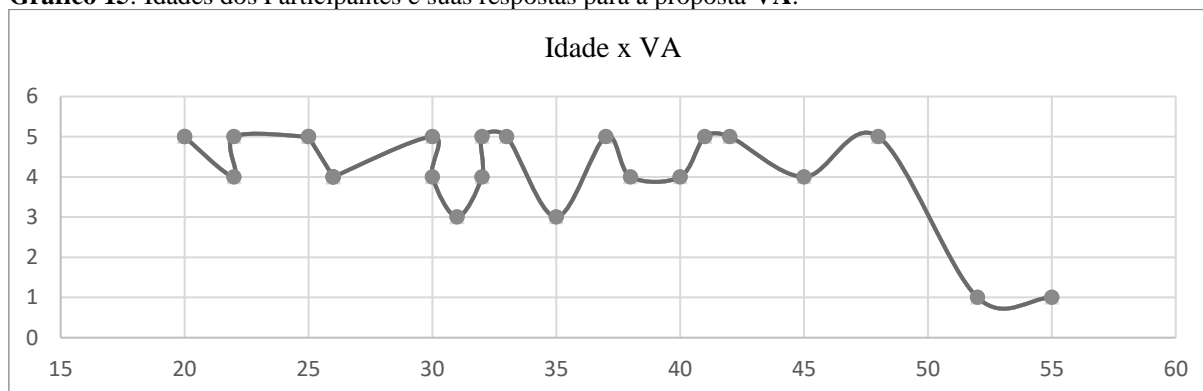
- Esta proposta é válida para todas as idades?
- Quais as idades que mais se beneficiam delas?
- A variação das pontuações obtidas entre as diferentes idades é muito significativa ou pode ser considerada de baixo impacto?

O tentame de responder a estas perguntas, possibilitará a compreensão do efeito de cada proposta sobre as pessoas de diferentes idades e, com isso, traz substância para que se possa perfilar melhor o escopo da proposta.

¹³⁰ No “anexo E”, apresenta-se um indicativo estatístico para realização de estudo futuro e mais denso.

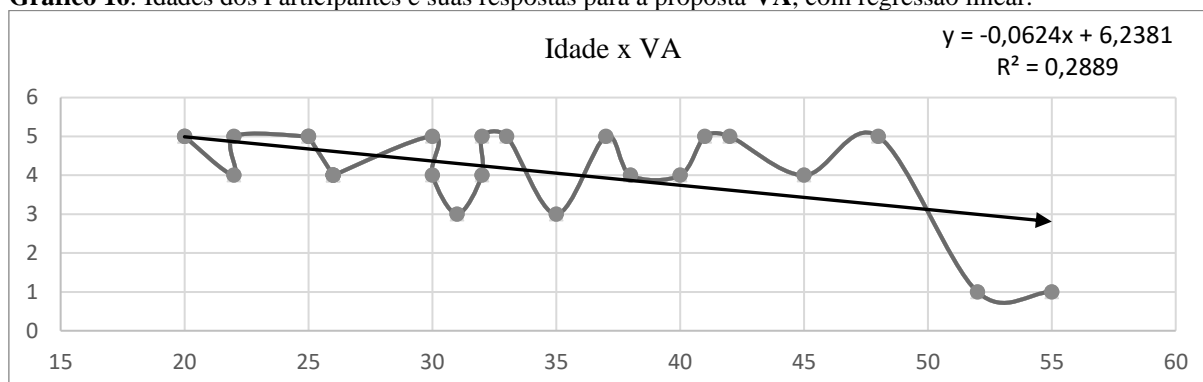
Os dois próximos gráficos, representam a relação entre as idades dos sujeitos participantes e as suas respostas para proposta VA. O primeiro contém apenas as respostas, enquanto o segundo adiciona, a estas, uma linha correspondente ao cálculo de regressão linear.

Gráfico 15: Idades dos Participantes e suas respostas para a proposta VA.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 16: Idades dos Participantes e suas respostas para a proposta VA, com regressão linear.



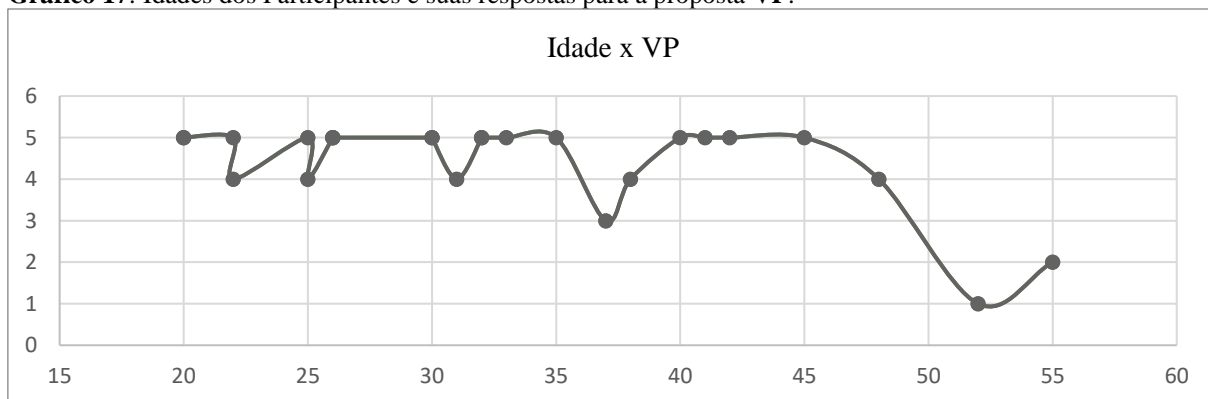
Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma análise visual destes gráficos nos permite supor que esta proposta parece se adequar melhor para pessoas de idades abaixo dos 50 anos. Mesmo as diferenças de altura sendo significativas, algumas pessoas de maior idade eventualmente não se sentiram confortáveis com esta abordagem. Isto não quer dizer necessariamente que não tenham compreendido as discrepâncias entre as alturas, mas sim que, possivelmente, por algum motivo, o processo se mostrou inadequado para elas. É correto afirmar que, em consequência destas observações, um estudo mais aprofundado nesta área de interesse poderá ser conduzido com o objetivo de melhor mapear os prováveis motivos destas respostas desviantes para indivíduos de maior idade. Este desdobramento do estudo, contudo, está fora do escopo deste trabalho. A massa de dados recolhida (apenas 25 participantes e apenas 2 deles acima dos 50 anos) não apresenta robustez quantitativa suficiente para fornecer dados numéricos mais seguros.

Por outro lado, uma informação pertinente obtida através deste gráfico é a regularidade que a maioria dos indivíduos apresentou, pontuando esta proposta com valores entre 4 e 5. Excetuando-se os dois últimos sujeitos (de idade mais avançada), percebe-se que apenas dois participantes, de idades entre 30 e 35 anos, concluíram que a proposta merecesse apreciação de valor igual a 3. A regressão linear desenhou-se como uma reta de coeficiente alfa ligeiramente negativo (-0,0624), claramente carregado pela notável diferença com que os dois últimos participantes reduziram os valores de suas pontuações em relação aos demais. Desta forma, a reta tende graciosamente para baixo conforme a idade aumenta.

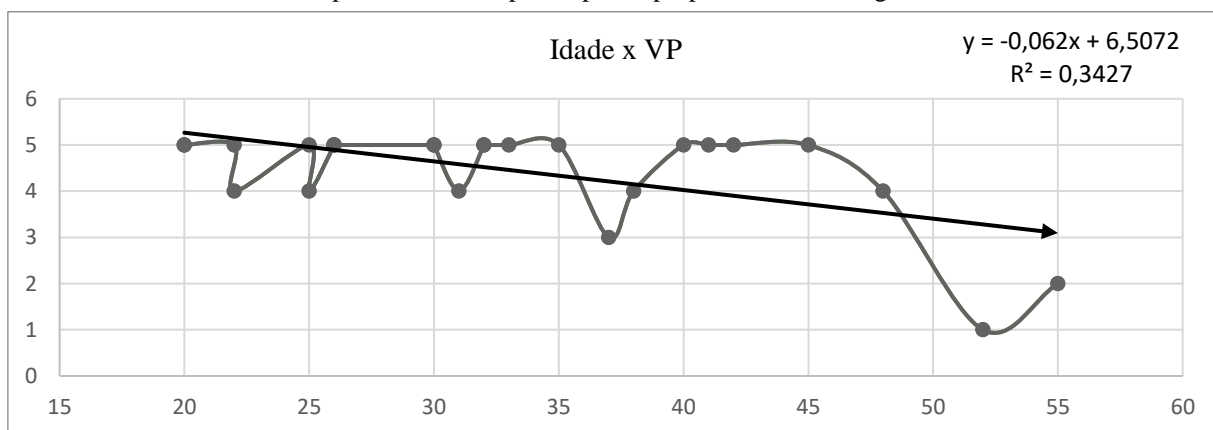
Semelhantemente ao tratamento analítico aplicado à varável **VA**, os dois próximos gráficos, representam a relação entre as idades dos sujeitos participantes e as suas respostas para proposta **VP**. O primeiro contém apenas as respostas, enquanto o segundo adiciona, a estas, uma linha correspondente ao cálculo de regressão linear.

Gráfico 17: Idades dos Participantes e suas respostas para a proposta **VP**.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 18: Idades dos Participantes e suas respostas para a proposta **VP**, com regressão linear.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Uma primeira análise destes dois gráficos permite, com certa segurança, considerá-los razoavelmente simétricos aos dois anteriores, correspondentes às respostas para a variável **VA**, aplicando-se, assim, as mesmas observações. Especialmente porque se trata dos mesmos participantes e, conforme demonstrado pelo estudo das médias, estas duas variáveis apresentaram desempenhos muito próximos, as suas análises compartilham características muito similares. Contudo, nota-se que os participantes tenderam a classificar melhor a proposta **VP**, o que pode ser observado pela intensa presença de valores 5 (valor máximo) no gráfico.

Mais uma vez, os dois últimos participantes, com idades superiores a 50 anos, informaram desprezo em relação a esta proposta. Sendo estes apenas dois participantes, sua influência quantitativa é questionável. Todavia, qualitativamente, podemos considerar esta possível tendência em idades superiores como um motivo para estudos posteriores que se concentrem em conhecer mais pormenorizadamente a receptividades de indivíduos de várias idades aos diferentes métodos de estímulo auditivo. Entretanto, este estudo pode se tornar consideravelmente longo e complexo, envolvendo a manipulação de uma massa de dados bem mais expressiva, estando, portanto, fora do escopo e objetivos do presente trabalho.

É interessante observar que, mais uma vez, indivíduos de idades entre 30 anos e abaixo dos 40 tenderam a classificar esta proposta com menor valor, comportamento semelhante ao ocorrido com a variável **VA**. Também se observa que, em decorrência da baixa pontuação dos indivíduos de idade mais avançada, a reta correspondente à regressão linear salienta uma ligeira tendência para baixo à medida que a idade cresce (**VP**, Ex. 18). Fator ocasionado pelo coeficiente alfa desta reta, sendo negativo (-0,0620), de valor muito aproximado ao da regressão anterior.

Este estudo relacionando com a idade dos participantes com as respostas sobre os estímulos auditivos, permite considerar que:

- A idade do sujeito e a sua resposta não são variáveis completamente independentes, existindo assim uma correlação entre ambas, provocando certa variação no comportamento de seus gráficos. Portanto, a receptividade do sujeito quanto aos estímulos auditivos pode variar com a idade, especialmente em idades avançadas;
- Não é possível notar diferenças significativas entre as duas propostas estudadas. Pelo estudo das médias, foi possível se refutar a proposta **VI**. Contudo, as duas restantes (**VA**

e **VP**) revelaram comportamentos muito semelhantes e grande simetria em seus estudos, ao menos se comparado com as idades dos sujeitos;

- Excetuando-se apenas idades mais avançadas, pode-se dizer que, para a maior parte das idades restantes, **VA** e **VP** demonstram ser propostas de boa aceitação.

Uma observação importante é que os gráficos de resposta cujo eixo “x” seja a idade não são gráficos funcionais, mas sim dispersões. Apenas as suas regressões lineares o são. Portanto, pode-se observar que o número de pontos nestes gráficos é sempre menor do que 25. Isto ocorre porque alguns participantes compartilham a mesma idade, havendo pontos sobrepostos nos gráficos referentes às posições que correspondem a estes participantes. Este fator corrobora para a importância analítica que a regressão linear apresenta, porquanto traga uma abordagem realmente funcional para a dispersão de dados em causa, o que torna o estudo mais compreensível e a análise mais viável.

No escopo deste trabalho, foi desenvolvido um protótipo baseado em sensações espaciais, aproximando-se da espacialidade vinculada à variável **VP**. Pela análise ora conduzida, justificada pelo R^2 do gráfico 18, esta escolha se mostra possivelmente bem direcionada, seguindo a tendência natural descortinada pelas opiniões dos sujeitos participantes deste experimento.

B) Estudo da influência do Tempo de Deficiência no *Feedback* Auditivo

Este estudo tem por objetivo compreender o comportamento das variáveis **VA** e **VP** à medida que o tempo de deficiência do participante aumenta. Deste modo, os dados foram realinhados para que fossem dispostos de acordo com a ordem crescente de tempo de deficiência, e as variáveis **VA** e **VP** foram dispostas sobre o progresso desta medida.

É importante salientar que, assim como no item anterior, a variável tempo de deficiência também possui valores coincidentes, pois alguns participantes compartilham a mesma medida de tempo. Deste modo, os gráficos iniciais formaram dispersões de dados sem, contudo, caráter funcional. Para a correção funcional necessária à análise, foi adaptada a mesma metodologia do item anterior, ou seja, o ajuste linear caracterizado pela regressão em reta, aplicado a cada uma das duas propostas respondidas.

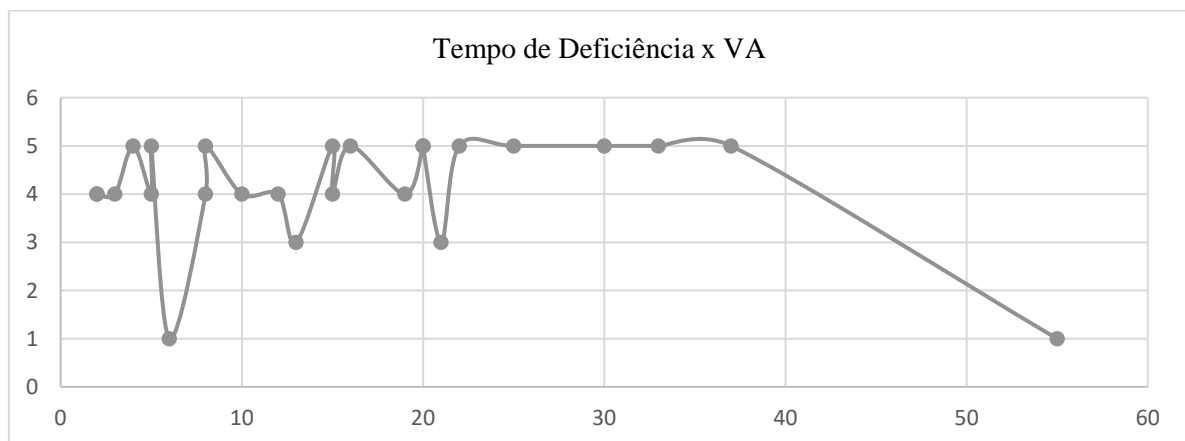
O estudo do comportamento entre as variáveis **VA** e **VP** em relação ao tempo de deficiência tem como objetivo responder às seguintes indagações:

- Existe alguma dependência entre o tempo de deficiência do sujeito e as suas respostas às propostas representadas por estas variáveis? Ou, de outro modo, o aumento deste tempo influencia a disposição do sujeito em utilizar o mecanismo destes estímulos como referenciais para o seu direcionamento?
- Tempos de deficiência muito baixos ou muito altos possuem caráter discrepante em relação ao tempo médio? Em outras palavras, a deficiência recém-adquirida ou adquirida há muito tempo pode tornar o sujeito menos propenso a aceitar o expediente das propostas a que foram submetidos?

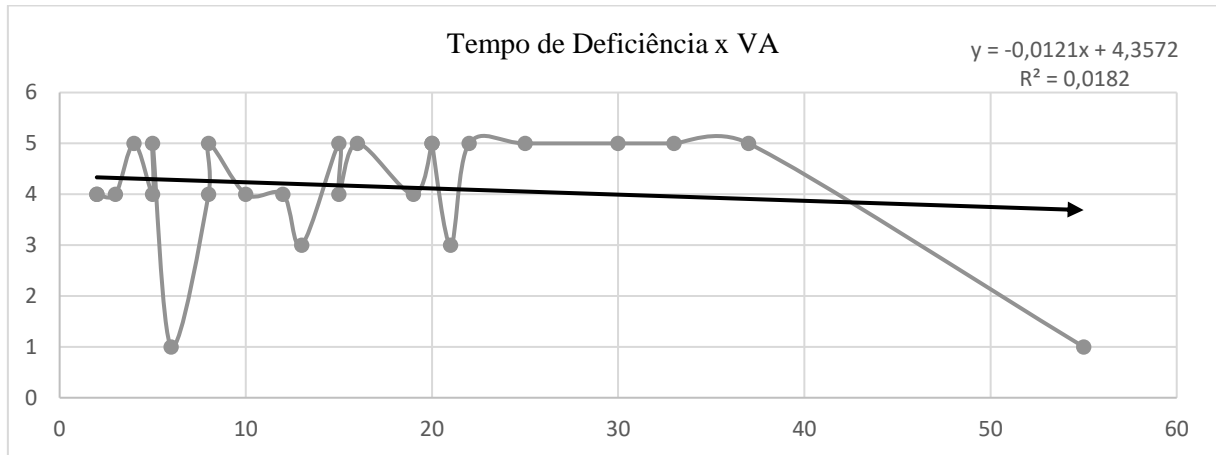
Responder a estas perguntas ajudará a compreender se o projeto a que remete este trabalho será mais adequado a sujeitos com maior ou menor tempo de deficiência, o que não só colaborará para direcioná-lo para o público mais propício como também descortinará as áreas temporais sobre as quais o projeto não terá a eficiência desejada. Esta informação, portanto, arregimentará subsídios para o planejamento de eventuais soluções alternativas que se adequem ao público ainda descoberto pelas propostas.

Os gráficos abaixo correspondem ao comportamento da variável **VA** em relação ao tempo de deficiência dos participantes, sendo o primeiro referente aos dados crus, e o segundo contendo a correção a partir da regressão linear destes dados.

Gráfico 19: Tempo de deficiência dos participantes e suas respostas para a proposta **VA**.



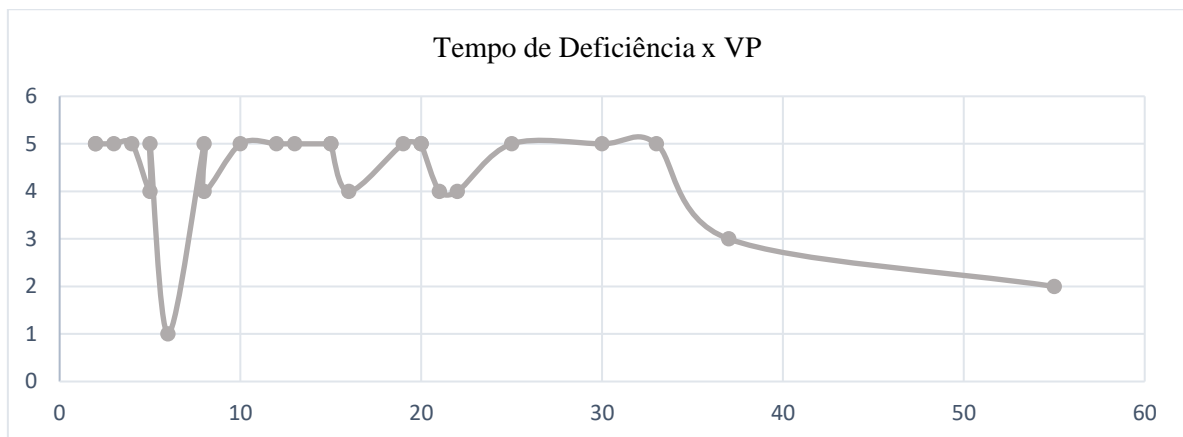
Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 20: Tempo de deficiência dos participantes e suas respostas para a proposta VA, com regressão linear.

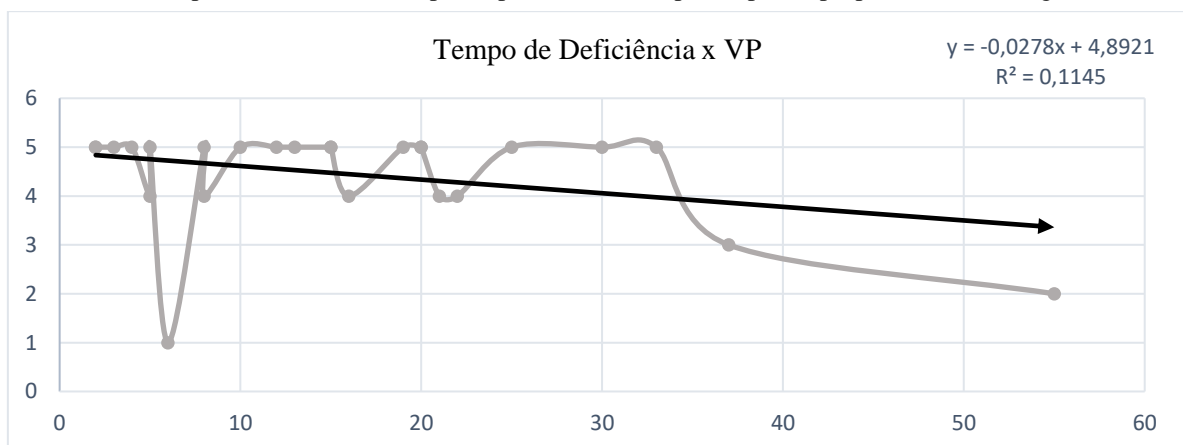
Fonte: Elaborado pelo autor

A análise destes gráficos mostra uma grande concentração de respostas na mesma região, entre 4 e 5, para todas as idades, exceto a última resposta, acima dos 50 anos. Há, contudo, uma tendência de equilíbrio das respostas no valor 5 a partir de pouco mais de 20 anos de deficiência. Apenas o último resultado é muito discrepante, o que força a reta para baixo. No entanto, devido à estabilização no valor 5 a partir dos 20 anos de deficiência, mesmo o último valor, caracteristicamente muito abaixo, não conseguiu forçar a regressão para um coeficiente negativo expressivo, ficando a reta semelhante a uma constante, pois o seu grau de decréscimo é muito próximo a zero (alfa igual a -0,0121). Deste modo, pode-se supor que, à medida que a idade da deficiência avança, há uma tendência à estabilidade no valor máximo, exceto, talvez, a partir dos 50 anos. Entretanto, como a região a partir desta idade tão avançada só nos permitiu obter uma única opinião, esta talvez possa ser considerada inconclusiva, pois é uma amostragem muito pequena para inferir um comportamento, mesmo que qualitativo.

Semelhantemente ao tratamento analítico aplicado à variável VA, os dois próximos gráficos, representam a relação entre as idades dos sujeitos participantes e as suas respostas para proposta VP. O primeiro contém apenas as respostas, enquanto o segundo adiciona, a estas, uma linha correspondente ao cálculo de regressão linear.

Gráfico 21: Tempo de Deficiência dos participantes e suas respostas para a proposta **VP**.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 22: Tempo de Deficiência dos participantes e suas respostas para a proposta **VP**, com regressão linear.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim como a variável **VA**, a variável **VP** também obteve uma alta concentração de respostas entre 4 e 5 para todas as idades de deficiência, exceto aquelas mais avançadas, a partir dos 35 anos. Contudo, a reta da regressão linear apresenta um decréscimo um pouco mais sensível, devido ao fato de se perceber 3 respostas com valores sensivelmente baixos, a saber, uma em tempo de deficiência próxima a 10 anos e duas acima dos 35.

É correto afirmar que uma análise numérica e quantitativa desta dependência entre as variáveis em tela e a regressão mais afinada só seria realmente possível com uma quantidade de respostas bem superior àquela obtida nestes experimentos (por exemplo, se houvésemos coletado 250 ao invés de 25 opiniões individuais). Contudo, para uma análise qualitativa, interessada simplesmente em validar a receptividade inicial dos participantes, enquadrados em diversas condições distintas, quanto às propostas elaboradas, este quadro de dados se mostra suficiente.

Destes últimos gráficos podemos depreender que o tempo de deficiência oferece uma dependência branda em relação às propostas, sendo a proposta **VP**, aquela que oferece mais instabilidade, decrescendo com alfa no valor de -0,0278, e corroborado pelo R^2 do gráfico 22. Ainda assim, são valores pequenos, um decréscimo em torno de 1% para **VA** e 3% para **VP**. Por outro lado, observa-se uma grande concentração de opiniões entre 4 e 5, o que implica considerar que, independentemente da idade de deficiência, ambas as propostas possuem um determinado grau de aceitação.

C) Estudo da influência do Tempo de Estudo Musical no *Feedback Auditivo*

Este estudo, à semelhança dos anteriores, tem como critério entender a relação entre o tempo de experiência musical dos participantes e as variáveis **VA** e **VP**. Do mesmo modo como anteriormente procedido, todas as respostas obtidas foram reordenadas, para este estudo, de modo a que a variável tempo de estudo evoluísse sempre de forma crescente.

O corpo de resultados, identicamente aos estudos sobre as variáveis temporais anteriores, caracterizou-se como uma dispersão não funcional, devido ao fato de se encontrarem idades de estudo coincidentes entre diferentes participantes. Para conduzir mais apropriadamente a análise e sustentar a coerência com os estudos anteriores, a mesma metodologia foi aplicada, realizando-se, portanto, a regressão linear dos dados para funcionalizar o quadro de respostas. No escopo deste novo estudo, a principal pergunta que se procurou responder foi:

- Existe alguma dependência ou relação entre o tempo de estudo de música de um sujeito e a sua opinião diante das propostas a que foram subordinados?

Obter alguma resposta, mesmo que de caráter qualitativo, para esta pergunta é razoavelmente importante pois poderá contribuir para definir o grupo de interesse para o qual o sistema *Maestro v0.1* está sendo projetado. Se, por exemplo, esta análise salientar que as propostas são apenas válidas para indivíduos com largo tempo de estudo¹³¹, então o sistema objeto deste trabalho se prestará principalmente a um público profissional. Isto não é necessariamente ruim diante da iniciativa deste trabalho, mas sim perfilará com melhor exatidão o seu público e evitará desconforto com a sua utilização por sujeitos ainda em estágios iniciais de seu

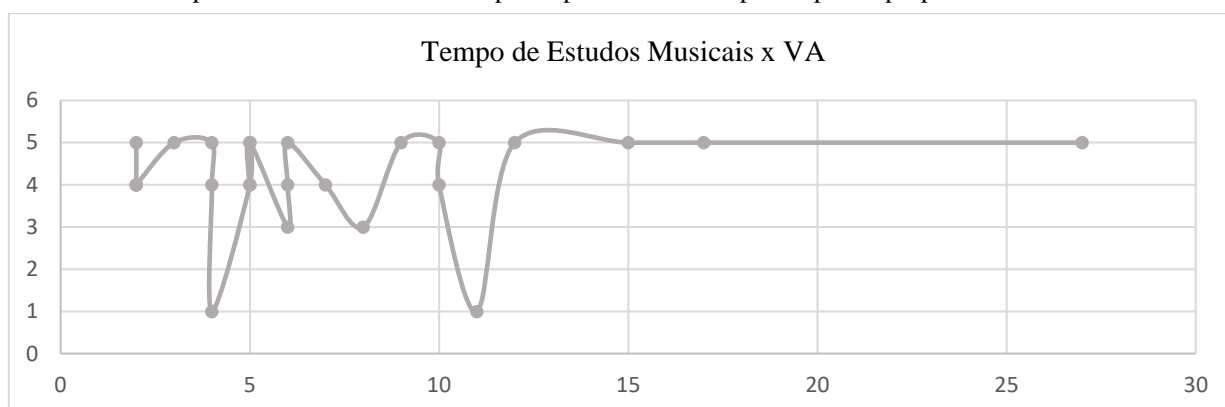
¹³¹ Esta delineação é remissiva aos anos de estudo. Em específico, aos dados de tempo de estudo coletados (ver tabela 3),

desenvolvimento musical. Por outro lado, este caráter profissional afastaria o projeto de uma oportunidade pedagógica para a iniciação musical ou para regentes incipientes.

Conhecer o comportamento desta variável ajudará a perfilar o seu público entre os iniciantes, semiprofissionais e profissionais, maximizando o sucesso do empreendimento técnico-pedagógico a que se propõe este projeto.

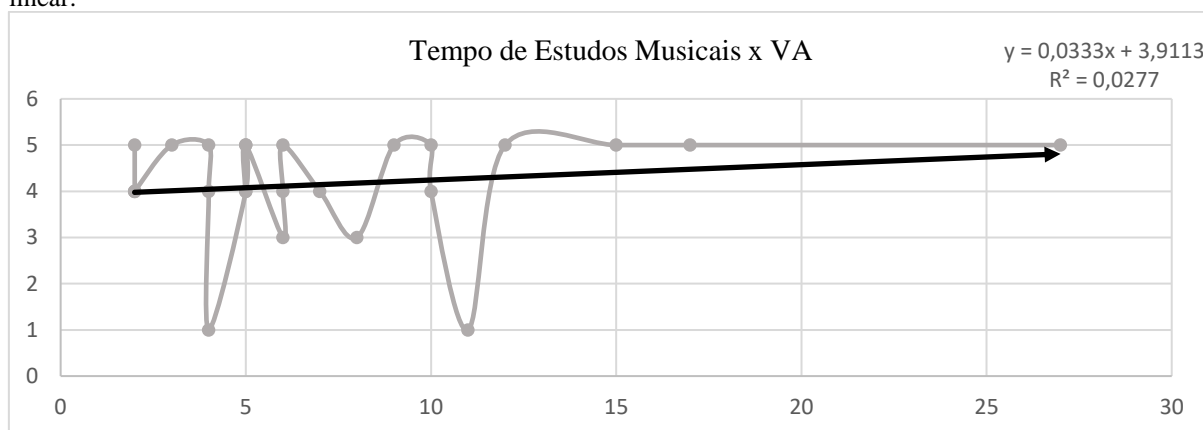
Os gráficos abaixo representam as respostas dadas às propostas **VA** e **VP** em relação a variável tempo de estudo. Primeiramente, as respostas à proposta **VA**:

Gráfico 23: Tempo de Estudos Musicais dos participantes e suas respostas para a proposta **VA**.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 24: Tempo de Estudos Musicais dos participantes e suas respostas VA para a proposta **VA**, com regressão linear.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se nestes gráficos uma tendência a aumentar a aceitação da proposta em tela à medida que o tempo de estudo do sujeito aumenta, havendo pequena tendência a se obter uma constante na nota máxima para tempos de estudo muito altos. Contudo, mesmo havendo este nítido

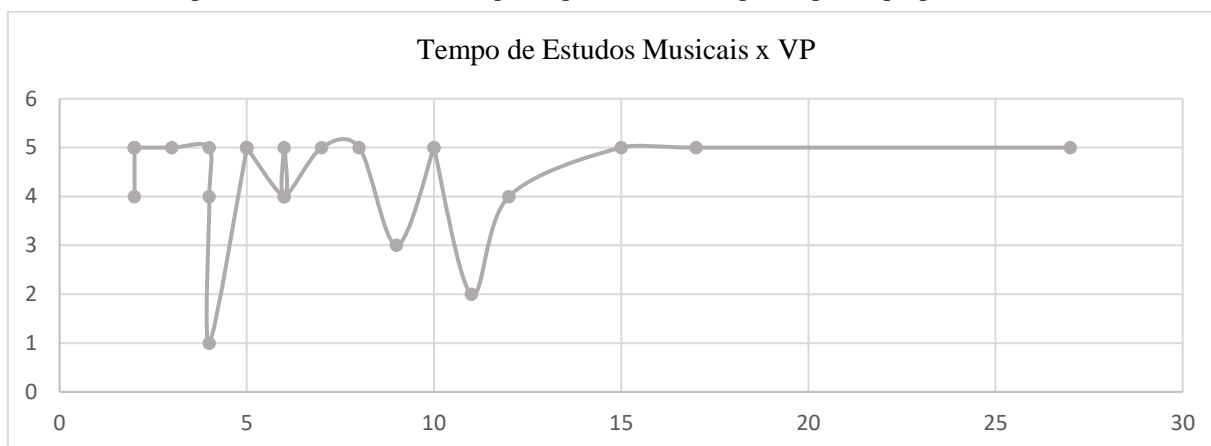
aumento, há, desde o início, ou seja, desde os tempos de estudo mais baixos, uma notável concentração de respostas em valores entre 4 e 5. Excetuando-se apenas duas respostas discrepantes, todas as outras tendem a valores altos.

Verifica-se ainda que, para tempos de estudo abaixo dos 10 anos, há uma certa instabilidade, provocando que o se perceba, por vezes, valores como 3 e 4. Algumas vezes, contudo, sujeitos com a mesma idade de estudo atribuíram respostas diferentes, dificultando então que se deduza daí alguma tendência mencionável.

De modo geral, a reta da regressão linear apresenta gentil crescimento, possuindo coeficiente angular positivo ($\alpha = 0,0333$), ou seja, um crescimento ligeiramente superior a 3%. Isto indica que, possivelmente, esta proposta se adegue ligeiramente melhor para sujeitos com maior experiência musical, muito embora, mesmo para os iniciantes, o ponto de partida não seja ruim, partindo do valor 4, ou seja, próximo a 80% do valor máximo (3,9113).

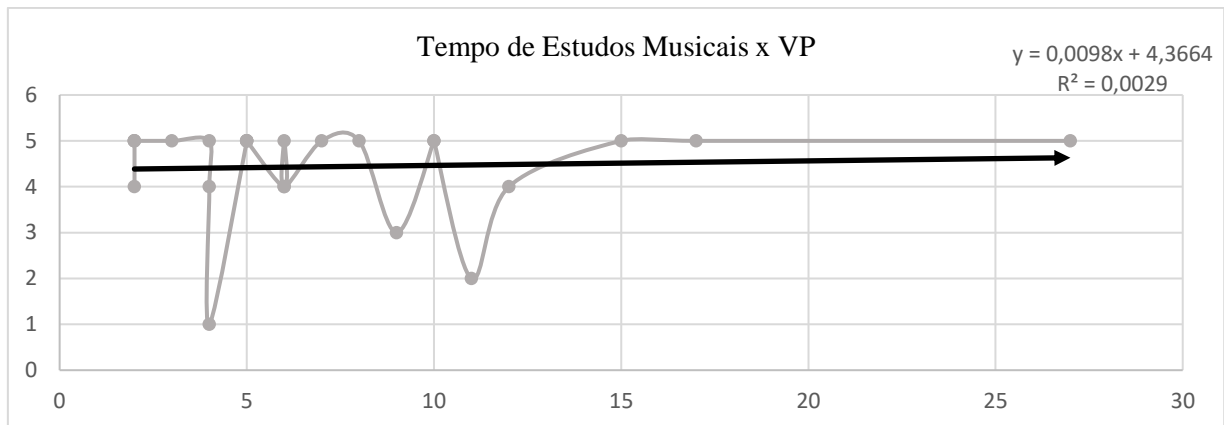
Em sequência, os gráficos que representam a relação entre o tempo de estudo e a variável **VP**.

Gráfico 25: Tempo de Estudos Musicais dos participantes e suas respostas para a proposta **VP**.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 26: Tempo de Estudos Musicais dos participantes e suas respostas para a proposta **VP**, com regressão linear.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A segunda variável estudada, a saber, a proposta **VP**, apresenta um comportamento muito semelhante à anterior, porém com estabilidade ligeiramente maior. A sua variação é mais curta, concentrando-se mais entre os valores 4 e 5, o que indica a sua melhor aceitação mesmo para aqueles sujeitos de menor experiência musical. Por outro lado, esta variável também se concentra mais no valor máximo à medida que o tempo aumenta. Esta tendência natural, todavia, ocorre mais suavemente. Podemos verificar este comportamento de crescimento lento pela regressão linear, que se converte em uma reta quase constante do início ao fim, possuindo assim um fator de crescimento muito brando, este revelado pelo seu coeficiente angular positivo muito próximo a zero, e $R^2 = 0,0029$ de aproximadamente 0,3%.

O ajuste linear de taxa tão lânguida, no entanto, não representa necessariamente um dado ruim, mas sim uma maior estabilidade do sistema, vez que, desde o seu início, o seu valor se posicionou bem alto na escala (4,3664). Desta forma, esta proposta se revela de melhor aceitação do que a anterior, ainda que esta diferença seja numericamente tímida.

4.4 O *Feedback* Háptico

A pulseira do *Maestro v0.1* é um *hardware* que transmite ao seu usuário, o *feedback* háptico necessário para recolocar a movimentação gestual da regência em sua trajetória correta. O autor Hiroo Iwata (2003), descreve que um dispositivo háptico é uma estrutura de *feedback* que gera na pele e nos músculos de seus usuários, a sensação/perceptividade de toque peso e rigidez. Baecker (2008), descreve que um dispositivo háptico de *input* envolve o contato entre o usuário

— que envia através da ação tátil a informação — e o computador — que recebe e processa a informação. Este contato pode ocorrer pelo toque direto sobre o *hardware*, através da interação com um *mouse*, utilizando *Joystick*, ou até mesmo com a língua¹³² através de dispositivos especiais.

As reflexões de Baecker (2008), Hiroo Iwata (2003) e Qiu *et al* (2018), evidenciam que a maioria das interfaces hápticas, fornecem além de *input*, um *output* por meio de *feedback* tátil ou cinestésico. Por exemplo, sobre a interatividade entre usuários cegos e interfaces hápticas, Clapan e Hamza-Lup (2008) exemplificam relatando que:

Os sistemas hápticos podem ajudar usuários cegos e com deficiência visual a usar computadores ou jogar vídeo games. Por exemplo, Yu desenvolveu uma ferramenta de baixo custo baseada na Web, que pode ser usada por pessoas cegas para projetar gráficos virtuais sem a ajuda de uma pessoa com visão. A geração automática de gráficos funciona como a ferramenta de plotagem de gráficos no Microsoft Excel que plota um gráfico de acordo com os dados selecionados. Com base nos dados inseridos pelo usuário, a ferramenta gera um gráfico na tela do computador. Usuários cegos podem explorar o gráfico através do mouse WingMan Force Feedback da Logitech com feedback de áudio. O desenho interativo oferece aos usuários cegos a oportunidade de desenhar gráficos manualmente (Clapan; Hamza-Lup, 2008: 03¹³³)

Os dispositivos hápticos proporcionam estímulos somáticos. Estas interfaces atuam sobre os músculos-fusos, responsáveis pela sensação de força e, conseqüentemente geram o sentido de tato como reflexo ao detectar a força sobre a pele (Baecker, 2008; Iwata, 2003; O'Malley, Gupta, 2008). “Os mecanorreceptores da pele são classificados em quatro tipos: discos de Merkel, cápsulas de Ruffini, corpúsculos de Meissner e corpúsculos de Paccini. Esses receptores detectam a borda de um objeto e o estiramento, a velocidade e a vibração da pele” (Iwata, 2003: 207¹³⁴).

É possível ponderar a partir dos autores O'Malley e Gupta (2008: 51), as vantagens de utilizar um dispositivo que proporcione um *feedback* háptico:

¹³² Há uma variação do experimento de Bach-y-Rita — relatado no capítulo 2 — em que os tateadores são perceptíveis pela língua do usuário, através de um dispositivo colocado na boca (Ings, 2008).

¹³³ “Haptics systems can aid blind and visually impaired users at using computers or playing games. For instance, Yu developed a low-cost web-based tool which can be used by blind people to design virtual graphs without the help of a sighted person. The automatic graph generation works like the graph-plotting tool in Microsoft Excel that plots a graph according to the selected data. Based on the data inserted by the user, the tool renders a graph on the computer screen. Blind users can then explore the graph through Logitech's WingMan Force Feedback mouse with audio feedback. The interactive drawing gives blind users the opportunity to draw graphs manually. Logitech's WingMan Force Feedback mouse with audio feedback. The interactive drawing gives blind users the opportunity to draw graphs manually” (Clapan; Hamza-Lup, 2008: 03).

¹³⁴ “Mechanoreceptors of the skin are classified into four types: Merkel Disks, Ruffini capsules, Meissner corpuscles, and Pacinian corpuscles. These receptors detect the edge of an object and stretching, velocity, and vibration of the skin, respectively” (Iwata, 2003: 207).

- “O *feedback* experienciado através de um dispositivo háptico pode parecer muito realista e, de fato, pode melhorar performance humana e as sensações de realismo ao interagir com um ambiente virtual”;
- “As experiências hápticas significativas são atribuídas principalmente à capacidade do dispositivo de explorar as limitações dos canais sensoriais táteis humanos”;
- “Os dispositivos hápticos possuem várias características benéficas, como permitir a percepção do movimento e posição dos membros, melhorar o desempenho qualificado das tarefas (normalmente em termos de maior precisão e velocidade de execução da tarefa) e permitir o treinamento virtual em um ambiente seguro e repetível”;
- “Para fins de conscientização espacial em termos de posição (de objetos no ambiente ou de si mesmo) [...]”;
- “Dicas táteis, como vibrações ou pressões variáveis aplicadas à mão ou ao corpo, são eficazes como alertas simples sobre [ações de interação com o computador]”.

Estas características embasam a destinação da pulseira como recurso de interatividade entre os alunos deficientes visuais e as funcionalidades práticas do *Maestro v0.1*. A qualidade em como fornecer o *output* possui sua importância no determino da eficiência e aceitação de um dispositivo háptico — no presente caso, o *feedback* da pulseira do *Maestro v0.1*. Esta particularidade foi averiguada através de testes com os usuários participantes.

4.4.1 Estrutura do teste referente as características do *feedback* háptico.

A estrutura do teste referente a perceptividade do *feedback* háptico¹³⁵, tem por base quatro questionamentos, sendo os dois primeiros referentes de como deve ser transmitida a indicação de direção de movimento do braço:

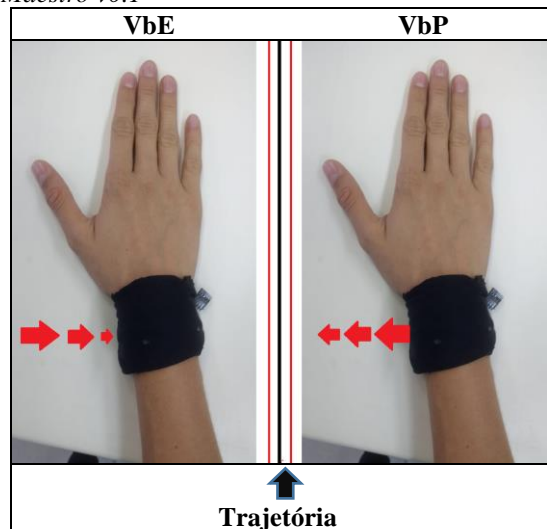
- 1) Você considera que a atuação do sistema de vibração deve empurrar o braço como indicação de um direcionamento preciso?

¹³⁵ A aplicação do questionário e sua explicação aos participantes, ocorreu de forma semelhante ao teste explicitado no tópico 4.3.1. Vale salientar que a aplicação do teste referente ao *feedback* háptico foi ao mesmo grupo participante do teste sobre o *feedback* auditivo.

- 2) Você considera que a atuação do sistema de vibração deve puxar o braço como indicação de um direcionamento preciso?

Estes dois questionamentos partiram do seguinte pressuposto:

Exemplo 84: Exemplo de possibilidade de direcionamento do *feedback* háptico da pulseira do *Maestro v0.1*



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser visualizado no exemplo acima, a vibração proporcionada por cada um dos quatro vibradores da pulseira (ver tópico 3.1.1), pode ser interpretada de duas formas pelo usuário. Por exemplo, se o *vibracall* localizado no lado esquerdo do pulso for acionado, este estaria empurrando (**VbE**) ou puxando (**VbP**) em direção a trajetória cadastrada como correta no banco de dados do *Maestro v0.1*? Uma definição precisa sobre esta indagação é necessária para poder instruir corretamente o futuro usuário do *Maestro v0.1* no uso da pulseira.

Outra particularidade consistiu em ponderar se o *feedback* proporcionado pela pulseira deveria ser uma vibração contínua (**VCon**) ou uma vibração em pulsos (**VPul**).

- 3) O *feedback* da pulseira deve ser proporcionado por vibração contínua?
 4) O *feedback* da pulseira deve ser proporcionado por vibração em pulso?

Estas duas possibilidades nasceram da conjectura de que uma vibração contínua poderia então ocasionar desconforto no usuário e possivelmente reduzir seu tempo de estudo com o *Maestro v0.1*.

Individualmente os usuários participantes utilizaram o protótipo da pulseira (*vide* tópico: 3.3.1), para assinalarem seus julgamentos. As respostas dos questionamentos foram apontadas considerando a seguinte estrutura da escala Likert:

Exemplo 85: Estrutura da Escala Likert utilizada para coletar dados sobre a exequibilidade do *feedback* háptico proporcionado pela pulseira do *Maestro v0.1* -para os questionamentos 1, 2, 3 e 4.

1	2	3	4	5
Discordo totalmente	Discordo	Neutro	Concordo	Concordo totalmente

Fonte: Elaborado pelo autor.

A definição das particularidades expostas, partiu da análise dos dados obtidos pelas respostas dos usuários participantes desta fase investigativa.

4.4.2 Dados coletados sobre as características do *feedback* háptico.

Para responder às perguntas elencadas no tópico anterior, um novo experimento subjetivo foi conduzido e aplicado aos mesmos 25 sujeitos participantes do estudo auditivo. Para estes, foi solicitado que marcassem uma resposta entre 1 e 5 para cada uma das 4 modalidades mencionadas:

- Vibração empurrando (**VbE**);
- Vibração puxando (**VbP**);
- Vibração contínua (**VCon**);
- Vibração em pulsos (**VPul**).

Mais uma vez, o objetivo deste estudo é produzir dados qualitativos, e não quantitativos, dado que o número de participantes para se auferir medições numéricas de confiável precisão deveria ser notadamente maior do que o que foi possível arregimentar. A técnica utilizada para se comparar estas variáveis foi a medida da média aritmética de cada uma delas, o que informa a propensão dos sujeitos, como um todo, em aceitar ou não cada proposta. A partir desta informação, obteve-se o seguinte quadro de análise das médias aritméticas:

Tabela 6: Média das variáveis coletadas.

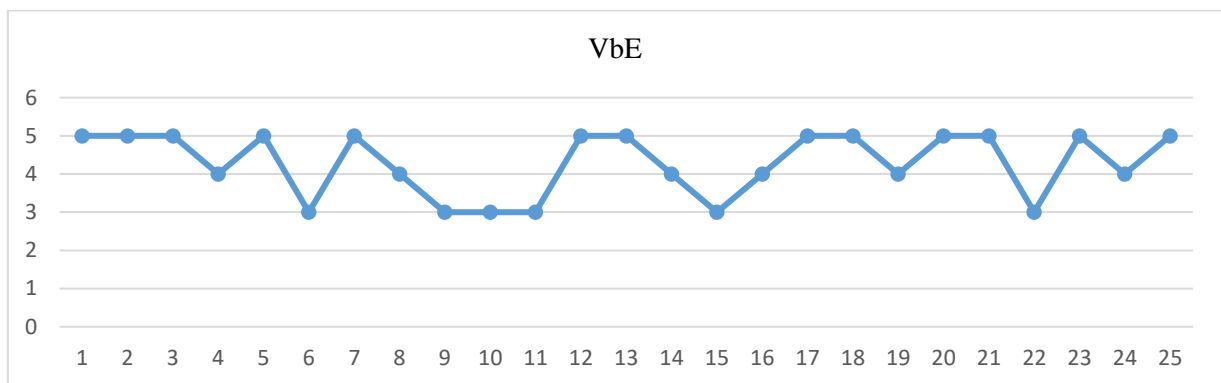
Variável	Média
Vibração empurrando – VbE	4,28
Vibração puxando – VbP	3,6
Vibração contínua – VCon	2,96
Vibração em pulsos – VPul	4,24

Fonte: Elaborado pelo autor

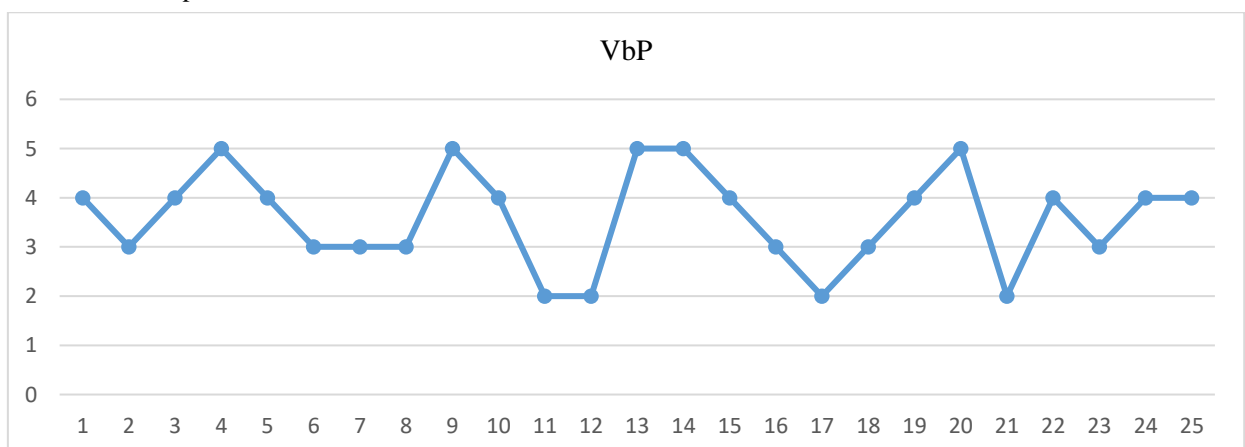
Destas quatro variáveis em questão, temos duas oposições binárias. Assim, podemos separá-las em dois grupos distintos, possuindo duas variáveis cada um deles, do seguinte modo:

- **Grupo 1:** Vibração empurrando contra Vibração puxando;

Respostas:

Gráfico 27: Respostas coletadas sobre o VbE.

Fonte: Elaborado pelo autor.

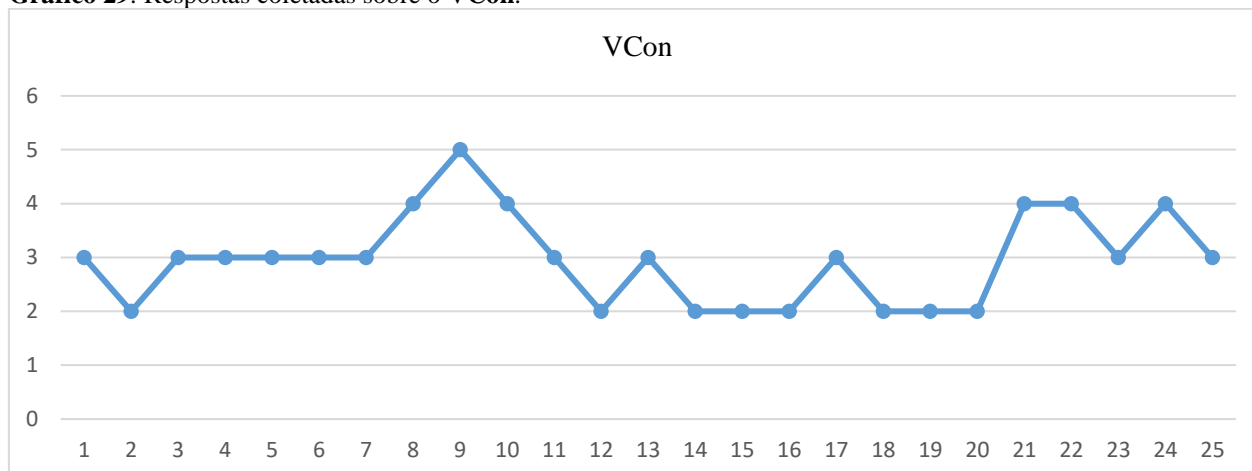
Gráfico 28: Respostas coletadas sobre o VbP.

Fonte: Elaborado pelo autor

- **Grupo 2:** Vibração contínua contra Vibração em pulsos.

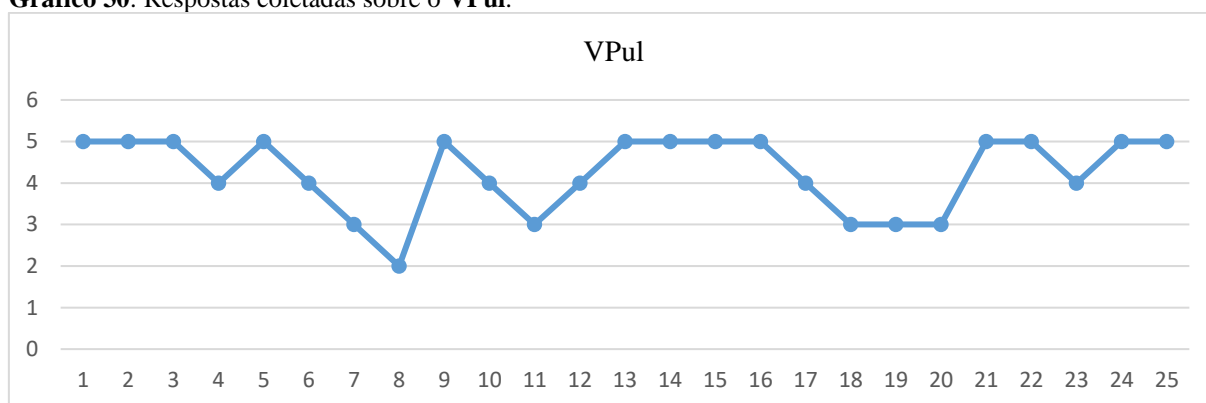
Respostas:

Gráfico 29: Respostas coletadas sobre o VCon.



Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 30: Respostas coletadas sobre o VPul.



Fonte: Elaborado pelo autor.

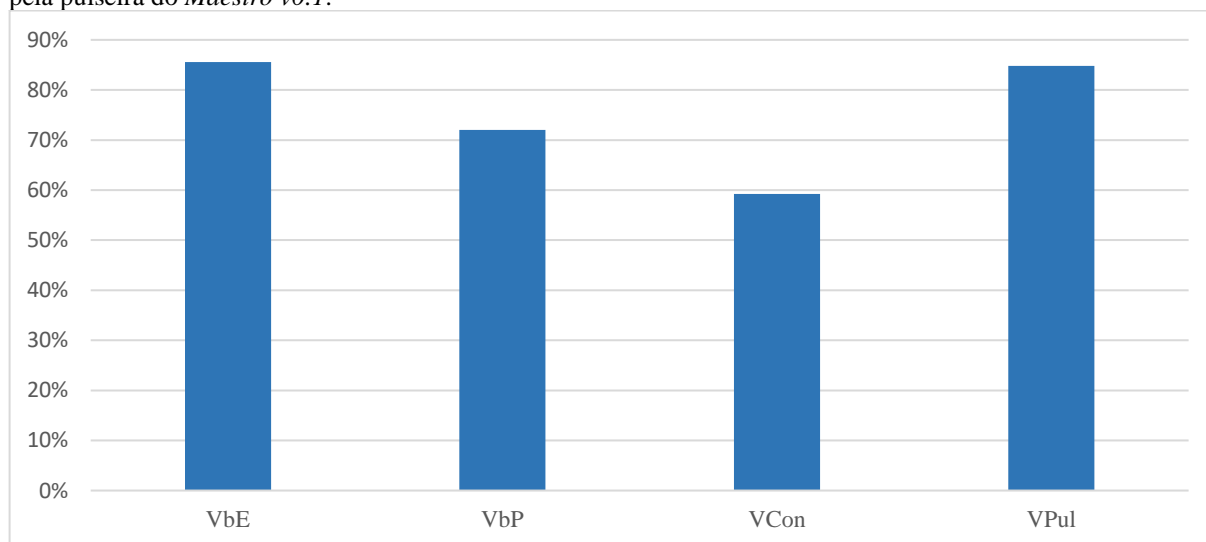
A partir desta da análise sobre essas estruturas, saber-se-á inferir que a melhor condição para os sujeitos será aquela em que pudesse conjugar a variável melhor aceita de cada grupo, enquanto a pior situação, por oposição, seria a infeliz ocorrência das variáveis menos pontuadas de cada grupo.

4.4.3 Análise e interpretação dos dados.

Considerando as pontuações refletidas pelo cálculo das médias, entende-se que:

- **Grupo 1:** existe uma sensível discrepância entre os participantes para as suas escolhas envolvendo as variáveis **VbE** e **VbP**. Da oposição entre elas, temos que a primeira atingiu o valor de 4,28, sensivelmente superior à segunda, pontuada em 3,6. Por esta abordagem de cálculo, pôde-se observar uma preferência pela variável **VbE**. Ainda, de outro modo, esta variável atingiu uma pontuação superior a 4, o que a coloca com quase 86% da preferência, valor razoavelmente elevado e positivo quanto ao seu grau de aceitação; já a sua opositora, obteve apenas 72% de aceitação, uma marca que, embora não sendo tão ruim, não pode ser considerada distintamente elevada.
- **Grupo 2:** também neste grupo é possível se verificar uma discrepância razoavelmente sensível entre ambas as suas variáveis. Deste modo, a variável **VCon** obteve um valor médio de 2,96, por si só um desempenho muito mediano, não alcançando 60% do grau de aceitação. Apenas isto já seria o suficiente para descartá-la. Por outro lado, a variável **VPul** obteve valor 4,24, sensivelmente superior à sua opositora e, ainda, aproximando-se dos 85% de aceitação dos participantes, o que a torna uma medida mais segura e de menor risco de implementação.

Gráfico 31: Síntese percentual das respostas aos questionamentos sobre as características do feedback emitido pela pulseira do *Maestro v0.1*.



Fonte: Elaborado pelo autor

A partir destas análises estatísticas simples, considera-se, ao olhar da abordagem em questão, que a melhor implementação do sistema seria a que fosse capaz de conjugar a variável **VbE**, em outras palavras, a vibração com estratégia de empurrar o braço do participante, com a **VPul**, ou seja, a vibração em pulsos.

Para efeitos numéricos, um estudo mais detalhado e com maior quantidade de sujeitos poderá ser conduzido. Entretanto, este não é o objetivo deste trabalho. Os estudos relatados neste capítulo, propõem-se a uma análise qualitativa simples para fins ergonômicos, quanto à implementação do sistema, e para que se pudesse entender sobre as relações entre as novas propostas em causa e, as supostas expectativas que um usuário deste sistema possivelmente apresentasse.

4.5 Análise sobre o uso dos *Feedbacks*¹³⁶

Os testes anteriores permitiram evidenciar as características estruturantes dos *feedbacks*, ao mesmo tempo, possibilitam visualizar quais caminhos¹³⁷ a serem percorridos para efetivar a programação das estruturas dos *feedbacks* — auditivo e háptico.

Os *feedbacks* foram projetados com o objetivo de corrigir o movimento técnico-gestual da regência. Quando um usuário executa o procedimento técnico-gestual — sejam estes os padrões de marcação dos compassos ou os exercícios de independência motora — um erro pode ser detectado em relação a trajetória correta. A pulseira ou o *feedback* auditivo envia sinais de controle para avisar ao usuário a direção corretiva de retorno a trajetória. Para a averiguação de que estes *feedbacks* estimulam o usuário a executar um movimento mais preciso, foram feitas experiências com e sem o uso dos *feedbacks*.

4.5.1 Estrutura do teste de averiguação corretiva dos *feedbacks*.

O teste executado pode ser dividido em 2 partes:

- 1) Execução do movimento sem qualquer um dos *feedbacks* do *Maestro v0.1*;
- 2) Execução do movimento com cada um dos *feedbacks*.

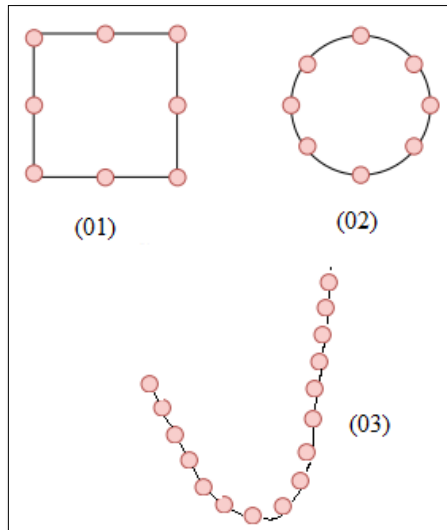
Considerando isso, três cenários foram idealizados: o quadrado (cenário 01), o círculo (cenário 02) e a semi-hipérbole (cenário 03). O processo de amostragem dos pontos foi distinto em cada

¹³⁶ Dados parciais e semelhantes ao deste tópico foram publicados pelo presente autor em: Lima *et al*, 2018 (WebMedia'2018, October 2018, Salvador, BA Brazil).

¹³⁷ Caminhos evidenciados no Capítulo 3.

uma das trajetórias¹³⁸. O quadrado resultou em um conjunto de 8 pontos; o círculo também; mas a semi-hipérbole se estruturou em um conjunto de 16 pontos¹³⁹. Dadas essas marcas a serem definidas como parâmetros de erro para o teste, foram realizadas experiências com e sem o *feedback*.

Exemplo 86: Ilustrações das trajetórias utilizadas no teste.



Fonte: Lima *et al*, 2018.

O teste constou com os 25 participantes explicitados no tópico 4.2. Cada um realizou os 3 movimentos mostrados no exemplo acima com e sem os *feedbacks*. Com estes dados, buscou-se constatar se os *feedbacks* diminuem a taxa de erro quando um usuário executa o movimento técnico-gestual.

Foram dadas aos sujeitos as seguintes instruções:

- Cada figura/movimento a ser executado foi inicialmente explicado de forma prática aos participantes¹⁴⁰;
- Como cada *feedback* atua e, o que eles devem agir na correção gestual da trajetória;
- A configuração da pulseira: a vibração pulsa empurrando o braço como indicação de retorno a trajetória correta

¹³⁸ Filtragem GWR exemplificada no tópico 3.2.1

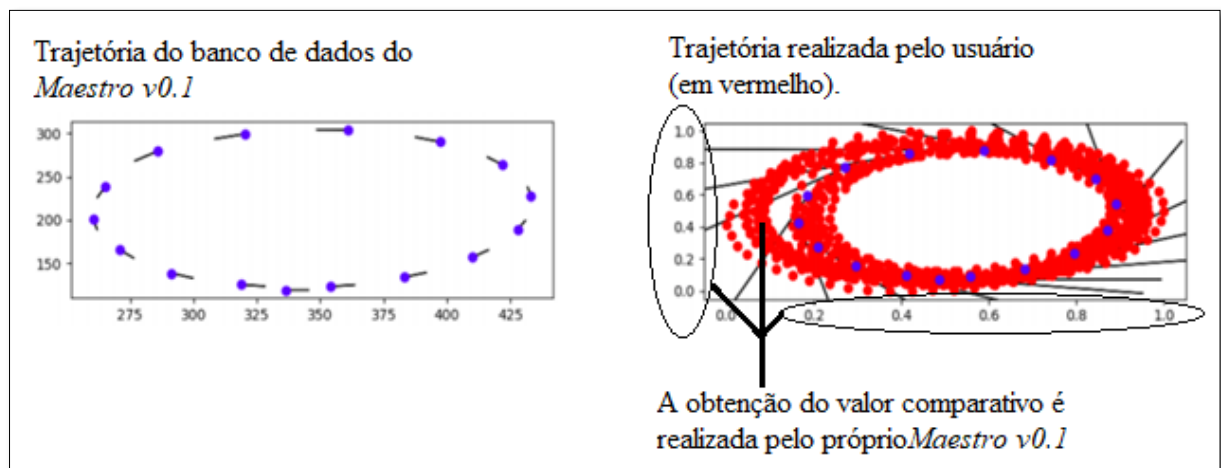
¹³⁹ Cada uma das trajetórias ilustradas no exemplo 86, foi capturada como descrito nos procedimentos de captura dos movimentos técnico-gestuais, para constituição do banco de dados do *Maestro v0.1* (ver tópico 3.2.1).

¹⁴⁰ Ver os princípios do exercício gestual espelhado no Capítulo 1.

- A configuração do *feedback* auditivo que atua relacionado os canais direito e esquerdo de áudio, e a variação panorâmica como indicativo de retorno a trajetória correta;

Cada dado coletado consiste no valor gerado entre a execução do usuário com a trajetória que está cadastrada no banco de dados do *Maestro v0.1*, desta forma se tem o valor numérico do erro em relação a trajetória. Este valor corresponde a média da distância entre os *pixels*. Assim, em sequência se comparam os valores entre a execução com e sem o uso do *feedback*. No exemplo subsequente, é possível ter a visualização de como é obtido o valor do erro execução gestual.

Exemplo 87: Exemplo da obtenção do dado que possibilita realizar a comparação entre a execução com e sem o uso do *feedback*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A estrutura numérica gerada pelo próprio *Maestro v0.1*, durante a execução gestual das trajetórias de teste, permite uma análise comparativa entre os dados obtidos de cada usuário participante. Esta comparação gera um conjunto de reflexões necessárias a corroboração da efetividade do coração do sistema, os *feedbacks*.

4.5.2 Análise e interpretação dos dados.

O intuito desta evidenciação, não está em colocar ou expor qual *feedback* é o “melhor”, ou para definir a partir disso qual fica concretizado como única funcionalidade de ação/reação efetiva. A intenção é do *Maestro v0.1* ter duas possibilidades que ficam a critério de escolha de seus

usuários. Nos dados expostos, as duas possibilidades proporcionam aos seus usuários os elementos que induzem a correção gestual do transcurso da trajetória. O tempo de reação desta indução corretiva, é de fato particular e depende da ação/reação orgânica/idiossincrática de cada ser.

As estruturas numéricas resultantes da execução das trajetórias de teste moldam as tabelas em sequência, na qual, a coluna “Sem” corresponde a execução dos testes sem o *feedback* e, a coluna “Com”, refere-se a execução do teste com o *feedback*.

A tabela referente aos dados coletados do primeiro cenário — o quadrado — expõe as seguintes estruturas numéricas:

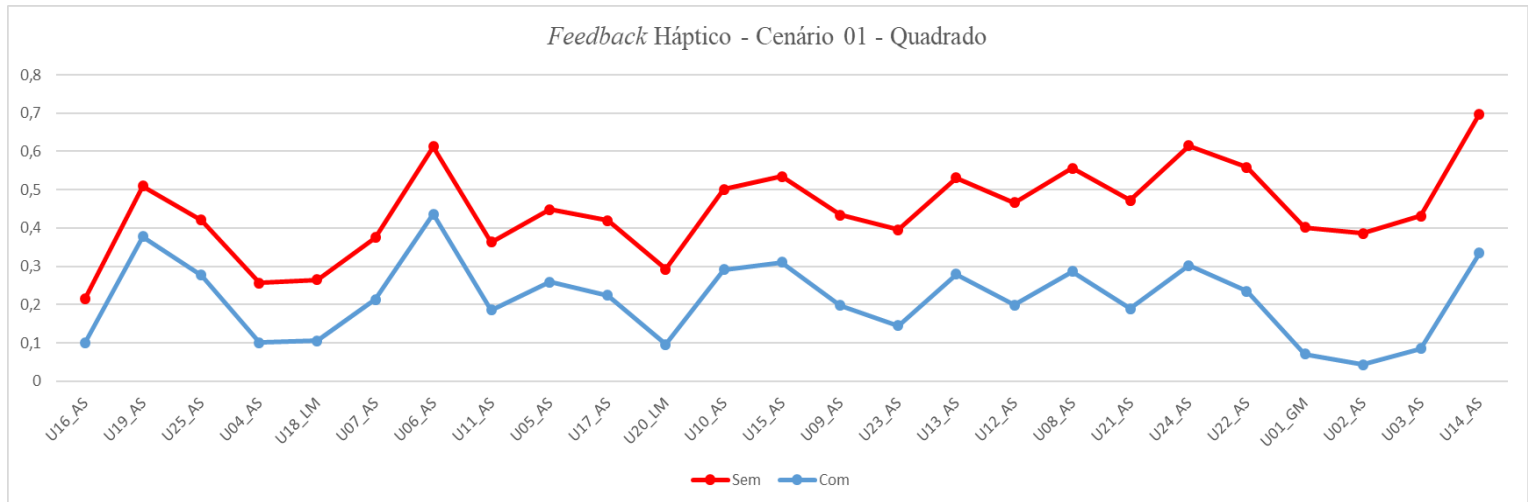
Tabela 7: Tabela dos dados numéricos remissiva ao *feedback* háptico e auditivo – Quadrado.

Feedback háptico: Quadrado				Feedback auditivo :Quadrado			
Usuários	Sem	Com	Diferença	Usuários	Sem	Com	Diferença
U01_GM	0,401	0,071	0,330	U01_GM	0,553	0,212	0,341
U02_AS	0,386	0,043	0,343	U02_AS	0,437	0,301	0,136
U03_AS	0,432	0,085	0,347	U03_AS	0,521	0,202	0,319
U04_AS	0,256	0,101	0,155	U04_AS	0,337	0,145	0,192
U05_AS	0,448	0,259	0,189	U05_AS	0,521	0,288	0,233
U06_AS	0,612	0,436	0,176	U06_AS	0,502	0,315	0,187
U07_AS	0,375	0,213	0,162	U07_AS	0,487	0,259	0,228
U08_AS	0,556	0,286	0,270	U08_AS	0,583	0,210	0,373
U09_AS	0,434	0,198	0,236	U09_AS	0,475	0,151	0,324
U10_AS	0,501	0,291	0,210	U10_AS	0,565	0,295	0,270
U11_AS	0,363	0,186	0,177	U11_AS	0,359	0,188	0,171
U12_AS	0,466	0,199	0,267	U12_AS	0,453	0,187	0,266
U13_AS	0,531	0,279	0,252	U13_AS	0,501	0,289	0,212
U14_AS	0,698	0,334	0,364	U14_AS	0,605	0,354	0,251
U15_AS	0,535	0,311	0,224	U15_AS	0,588	0,319	0,269
U16_AS	0,215	0,099	0,116	U16_AS	0,222	0,115	0,107
U17_AS	0,419	0,224	0,195	U17_AS	0,435	0,279	0,156
U18_LM	0,265	0,105	0,160	U18_LM	0,258	0,126	0,132
U19_AS	0,509	0,378	0,131	U19_AS	0,565	0,394	0,171
U20_LM	0,293	0,096	0,197	U20_LM	0,301	0,144	0,157
U21_AS	0,472	0,189	0,283	U21_AS	0,447	0,248	0,199
U22_AS	0,559	0,235	0,324	U22_AS	0,662	0,298	0,364
U23_AS	0,396	0,145	0,251	U23_AS	0,352	0,139	0,213
U24_AS	0,615	0,302	0,313	U24_AS	0,625	0,361	0,264
U25_AS	0,421	0,277	0,144	U25_AS	0,416	0,270	0,146

Fonte: Elaborado pelo autor. Números obtidos a partir do *Maestro v0.1*.

Transpondo os dados numéricos da tabela acima explicitada em dados gráficos é possível visualizar, a diferenciação da indução corretiva proporcionada por cada *feedback*. Eis o gráfico resultante dos dados numéricos *feedback* háptico, trajetória do quadrado:

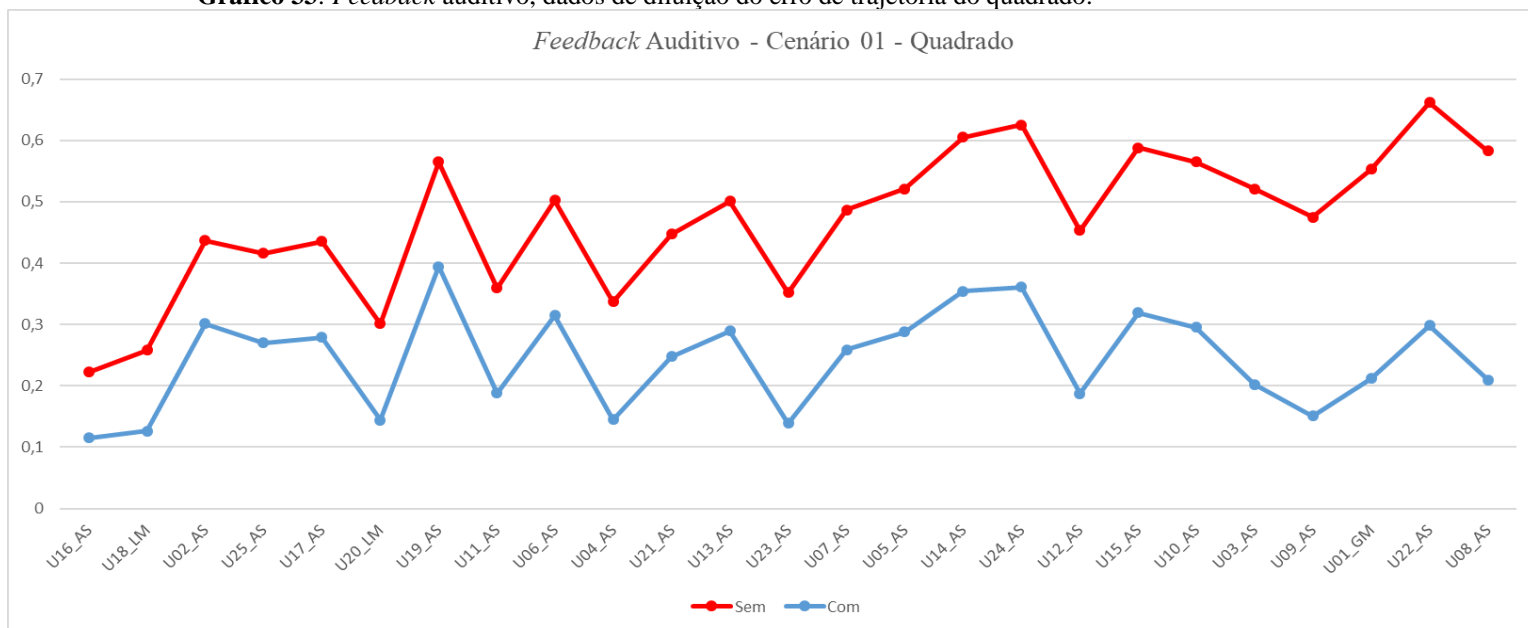
Gráfico 32: *Feedback* háptico, dados de diluição do erro de trajetória do quadrado.



Fonte: Elaborado pelo autor

Por conseguinte, o gráfico correspondente ao *feedback* auditivo — ainda considerando a trajetória do primeiro cenário:

Gráfico 33: *Feedback* auditivo, dados de diluição do erro de trajetória do quadrado.



Fonte: Elaborado pelo autor

A comparação entre as linhas vermelhas (sem uso do *feedback*) com as colunas azuis (com o uso do *feedback*), mostram que os *feedbacks*: auditivo e háptico induzem os usuários a correção necessária do transcurso da trajetória. Os dados evidenciam uma significativa diferença corretiva, conseqüentemente corroborando a exequibilidade destes *outputs* sobre o cenário 01.

A diferença corretiva sobre a diluição do erro da trajetória é expressada sobre os seguintes valores percentuais:

Tabela 8: Tabela dos dados da diminuição do erro ao usar o *feedback* háptico e auditivo – Quadrado.

Feedback háptico: Quadrado		Feedback auditivo :Quadrado	
Usuários	Redução do erro em%	Usuários	Redução do erro em%
U19_AS	26%	U19_AS	30%
U06_AS	29%	U02_AS	31%
U25_AS	34%	U25_AS	35%
U15_AS	42%	U17_AS	36%
U10_AS	42%	U06_AS	37%
U05_AS	42%	U14_AS	41%
U07_AS	43%	U24_AS	42%
U17_AS	47%	U13_AS	42%
U13_AS	47%	U21_AS	45%
U08_AS	49%	U05_AS	45%
U11_AS	49%	U15_AS	46%
U24_AS	51%	U07_AS	47%
U14_AS	52%	U11_AS	48%
U16_AS	54%	U10_AS	48%
U09_AS	54%	U16_AS	48%
U12_AS	57%	U18_LM	51%
U22_AS	58%	U20_LM	52%
U21_AS	60%	U22_AS	55%
U18_LM	60%	U04_AS	57%
U04_AS	61%	U12_AS	59%
U23_AS	63%	U23_AS	61%
U20_LM	67%	U03_AS	61%
U03_AS	80%	U01_GM	62%
U01_GM	82%	U08_AS	64%
U02_AS	89%	U09_AS	68%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a visualização concreta destes valores é possível considerar a diluição do erro dos usuários entre os dois *feedbacks*. No *feedback* háptico, o usuário **U02_AS** obteve o maior índice de redução de erro usando a pulseira — 89% — enquanto o **U19_AS** obteve apenas 26%. Estes mesmos usuários, com o uso do *feedback* auditivo, obtiveram reações distintas. O **U02_AS**

passou a ter 31% de diluição do erro da trajetória — o segundo menor índice de diluição do erro — enquanto o **U19_AS** manteve o menor índice, com 30%. Porém, aparentemente com uma reação assintótica de 4% de grau positivo ao usar o *feedback* auditivo. Com este *feedback* o maior nível de redução do erro foi do usuário **U09_AS** com 68%. O mesmo usuário em relação ao uso da pulseira (*feedback* háptico) obteve uma redução do erro de 54%.

Analisando o segundo cenário — o círculo — considera-se a partir da análise sobre a diluição do erro da trajetória, como estrutura mais complexa de execução. É notável que os usuários tiveram consideravelmente um índice menor de diminuição do erro ao comparar os valores em relação ao primeiro cenário.

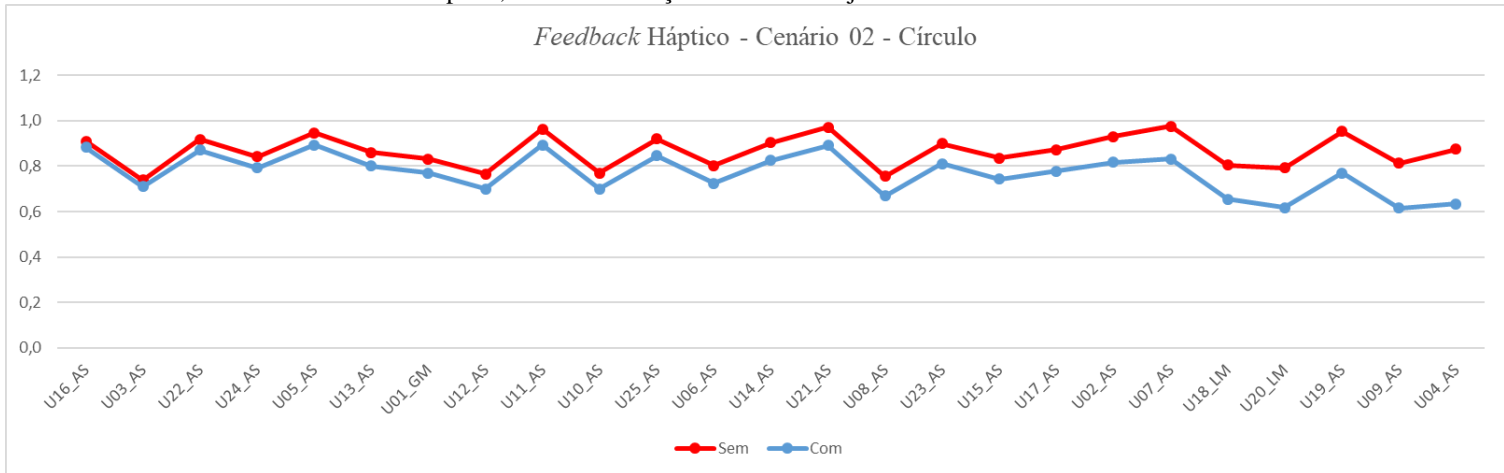
Tabela 9: Tabela dos dados numéricos remissiva ao *feedback* háptico e auditivo – Círculo.

<i>Feedback háptico:</i>				<i>Feedback auditivo</i>			
Círculo				- Círculo			
Usuários	Sem	Com	Diferença	Usuários	Sem	Com	Diferença
U01_GM	0,831	0,770	0,061	U01_GM	0,981	0,889	0,092
U02_AS	0,930	0,818	0,112	U02_AS	0,997	0,910	0,087
U03_AS	0,739	0,711	0,028	U03_AS	0,893	0,801	0,092
U04_AS	0,876	0,635	0,241	U04_AS	0,951	0,895	0,056
U05_AS	0,948	0,893	0,055	U05_AS	0,882	0,787	0,095
U06_AS	0,802	0,725	0,077	U06_AS	0,950	0,895	0,055
U07_AS	0,975	0,831	0,144	U07_AS	0,829	0,791	0,038
U08_AS	0,756	0,670	0,086	U08_AS	0,974	0,896	0,078
U09_AS	0,814	0,616	0,198	U09_AS	0,931	0,881	0,050
U10_AS	0,771	0,701	0,070	U10_AS	0,966	0,873	0,093
U11_AS	0,963	0,894	0,069	U11_AS	0,883	0,817	0,066
U12_AS	0,766	0,701	0,065	U12_AS	0,916	0,824	0,092
U13_AS	0,861	0,801	0,060	U13_AS	0,813	0,757	0,056
U14_AS	0,903	0,825	0,078	U14_AS	0,927	0,838	0,089
U15_AS	0,835	0,743	0,092	U15_AS	0,943	0,910	0,033
U16_AS	0,910	0,883	0,027	U16_AS	0,818	0,745	0,073
U17_AS	0,873	0,779	0,094	U17_AS	0,911	0,883	0,028
U18_LM	0,805	0,655	0,150	U18_LM	0,855	0,760	0,095
U19_AS	0,953	0,770	0,183	U19_AS	0,903	0,889	0,014
U20_LM	0,793	0,617	0,176	U20_LM	0,819	0,729	0,090
U21_AS	0,972	0,891	0,081	U21_AS	0,979	0,926	0,053
U22_AS	0,919	0,871	0,048	U22_AS	0,939	0,873	0,066
U23_AS	0,899	0,811	0,088	U23_AS	0,897	0,829	0,068
U24_AS	0,843	0,793	0,050	U24_AS	0,926	0,888	0,038
U25_AS	0,921	0,847	0,074	U25_AS	0,900	0,816	0,084

Fonte: Elaborado pelo autor. Números obtidos a partir do *Maestro v0.1*.

O gráfico correspondente ao *feedback* háptico – Cenário 02 – Círculo, apresenta-se com a seguinte estrutura:

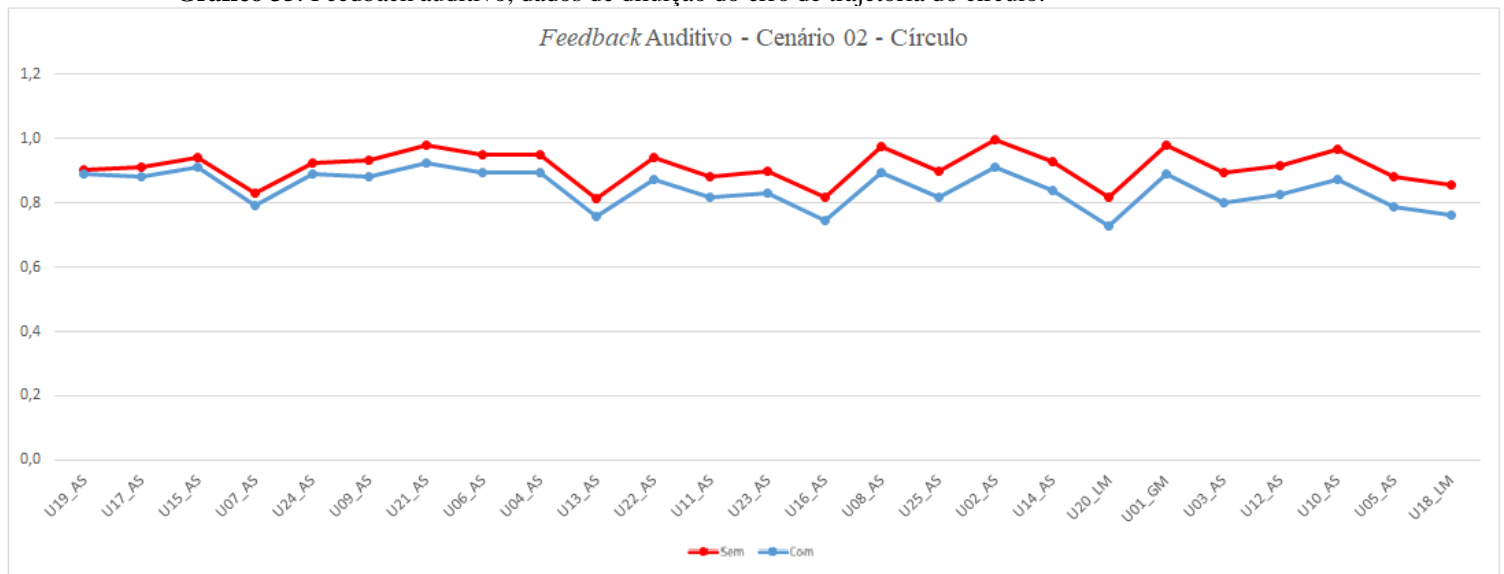
Gráfico 34: *Feedback* háptico, dados de diluição do erro de trajetória do círculo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em sequência, o gráfico referente ao *Feedback* auditivo – Cenário 02 – Círculo.

Gráfico 35: *Feedback* auditivo, dados de diluição do erro de trajetória do círculo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar dos números apresentarem alto índice de erro no segundo cenário — o círculo — fica ainda evidente que os *feedbacks* ao atuarem neste contexto, promovem ação corretiva. Fator que pode ser averiguado na visualização da tabela em sequência, onde estão expostos os percentuais de redução do erro.

Tabela 10: Tabela dos dados da diminuição do erro ao usar o *feedback* háptico e auditivo – Círculo.

<i>Feedback háptico: Círculo</i>		<i>Feedback auditivo: Círculo</i>	
Usuários	Redução do erro em %	Usuários	Redução do erro em %
U16_AS	3%	U19_AS	2%
U03_AS	4%	U17_AS	3%
U22_AS	5%	U15_AS	3%
U05_AS	6%	U24_AS	4%
U24_AS	6%	U07_AS	5%
U13_AS	7%	U09_AS	5%
U11_AS	7%	U21_AS	5%
U01_GM	7%	U06_AS	6%
U25_AS	8%	U04_AS	6%
U21_AS	8%	U13_AS	7%
U12_AS	8%	U22_AS	7%
U14_AS	9%	U11_AS	7%
U10_AS	9%	U23_AS	8%
U06_AS	10%	U08_AS	8%
U23_AS	10%	U02_AS	9%
U17_AS	11%	U16_AS	9%
U15_AS	11%	U25_AS	9%
U08_AS	11%	U01_GM	9%
U02_AS	12%	U14_AS	10%
U07_AS	15%	U10_AS	10%
U18_LM	19%	U12_AS	10%
U19_AS	19%	U03_AS	10%
U20_LM	22%	U05_AS	11%
U09_AS	24%	U20_LM	11%
U04_AS	28%	U18_LM	11%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando o desempenho da diluição do erro de trajetória do **U19_AS** entre o cenário 1 e 2, observa-se a sua reação ao *feedback* háptico — círculo — com o quarto melhor desempenho. Todavia, há um retorno ao menor índice quando utilizou o *feedback* auditivo. Considerando ainda o segundo cenário, o usuário **U04_AS** obteve maior índice de redução 28% — com o uso da pulseira — mas, com o *feedback* auditivo, obteve apenas 6% de redução. Com o uso do *feedback* auditivo **U05_AS**, e os dois licenciandos: **U20_LM** e **U18_LM** obtiveram 11% de redução do erro. No uso da pulseira, **U18_LM** (19%) e **U20_LM** (22%) obtiveram um melhor desempenho, enquanto **U05_AS** teve apenas a redução de 6%.

O terceiro cenário de teste compreendeu a semi-hipérbole, cujos dados numéricos de evidenciação da diluição do erro da trajetória gestual, compõem a estrutura da tabela abaixo:

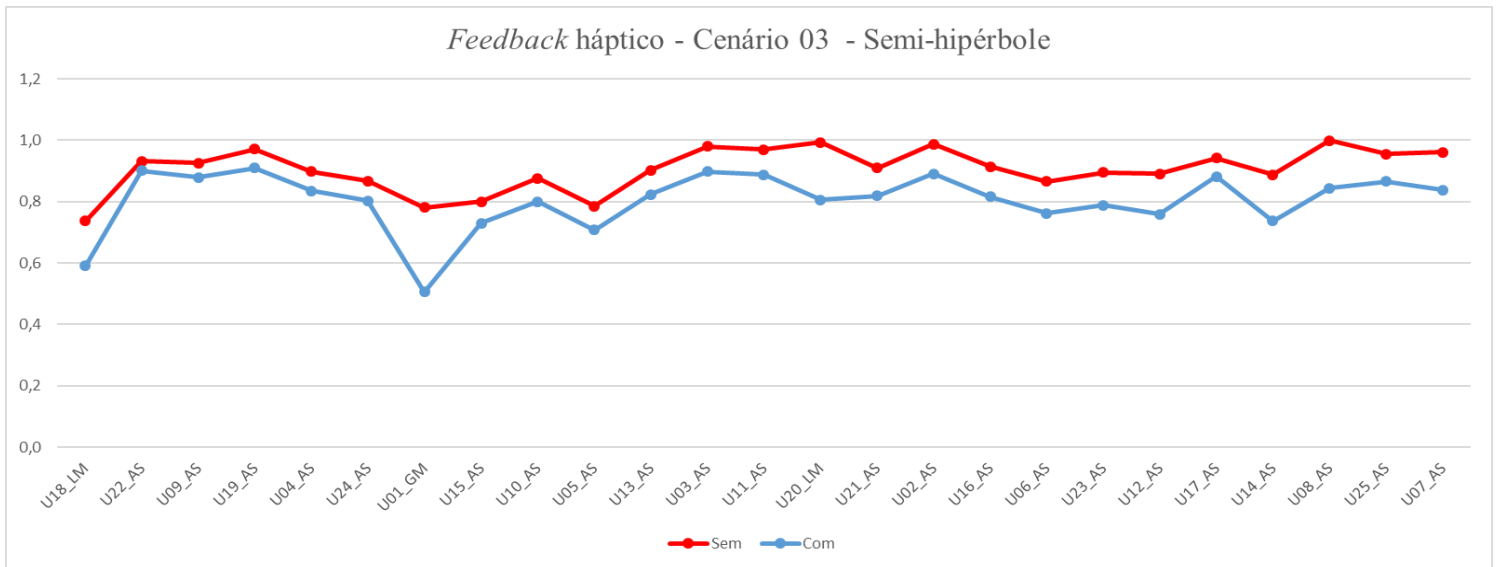
Tabela 11: Tabela dos dados numéricos remissiva ao *feedback* háptico e auditivo – Semi-hipérbole

<i>Feedback háptico: semi-hipérbole</i>				<i>Feedback háptico: semi-hipérbole</i>			
Usuários	Sem	Com	Diferença	Usuários	Sem	Com	Diferença
U01_GM	0,781	0,505	0,276	U01_GM	0,898	0,769	0,129
U02_AS	0,987	0,890	0,097	U02_AS	0,940	0,862	0,078
U03_AS	0,979	0,898	0,081	U03_AS	0,932	0,894	0,038
U04_AS	0,898	0,835	0,063	U04_AS	0,955	0,897	0,058
U05_AS	0,785	0,707	0,078	U05_AS	0,911	0,855	0,056
U06_AS	0,866	0,761	0,105	U06_AS	0,826	0,779	0,047
U07_AS	0,961	0,837	0,124	U07_AS	0,984	0,908	0,076
U08_AS	0,998	0,844	0,154	U08_AS	0,721	0,656	0,065
U09_AS	0,925	0,878	0,047	U09_AS	0,882	0,790	0,092
U10_AS	0,875	0,799	0,076	U10_AS	0,792	0,729	0,063
U11_AS	0,970	0,887	0,083	U11_AS	0,886	0,777	0,109
U12_AS	0,891	0,758	0,133	U12_AS	0,990	0,895	0,095
U13_AS	0,902	0,823	0,079	U13_AS	0,915	0,850	0,065
U14_AS	0,887	0,737	0,150	U14_AS	0,893	0,819	0,074
U15_AS	0,799	0,729	0,070	U15_AS	0,901	0,843	0,058
U16_AS	0,914	0,816	0,098	U16_AS	0,929	0,883	0,046
U17_AS	0,942	0,881	0,061	U17_AS	0,908	0,825	0,083
U18_LM	0,736	0,591	0,145	U18_LM	0,870	0,716	0,154
U19_AS	0,971	0,909	0,062	U19_AS	0,849	0,792	0,057
U20_LM	0,993	0,805	0,188	U20_LM	0,909	0,768	0,141
U21_AS	0,910	0,819	0,091	U21_AS	0,787	0,698	0,089
U22_AS	0,931	0,901	0,030	U22_AS	0,914	0,812	0,102
U23_AS	0,895	0,788	0,107	U23_AS	0,966	0,901	0,065
U24_AS	0,867	0,802	0,065	U24_AS	0,943	0,867	0,076
U25_AS	0,955	0,866	0,089	U25_AS	0,814	0,764	0,050

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico que evidencia a diluição do erro com o uso da pulseira na execução do terceiro cenário, possui a estrutura abaixo:

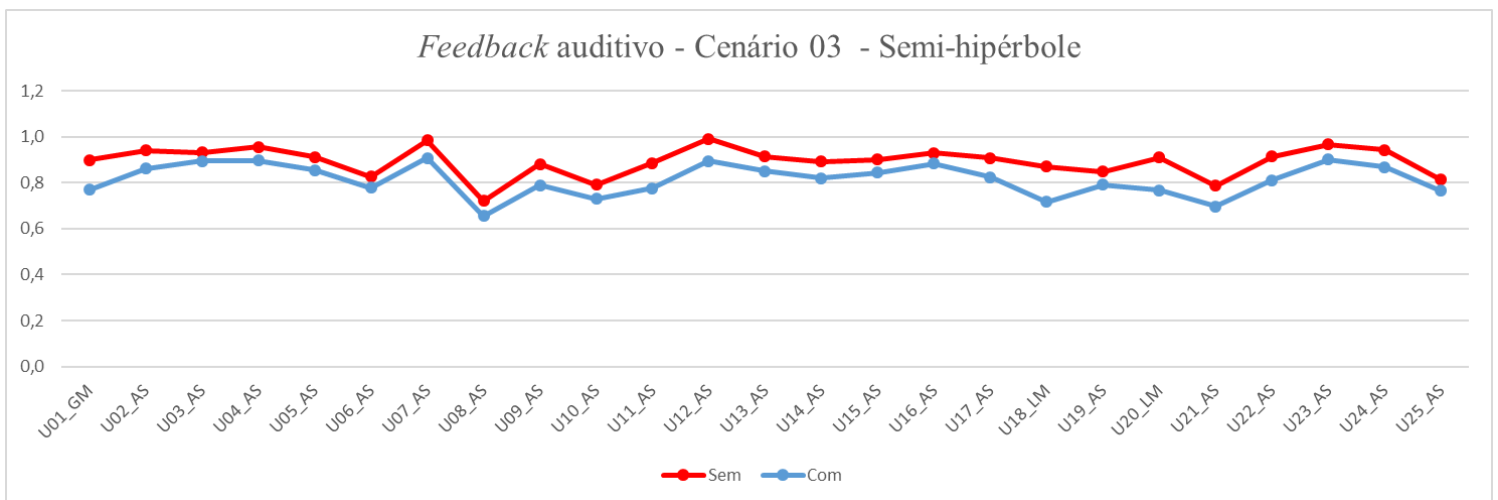
Gráfico 36: Feedback háptico, dados de diluição do erro de trajetória semi-hipérbole.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda relativo ao terceiro cenário, o gráfico correspondente a diluição do erro com a utilização do *feedback* auditivo, tem a estrutura apresentada em sequência:

Gráfico 37: Feedback auditivo, dados de diluição do erro de trajetória semi-hipérbole.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As estruturas percentuais referentes as médias de diluição do erro na execução da trajetória do terceiro cenário, é exposta na tabela subsequente:

Tabela 12: Tabela dos dados da diminuição do erro ao usar o *feedback* háptico e auditivo – semi-hipérbole***Feedback* háptico: semi-hipérbole**

Usuários	Redução de erro em %
U22_AS	3%
U09_AS	5%
U19_AS	6%
U17_AS	6%
U04_AS	7%
U24_AS	7%
U03_AS	8%
U11_AS	9%
U10_AS	9%
U13_AS	9%
U15_AS	9%
U25_AS	9%
U02_AS	10%
U05_AS	10%
U21_AS	10%
U16_AS	11%
U23_AS	12%
U06_AS	12%
U07_AS	13%
U12_AS	15%
U08_AS	15%
U14_AS	17%
U20_LM	19%
U18_LM	20%
U01_GM	35%

***Feedback* auditivo: semi-hipérbole**

Usuários	Redução de erro em %
U03_AS	4%
U16_AS	5%
U06_AS	6%
U04_AS	6%
U25_AS	6%
U05_AS	6%
U15_AS	6%
U19_AS	7%
U23_AS	7%
U13_AS	7%
U07_AS	8%
U10_AS	8%
U24_AS	8%
U14_AS	8%
U02_AS	8%
U08_AS	9%
U17_AS	9%
U12_AS	10%
U09_AS	10%
U22_AS	11%
U21_AS	11%
U11_AS	12%
U01_GM	14%
U20_LM	16%
U18_LM	18%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na execução do terceiro cenário, o **U01_GM** obteve o índice de redução do erro em 35% com o uso da pulseira, e 18% com o *feedback* auditivo. O usuário **U22_AS** teve o menor índice de diluição do erro com o *feedback* háptico, obtendo maior reação com o *feedback* auditivo. Por outro lado, o terceiro cenário se mostrou equiparável em complexidade de execução em relação ao segundo cenário.

Entre todos os três cenários de trajetórias, o quadrado mostrou o menor índice de erro com o uso de qualquer *feedback* — como pode ser visualizado em comparação aos dados apresentados. A conjectura que pode ser levantada para explicar esse resultado, é que o quadrado corresponde a uma figura geométrica comum, pode ser facilmente desenhado por possuir linhas retas. Isto é, seu formato provavelmente tornou mais simples para o usuário entender os sinais de controle

enviados pelos *feedbacks*. Expondo esse fator em números, eis a média geral de diluição do erro:

Tabela 13: Média geral de diluição do erro nos três cenários.

	<i>Feedback háptico</i>	<i>Feedback auditivo</i>
Cenário 01: Quadrado	52%	48%
Cenário 02: Círculo	11%	7%
Cenário 03: Semi-hiperbole	11%	9%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar dos índices de redução do erro da trajetória do segundo e terceiro cenário serem menores em relação ao primeiro, traz à tona que o fato de serem usuários deficientes visuais, não consistiu como empecilho a compreensão de uma ação corretiva, proporcionada pelo *Maestro v0.1*. Fator que pode ser visível analisando o comportamento dos gráficos expostos. Considerando os valores percentuais de diluição do erro da trajetória, comparando entre os tipos de *feedbacks* nos três cenários, os dados evidenciam diferenças numéricas assintóticas entre os usuários.

A constante alternância reativa dos usuários em relação a qualquer *feedback* nos três cenários, dissolve a ocorrência da interferência/dependência das variáveis de idade, tempo de deficiência e tempo de estudos musicais sobre suas interações, ou seja, há interferências, porém, mínimas. Por exemplo, o usuário **U24_AS** é cego congênito e tem a maior idade entre os usuários (55 anos). Este usuário teve melhor desempenho — no cenário 01 — em relação ao **U25_AS**, trinta e cinco anos mais novo e cego congênito. Ainda no mesmo cenário, em relação ao **U14_AS**, também cego congênito e trinta e cinco anos mais novo, sua diferença em relação ao **U24_AS** com ambos os *feedbacks* é de 1%. A explicação possível para esses casos é que o **U24_AS** possui mais tempo de estudos musicais, e maior experiência de vida.

Considerando os usuários **U24_AS** e **U21_AS** com idades próximas — 55 e 52 anos — o **U21_AS** possui menos tempo de estudos musicais e obteve melhor desempenho nos três cenários e com ambos os *feedbacks*, em relação ao **U24_AS**. A possível explicação é o menor tempo de deficiência do **U21_AS** (6 anos), em relação ao **U24_AS**. Porém, o usuário **U23_AS** possui mais tempo de deficiência (13 anos) em relação ao **U21_AS**, e nos três cenários com o *feedback* háptico obteve melhor desempenho. Nesse caso, a idade e o tempo de estudos musicais do **U23_AS**, pode ter sido fator de influência em seu desempenho. Contrariamente, no terceiro

cenário, o usuário **U21_AS** teve melhor redução do erro da trajetória com o *feedback* auditivo em relação ao **U23_AS**.

O **U20_LM**, licenciando em música, cego congênito e mais velho que o **U18_LM**, também licenciando em música e com menos tempo de deficiência, obteve índice igual ou diferente em 1% com o uso do *feedback* auditivo nos três cenários. Ponderando o segundo cenário e o uso dos dois *feedbacks*, o **U20_LM** obteve melhor redução do erro que o **U01_GM**, que é graduado em música e com menos tempo de deficiência.

Levando em conta que o **U01_GM** é o mais experiente musicalmente de todo o grupo, ele obteve menor índice de redução do erro que o **U02_AS**, menos experiente e de idade próxima (41 e 42 anos), no primeiro cenário com o uso da pulseira. No mesmo cenário e com o uso do *feedback* auditivo, o **U01_GM** ficou com menor redução do erro que o **U08_AS** e **U09_AS** que são menos experientes.

Ponderando idade e experiência musical, o **U01_GM**, no segundo cenário, com o uso da pulseira, obteve menor índice de redução de erro que o **U21_AS**, o segundo mais velho do grupo e com apenas quatro anos de experiência musical. Ainda no segundo cenário, o **U04_AS**, **U07_AS** e **U10_AS** os menos experientes musicalmente do grupo (2 anos de experiência respectivamente) obtiveram melhor redução do erro da trajetória com o uso da pulseira em relação ao **U01_GM**, sendo o **U10_AS** com melhor redução do erro com os dois *feedbacks* em relação ao mais experiente, no cenário 02.

No terceiro cenário, os usuários **U04_AS**, **U10_AS**, **U19_AS**, **U21_AS** e **U24_AS**, com características distintas de idade, tempo de deficiência e tempo de estudos musicais, apresentaram diferenças percentuais entre o uso de ambos os *feedbacks* de 1%. O mesmo ocorreu considerando o segundo cenário com os usuários: **U10_AS**, **U11_AS**, **U13_AS**, **U14_AS** e **U25_AS**.

As evidências expostas são exemplos de que as variáveis de idade, tempo de deficiência e tempo de estudos musicais, não influenciaram significativamente na interatividade/obtenção dos *feedbacks* proporcionados pelo *Maestro v0.1*, sobre este grupo amostral de usuários. Em síntese, é possível visualizar, usuários mais velhos com melhor diluição do erro em relação a usuários mais novos, usuários com pouca experiência musical com melhor desempenho que os mais experientes, e cegos congênitos ou usuários com maior tempo de deficiência visual,

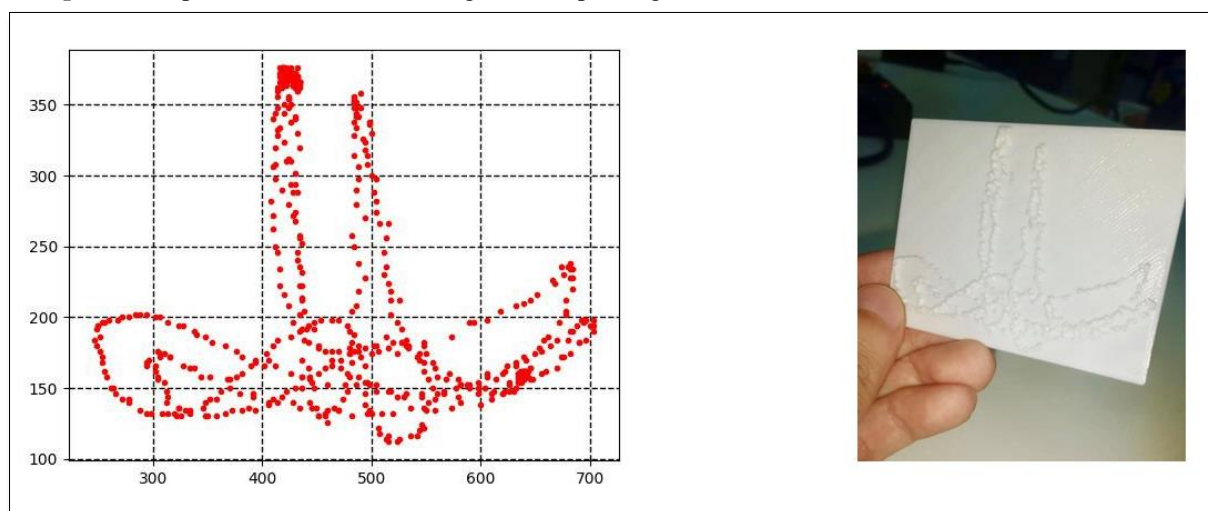
obtiveram melhor redução do erro que usuários com pouco tempo de deficiência. Contudo, esse panorama se mostra instável em mudanças de cenário e/ou de *feedbacks*.

Essas ponderações e os números expostos, evidenciam que os vinte e cinco usuários, demonstraram uma factual propensão aos estímulos corretivos do *Maestro v0.1*. A possível explicação para a constante flutuação de desempenho dos usuários entre o uso dos *feedbacks*, bem como, a diferença de diluição do erro entre o primeiro cenário, e os cenários dois e três, erguem a conjectura de que esses fatores podem estar correlacionados com a familiaridade em utilizar o sistema. Em outras palavras, apenas com mais tempo de prática, haveria possivelmente uma correção mais expressiva da movimentação gestual. Essa reflexão foi ponderada a partir de uma análise comparativa dos gráficos gerados pelo próprio *Maestro v0.1*, após o usuário finalizar sua prática com o sistema (tópico 4.6.1).

4.6 Os gráficos gerados pelo *Maestro v0.1*

Uma das funcionalidades do *Maestro v0.1*, consiste na geração de um gráfico que representa a geometria do padrão de marcação do compasso executado pelo próprio aluno/usuário. Essa função possibilita a impressão deste gráfico em alto-relevo — utilizando uma impressão de linhas através da impressora braille ou impressões em 3D. Com esta possibilidade o aluno poderá tatear a sua própria trajetória e constituir uma imagética gestual de sua prática.

Exemplo 88: Impressão em alto-relevo do gráfico da prática gestual com o *Maestro v0.1*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A averiguação analítica da relação de tempo de prática com o *Maestro v0.1* e a evolução gestual do aluno, tem por base a comparação gráfica. Para este procedimento foi considerado o tempo de uma hora de prática com o sistema¹⁴¹. A cada 15 minutos o usuário alternava o tipo de *feedback* utilizado, totalizando quatro alternâncias entre o uso da pulseira e o *feedback* auditivo. Completando trinta minutos de prática foi gerado o primeiro gráfico. Atingindo o tempo total de uma hora, foi gerado o último gráfico. A análise destes gráficos foi realizada pelos professores de regência, convidados para a estruturação do banco de dados gestuais, explicitado no Capítulo 3.

Para esta etapa foi enviado aos professores convidados, o gráfico de três usuários¹⁴². O usuário **U19_AS** que obteve o menor índice de diluição do erro no cenário 01¹⁴³, com a utilização de ambos os *feedbacks*. Considerando as médias dos três cenários com o uso dos *feedbacks* (tabela 13), em sequência, o **U15_AS**, por ser o usuário que esteve abaixo da média nos três cenários. Por fim, o **U07_AS** por ter menos experiência musical em relação ao grupo. A base para o procedimento descrito, realizou-se a partir da execução do compasso quaternário¹⁴⁴.

4.6.1 Análise e interpretação do gráfico técnico-gestual

O gráfico gestual resultante da prática do usuário **U19_AS**, possui a seguinte estrutura:

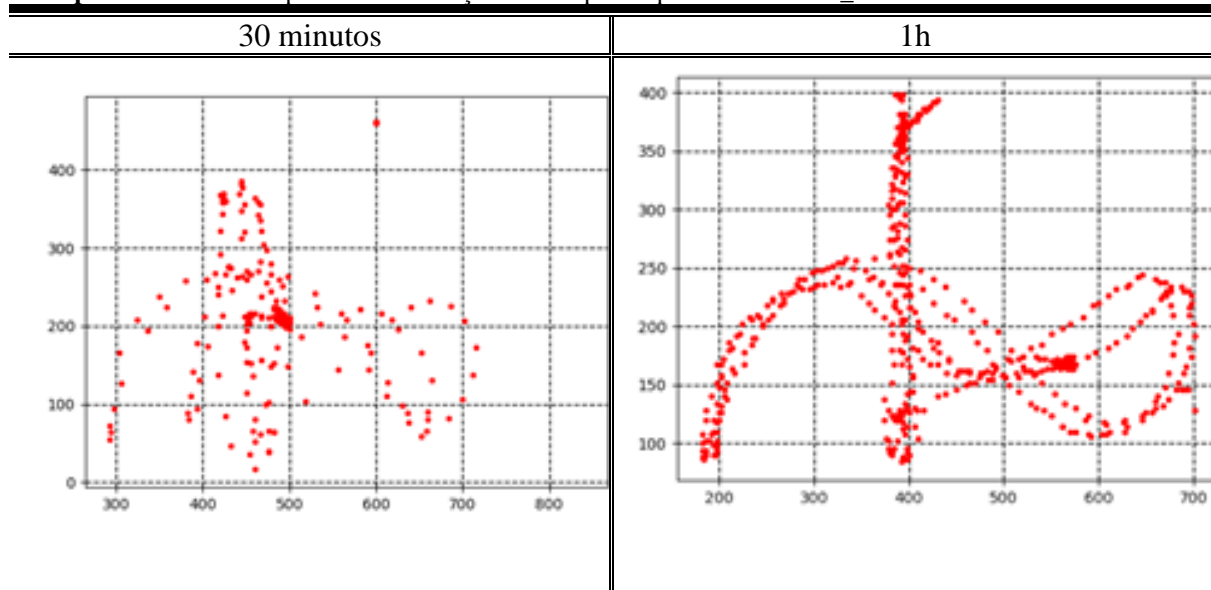
¹⁴¹ Os próprios usuários realizaram a configuração do sistema para a prática, o que possibilitou a coleta dos dados evidenciados no subcapítulo 4.7.

¹⁴² Esta medida foi adotada para evitar a extensa evidenciação gráfica no *corpus* deste tópico. Do mesmo modo, para evitar um possível trabalho analítico extensivo aos professores convidados. Além disto, as três evidências sintetizam a exposição dos dados e dos fatores erguidos.

¹⁴³ Cenário que pôde ser considerado com menos complexidade de execução, perante os resultados obtidos na averiguação da diluição do erro da trajetória.

¹⁴⁴ Todos os usuários tiveram vinte minutos de prática do padrão de marcação do compasso quaternário, com o autor da presente abordagem, antes de iniciar a prática com o *Maestro v0.1*. E dentro deste espaço de tempo, a explanação sobre a execução do teste.

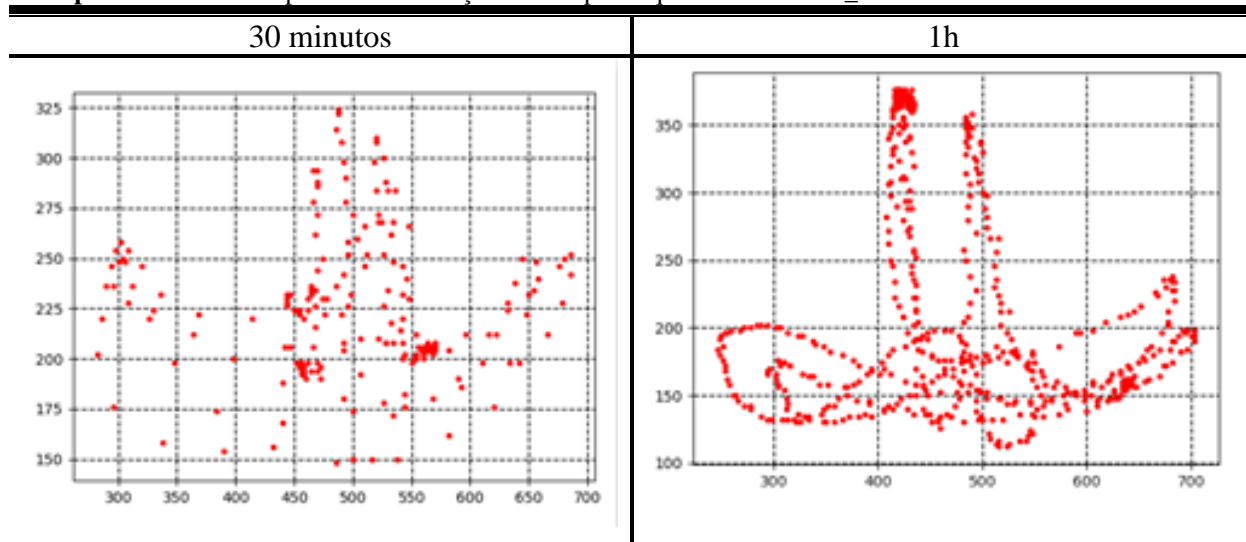
Exemplo 89: Gráfico do padrão de marcação do compasso quaternário - U19_AS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em sequência o gráfico da prática gestual do U15_AS

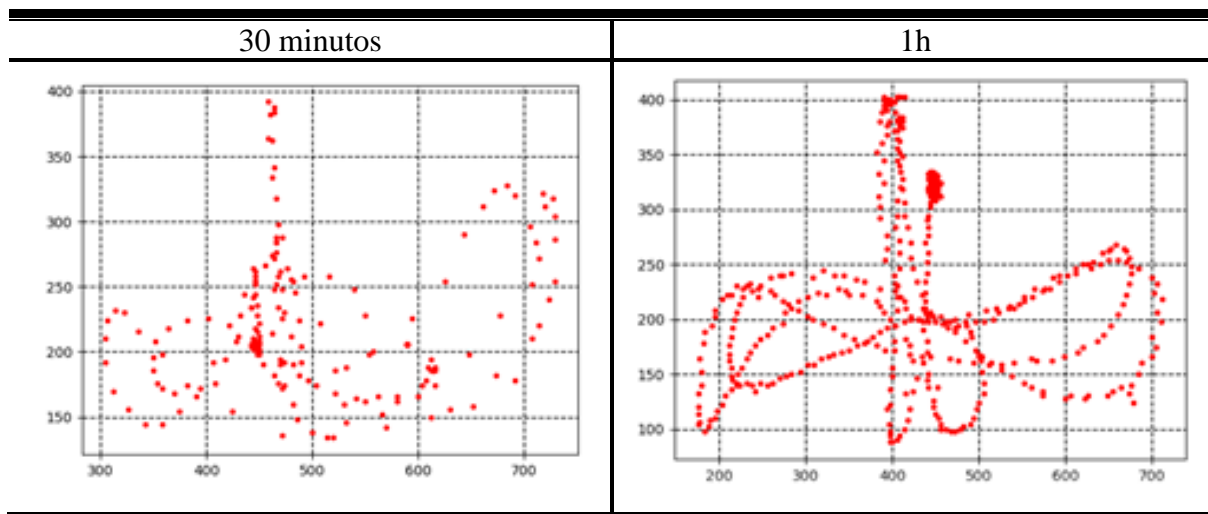
Exemplo 90: Gráfico do padrão de marcação do compasso quaternário – U15_AS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em sequência, a evidência gráfica da prática do usuário U07_AS.

Exemplo 91: Gráfico do padrão de marcação do compasso quaternário – U07_AS.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Analisando os gráficos da prática técnico-gestual os professores colocam:

- **Professor Colaborador A:** a análise comparativa da evolução gestual do usuário U19_AS permite as seguintes afirmações:
 - 1) O gesto que inicialmente apresentava uma forte tendência a marcação no sentido vertical, agora, não obstante uma continuidade de tendência a verticalização, está menos saltado. Acreditamos que a tendência de sobressaltar uma espécie de *marcato* apresentado no primeiro esquema agora será mais discreto;
 - 2) a patente assimetria entre os diversos arcos regenciais e principalmente a tendência de “achatamento” do arco que leva ao quarto tempo não mais aparece no esquema apresentado. Certamente isso contribuirá para uma melhor visualização do gesto por parte dos musicistas, evitando-se que a sua leitura resulte em imprecisões rítmicas e falsos acentos;
 - 3) o número de pontos superpostos no segundo gráfico mostra uma tendência de homogeneidade nos arcos regenciais. Isso certamente contribuirá para uma leitura mais cômoda por parte do musicista usando sua visão periférica, sem necessidade de contínuos ajustes;
 - 4) por tudo que foi acima descrito é frágante a evolução técnica apresentada. Aspectos como uma marcação que enseje uma melhor execução em legato,

obtida a partir de um gesto mais horizontalizado, certamente poderão ser facilmente obtidos com a continuidade do uso da ferramenta.

- **Professor Colaborador A: Análise sobre o usuário U15_AS**

- 1) Usuário inicialmente apresentava um gesto desprovido de continuidade (fato deduzível pela pouca quantidade de pontos assimilados pelo sistema), mas como tendência a simetria dos eixos horizontal e vertical;
- 2) Observamos também uma certa flutuação do eixo de marcação, no primeiro momento, principalmente no sentido horizontal. No gesto contido no segundo gráfico a tendência a simetria dos arcos está ainda mais bem delineada e apresenta muito mais pontos registrados pelo sistema, o que nos leva a crer que o controle e a continuidade dos arcos regenciais estão ainda mais bem delineados. Um aspecto que se torna um pouco mais evidente é uma tendência a formação de uma dupla trilha no sentido vertical. Talvez isso tenha sido ocasionado por um deslocamento do corpo durante a captação dos gestos;
- 3) De qualquer forma o gesto que era harmônico, tendendo a simetria encontra-se ainda mais coerente com os ditames técnicos da regência.

- **Professor Colaborador A: Análise sobre o usuário U07_AS:**

No primeiro gráfico, o esquema de marcação do compasso quaternário onde o ditame técnico de simetria entre os arcos não está presente. Observa-se claramente um hiperdimensionamento do arco da regência que vai em direção ao terceiro tempo e também uma tendência a marcação a verticalização. O eixo vertical apresenta um achatamento. O gesto não apresenta um foco por onde todos os arcos regenciais criem uma interseção, facilitando a leitura com o uso da visão periférica por parte dos musicistas. Acreditamos que o gesto não demonstra a aquisição de uma acuidade técnica elevada por conta de todos os problemas relatados. Analisando o segundo gráfico em relação ao primeiro. O gesto apresenta enorme progresso em relação ao primeiro gráfico pelos fatores que ora passamos a enumerar:

- 1) O gesto apresenta maior equilíbrio entre os arcos regenciais nos planos horizontal e vertical;
- 2) O gesto tende a apresentar uma simetria dos arcos que interligam os diversos tempos;
- 3) Claramente podemos observar uma interseção dos diversos arcos regenciais ao centro do esquema de marcação, o que gera um foco permitindo o uso da visão periférica por parte dos musicistas;
- 4) A continuidade de pontos captados permite afirmar que o gesto apresenta fluidez e continuidade;
- 5) Diante do exposto é patente o alto grau de evolução técnica apresentado pelo aprendiz quando comparado ao esquema apresentado no primeiro gráfico.

A análise proferida pelo professor colaborado b, é sinóptica em relação aos três usuários.

- **Professor Colaborador B:** Comparação entre os gestos quaternários dos usuários **U19_AS**, **U15_AS** e **U07_AS**, a partir do primeiro gráfico de cada usuário:
 - 1) Desigualdade entre o desenho do gesto. Observamos que o **U15_AS** tem maior controle sobre o desenho do gesto, seguido por o **U19_AS** e por último e menos claro o **U07_AS**;
 - 2) Desigualdade entre o espaço das batidas dos usuários. Particularmente é muito importante manter uma distribuição equitativa entre os *beats* assim evitando irregularidade no pulso;
 - 3) Ponto de encontro entre as batidas. O ponto de encontro deveria estar no centro do usuário trazendo as batidas no mesmo ponto, mas observamos que o **U07_AS** tem dois pontos de contato no centro sendo um pouco mais claro nos outros usuários;
 - 4) Diferença entre técnicas. O **U15_AS** e **U07_AS** tem um gesto mais *legato* com batidas que se conectam entre os *beats*, ou seja, movimentos arredondados para alcançar o ponto seguinte. O **U19_AS** tem movimentos de rebote em forma de arco que determina um pensamento musical mais rítmico e curto;
 - 5) Falta de precisão em identificar o primeiro tempo. Em geral o primeiro tempo sempre está localizado na parte inferior do gesto, mas observando os usuários o

primeiro tempo está localizado no centro, ou seja, perto ou no ponto de cruzamento das batidas.

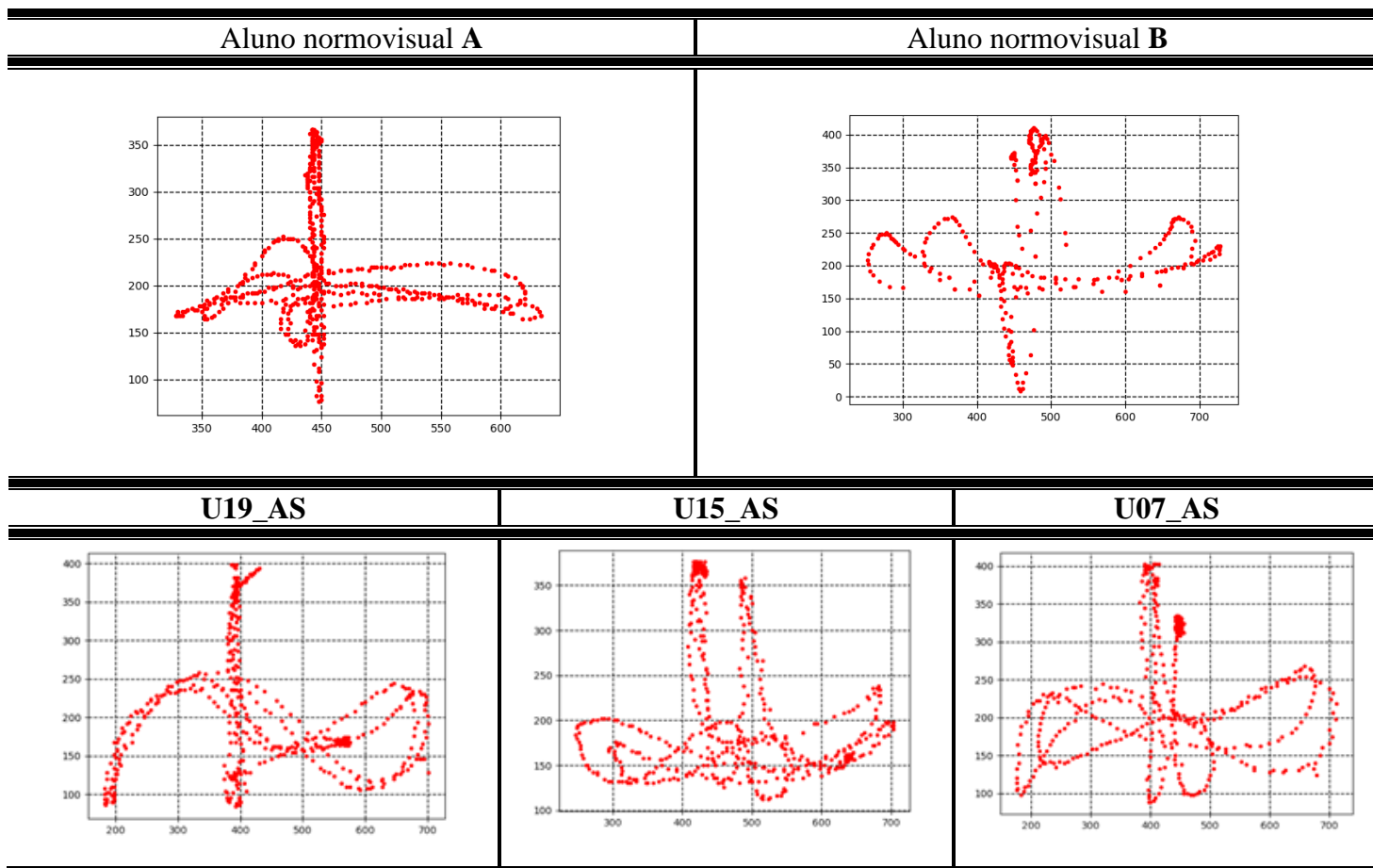
- **Professor Colaborador B:** Comparação entre a evolução dos gestos quaternários dos usuários **U19_AS**, **U15_AS** e **U07_AS**:
 - 1) Melhora visível no desenho do gesto quaternário nos três usuários;
 - 2) Melhor identificação de espaço do **U19_AS**, localizando os tempos de forma mais orgânica, mantendo uma paridade no gesto ao longo do exercício;
 - 3) O **U15_AS** melhorou seu desenho localizando os tempos de forma mais clara;
 - 4) O **U07_AS** melhorou o desenho do gesto unificando as batidas entre os *beats*, melhorou o centro de cruzamento e a equidade de distância dos tempos, demonstrando mais controle sobre o corpo e consciência do gesto.

O discurso analítico dos dois professores, expõe a visível evolução dos três usuários ao praticar com o *Maestro v0.1*. Pondera-se essa evolução, não somente através dos relatos dos profissionais, mas ao visualizar o gráfico da prática técnico-gestual, ficando visível a melhora técnica com mais tempo de interação com o sistema. Esse fator possivelmente alteraria a perspectiva obtida por estes três usuários nos cenários referente aos testes dos *feedbacks*.

Por meio dos gráficos salvos no fim da prática, é possível realizar a averiguação do alcance da organicidade da execução dos movimentos¹⁴⁵. Para tal, dois alunos normovisuais da Licenciatura em Música da EMUFRN, foram convidados para realizarem o mesmo procedimento de uso realizado com os usuários deficientes visuais, atuantes nesta etapa. Observando o exemplo em sequência, é exposto o gráfico destes dois alunos licenciandos em comparação aos três usuários em tela:

¹⁴⁵ Fator levantado por mim durante as minhas aulas de regência, nas quais averigui que alunos deficientes visuais levam mais tempo em alcançar a organicidade gestual dos movimentos em relação aos alunos normovisuais.

Exemplo 92: diluição temporal no alcance da organicidade dos movimentos em relação a alunos normovisuais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A visualização dos elementos gráficos acima, não está centrada em uma perspectiva de análise sobre a técnica particular de cada um, mas numa evidenciação que coloca em proximidade a organicidade dos movimentos de usuários deficientes visuais, em relação a alunos normovisuais, e dentro do mesmo espaço temporal¹⁴⁶.

Através dos gráficos, e explicitado no discurso dos professores, foram ressaltadas particularidades como: regularidade temporal através do espaçamento dos pontos; *legato*, *marcato*; assimetria/simetria dos arcos da geometria gestual, e movimentação corporal através do deslocamento das linhas verticais. Uma vez que estes fatores puderam ser apreciados através dos gráficos do *Maestro v0.1*, efetiva-se a possibilidade da troca dos arquivos gráficos entre aluno e professor, potencializando o acompanhamento sobre a prática individual a distância.

¹⁴⁶ Um dos elementos de problematização consistiu na temporalidade que alunos deficientes visuais levavam, em alcançar a organicidade dos movimentos em relação a alunos normovisuais.

4.7 A interação com *Maestro v0.1*

Os dados apresentados no tópico em sequência, foram coletados congruentemente ao procedimento que culminou na averiguação da relação de tempo de prática com o *Maestro v0.1*, e a evolução gestual do usuário, explicitado no tópico anterior. Após a prática de uma hora com o sistema, os usuários foram questionados acerca da sua interação com o protótipo.

4.7.1 Dados sobre a interação com o sistema

Questionados sobre a possível dificuldade compreensiva dos *feedbacks* e a agilidade da emissão de resposta do sistema, os usuários teceram suas respostas com base na escala Likert.

1. Houve dificuldade em compreender o *feedback* da pulseira?
2. Houve dificuldade em compreender o *feedback* auditivo?
3. Houve dificuldade em realizar a configuração da funcionalidade?

Exemplo 93: Estrutura da Escala Likert utilizada sobre o questionamento 1, 2 e 3 de interação com o sistema.

1	2	3	4	5
Muito difícil	Difícil	Neutro	Fácil	Muito Fácil

Fonte: Elaborado pelo autor.

4. Ocorreram erros no sistema no momento de sua utilização?

Exemplo 94: Estrutura da Escala Likert utilizada sobre o questionamento 02 de interação com o sistema

1	2	3	4	5
Ocorreram mais de 3 erros	Ocorreram 3 erros	Ocorreram 2 erros	Ocorreu 1 erro	Não ocorreram erros

Fonte: Elaborado pelo autor

5. Qual o nível de resposta propiciada pelo *Maestro v0.1*?

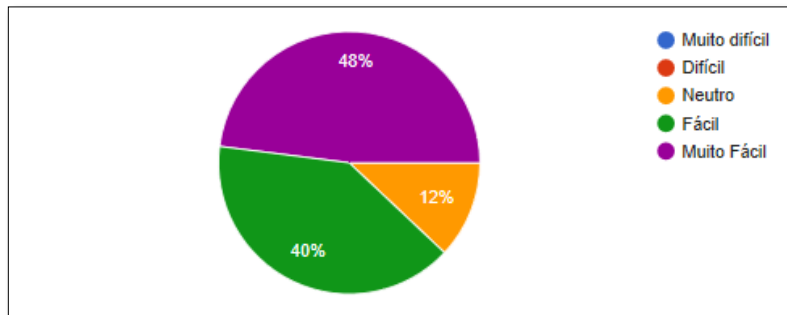
Exemplo 95: Estrutura da Escala Likert referente a velocidade de resposta do sistema.

1	2	3	4	5
Muito Lento	Lento	Neutro	Rápido	Muito Rápido

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode ser observado no gráfico em sequência, que o *feedback* propiciado pela pulseira, teve significativa compreensão pelos usuários participantes do teste. Não foram obtidas respostas indicativas de perceptividade negativa, como: muito difícil ou difícil. Tal fator que se ressalta através dos números individuais de diluição do erro, evidenciados no tópico 4.5.2. A diferença percentual entre “fácil” e “muito fácil” corresponde apenas a 8%. Sendo especificamente a ponderação fácil de 40% e muito fácil de 48%. Assim sendo, 88% dos usuários consideram de fácil compreensão o *feedback* háptico do *Maestro v0.1*. Do mesmo modo, estes dados permitem ponderar que a estruturação física da pulseira, feita em tecido elástico, possibilita não só a perceptividade das vibrações, como sua característica estruturante em elástico se adapta as distintas anatomias dos usuários participantes.

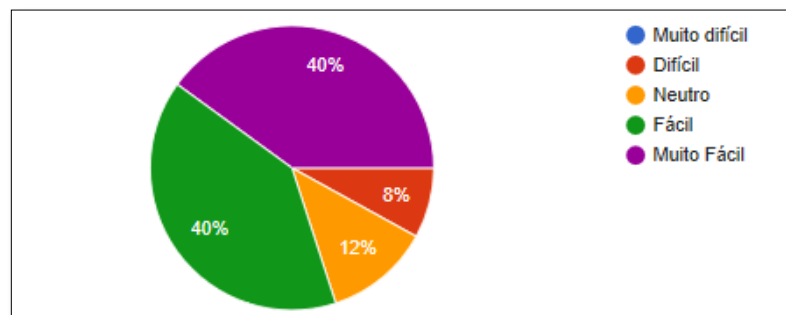
Gráfico 38: gráfico dos dados obtidos sobre o questionamento: “Houve dificuldade em compreender o *feedback* da pulseira?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados percentuais sobre a compressão do *feedback* auditivo, demonstram uma diferença (8%) em relação ao *feedback* propiciado pelo uso da pulseira. Com o *feedback* auditivo, 80% dos usuários consideram de fácil a muito fácil a compreensão deste sinal corretivo.

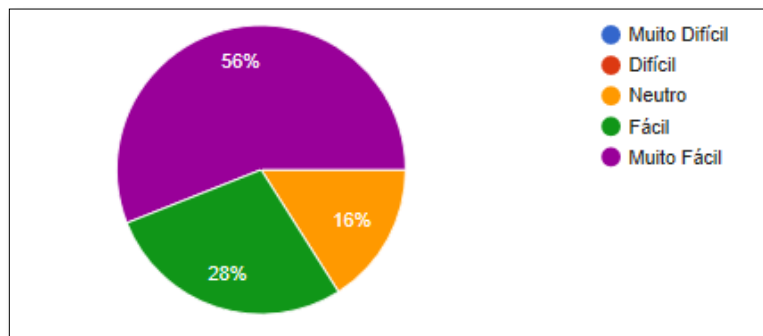
Gráfico 39: gráfico dos dados obtidos sobre o questionamento: “Houve dificuldade em compreender o *feedback* auditivo?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os usuários tiveram que realizar a cada 15 minutos a alternância entre a utilização dos *feedbacks*. Como consequência, esse procedimento necessita parar a função que está sendo utilizada, selecionar novamente a funcionalidade a ser praticada, realizar a seleção do compasso, selecionar o tipo de *feedback*, e acionar “começar” após ouvir o *beep* que indica que o sistema está corretamente configurado. Em suma, requer a configuração da funcionalidade — “Treinar Compasso”, por exemplo — como um todo, não apenas retirar ou colocar a pulseira¹⁴⁷.

Gráfico 40: gráfico dos dados obtidos sobre o questionamento: “Houve dificuldade em realizar a configuração da funcionalidade?”.

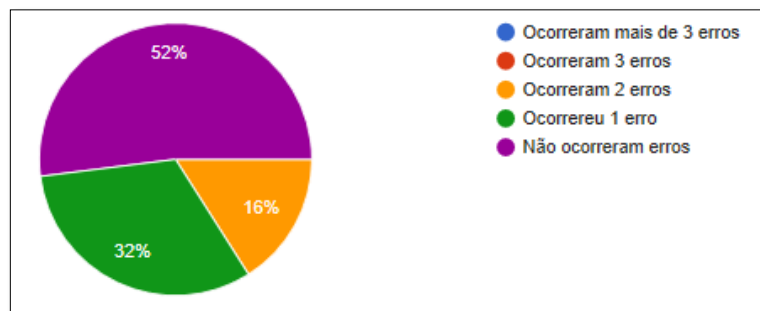


Fonte: Elaborado pelo autor.

Totalizando 84%, os usuários consideraram entre “fácil” a “muito fácil” a realização da configuração da funcionalidade a ser praticada. Isso corrobora o fator de acessibilidade estrutural da interface gráfica do *Maestro v0.1*. Uma vez que suas funções foram estruturadas para serem acessíveis diretamente na interface, sem a necessidade de estarem em submenus.

Os usuários também foram questionados sobre a ocorrência de erros no sistema durante a interação com o protótipo.

Gráfico 41: gráfico dos dados obtidos sobre o questionamento: “Ocorreram erros no sistema no momento de sua utilização?”.



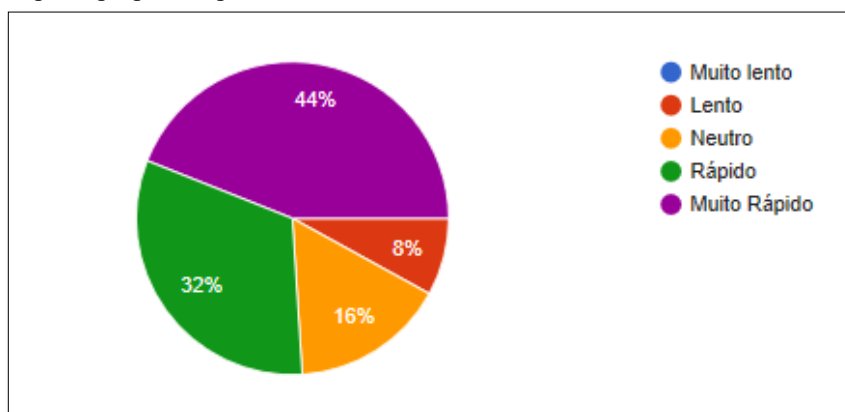
Fonte: Elaborado pelo autor.

¹⁴⁷ Fator que 17 dos 25 usuários participantes não realizaram, por considerarem que o dispositivo não estando em uso não atrapalhava a movimentação. Os demais que retiravam a pulseira, relatavam: 1 – desnecessário estar no braço quando não se está usando (5 usuários); 2 – Sentiam um determinado peso no braço (3 usuários).

A necessidade de averiguação do quesito acima explicitado, revela a constante preocupação em estruturar um protótipo cada vez mais robusto e estável. Como pode ser visualizado, 32% dos usuários relataram a ocorrência de um erro, conquanto 16% relatam a ocorrência de 2 erros no sistema durante a execução. Somando estes percentuais, totaliza-se o valor de 48%. Valor que mesmo sendo aproximado, ainda pode ser considerado inferior ao total percentual de usuários (52%) que não presenciaram erros de instabilidade nessa versão (*v0.1*) do *Maestro*. Os erros ponderados se concentram na instabilidade comunicacional entre a pulseira e o *software*, e em travamentos do *software* no momento de configurar a funcionalidade a ser praticada¹⁴⁸.

As respostas obtidas em relação a agilidade de emissão dos *feedbacks* pelo *Maestro v0.1*, corroboram a sua diferenciação neste quesito em relação aos sistemas desenvolvidos e expostos no capítulo 2.4.

Gráfico 42: gráfico dos dados obtidos sobre o questionamento: “Qual o nível de resposta propiciada pelo *Maestro v0.1*?”.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O número de 76% totaliza o percentual de usuários que consideram a emissão dos *feedbacks* do *Maestro v0.1* de rápido a muito rápido. Esse valor indica a exequibilidade do algoritmo de sensoriamento visual do sistema, em captar o movimento, processar esta movimentação e emitir o sinal de correção ao usuário, em resposta seguida a ação.

¹⁴⁸ Fatores normais e esperáveis de ocorrerem tendo em vista de ser um protótipo ainda recente e em desenvolvimento.

5. DEUTERONÔMIO: a perspectiva futura do *Maestro* v0.1

Que tens, perguntou-lhe a mulher, e ele respondeu estupidamente, sem abrir os olhos, Estou cego, como se essa fosse a última novidade do mundo, ela abraçou-o com carinho, Deixa, cegos estamos nós todos, que lhe havemos de fazer, Vi tudo escuro, julguei que tinha adormecido, e afinal não, estou acordado, É o que deverias fazer, dormir, não pensar nisso. O conselho aborreceu-o, ali estava um homem angustiado como só ele sabia, e a sua mulher não tinha mais nada para lhe dizer senão que fosse dormir. Irritado, com a resposta azeda a sair-lhe da boca, abriu os olhos e viu. Viu e gritou, Vejo. O primeiro grito ainda foi o da incredulidade, mas com o segundo, e o terceiro, e quantos mais, foi crescendo a evidência, Vejo, vejo [...].
(Saramago, 1998)

5.1 Escopo de atualizações

O *Maestro v0.1* consiste como a base inicial de um sistema capaz de prover os estímulos necessários para potencializar o ensino-aprendizado da regência a deficientes visuais. As funcionalidades proporcionadas na versão que o *corpus* desta tese apresenta, consistem como passos significativos para diretrizes de aperfeiçoamento futuro, dos quais, já se encontram em andamento¹⁴⁹. “As atualizações alteram a maneira como o *software* funciona corrigindo bugs, alterando os recursos e modificando a interface do usuário, [no intuito de melhorar a interatividade no uso do *software*]” (Vania; Rashidi, 2016: 01¹⁵⁰). Como dissera Gareth Stoyle (2006), há diversos fatores que conduzem o *software* a ser atualizado:

Softwares mudam. Eles mudam porque os requisitos mudam, porque um erro é encontrado ou porque uma otimização é descoberta. Qualquer que seja o motivo, a mudança, na forma de atualizações de *software*, permeia o ciclo de vida de qualquer produto de *software* [...]. A abordagem usual para uma atualização de *software* envolve o desenvolvedor fornecendo um novo executável, o cliente interrompendo a execução do sistema existente e reiniciando com o novo (Stoyle, 2006: I¹⁵¹)

Para além de apenas corrigir possíveis *bugs* no sistema, as atualizações previstas acrescentarão funcionalidades a estrutura do *Maestro v0.1*, e a perspectiva de uso para outros campos além da regência. Das possibilidades de atualização, estão em averiguação¹⁵² as concepções estruturais listadas em sequência:

- *Feedback* de correção postural no âmbito da regência e para instrumentistas;
- *Feedback* de noção de espacialidade e movimentação no palco para cantores;
- Funções de prática de nuances musicais como: dinâmicas e articulações no âmbito da regência. Gesto x Resposta Sonora;

¹⁴⁹ O ciclo de desenvolvimento e prototipagem para estas funcionalidades — considerando a exploração de campo, testes e programação, por exemplo — consistia em uma possível transgressão de tempo, para a conclusão do tempo doutoral deste autor. Este fator, não diminui a estrutura e a exequibilidade do *Maestro v0.1* aqui exposta, mas serve como percurso para o desenvolvimento das melhorias necessárias a qualquer aparato tecnológico.

¹⁵⁰ “Updates alter the way software functions by fixing bugs, changing features, and modifying the user interface [...]” (Vania; Rashidi, 2016: I).

¹⁵¹ “Software changes. It changes because the requirements change, because a bug is found, or because an optimization is discovered. Whatever the reason, change, in the form of software upgrades, pervades the life cycle of any non-trivial software product. The usual approach to a softwares upgrade involves the developer providing a new executable, the client halting execution of the existing system and restarting with the new” (Stoyle, 2006: I).

¹⁵² Ver sobre: **RS**, tópico 3.1.2.

- Uso do *Maestro* com as mãos livres de objetos de reconhecimento/captura de movimento, como a batuta com infravermelho, por exemplo;
- Inserção de padrões de marcação de compassos mais complexos/robustos como, por exemplo, os padrões de compassos subdivididos;
- Reconhecimento facial para a associação de expressões com o discurso interpretativo musical;
- Acionamento de funcionalidades do sistema por comando de voz;
- Uso do *Maestro* em ambientes de pouca ou sem luminosidade.

5.1.1 A base tecnológica para novos recursos

Inicialmente a estrutura de sensoriamento visual do *Maestro* v0.1 utiliza a *webcam*¹⁵³. Para o seu aprimoramento, tendo em vistas os objetivos pontuados acima, será necessário a utilização de uma câmera de profundidade 3D. São exemplos de câmeras¹⁵⁴ que estão sendo estudadas para a utilização do sistema, o *Kinect* da *Microsoft* e a *Intel RealSense*¹⁵⁵. Uma síntese das características destes dispositivos:

- Uma câmera RGB (Red, Green e Blue), que possibilita o reconhecimento facial do sujeito a sua frente;
- Sensor de profundidade que possibilita o scanner do ambiente em volta do usuário em 3D;
- Possui um processador interno que o torna um dispositivo independente do processamento do computador;
- Microfone interno que é capaz de diferenciar as vozes que estão próximas a ele;
- Possui alta precisão ao detectar pontos de articulação do corpo humano.

¹⁵³ Seja um computador *desktop* ou *laptop*.

¹⁵⁴ Siena *et al* (2018: 02), resume um conjunto de câmeras disponíveis no mercado. “Creative Senz3D (Creative Technology Ltd., Singapore) Asus Xtion Pro Live (AsusTek Computer Inc., Beitou District, Taipei, Taiwan), OptiTrack MoCap (NaturalPoint, Inc., USA), Vicon Infineon 3D Image Sensor (REAL3™ Gesture Control) (Vicon Motion Systems Ltd., Oxford, UK) and ZED Stereo Camera (Stereolabs Inc. San Francisco, CA, USA)”.

¹⁵⁵ A escolha por estas duas possibilidades, está também coligada a facilidade de encontrar para adquirir, em relação as câmeras do tópico anterior.

As especificações remissivas de três versões da câmera *Intel RealSense* são explicitadas na tabela abaixo:

Tabela 14: Especificações técnicas da câmera *Intel RealSense*.

	Intel RealSense F200	Intel RealSense R200	Intel RealSense SR300
RGB Camera (Pixel)	1080p at 30 FPS	1080p at 30 FPS	1080p at 30 FPS, 720p at 60 FPS
Depth Camera (Pixel)	Up to 640 × 480 at 60 FPS (Fast VGA, VGA), HVGA at 110 FPS	640 × 480 resolution at 60 FPS	Up to 640 × 480 at 60 FPS (Fast VGA, VGA), HVGA at 110 FPS
RGB Colour Field Of View	43°,70°,77°	77°×43°×70°	41.5°,68°,75.2°
Infrared Field Of View	59°,73°,90°	70°×46°×59°	55°×71.5°×88°
Approx. price (USD)*	140	180	110
SDK Status	Discontinued	Discontinued	SDK 2.0 Capable & Support Active (GitHub)
3D Camera Features			
Effective Range	0.2 m – 1.2 m	0.4 m to 2.8 m	0.2 m – 1.2 m
Texture Mapping	Yes	Yes	Yes
World Mapping	Yes	Yes	Yes
Person Tracking	No	Yes	Yes

Fonte: Siena *et al* 2018: 04

O *Kinect* da *Microsoft* possui as seguintes especificações técnicas:

Tabela 15: Especificações técnicas do *Kinect* da *Microsoft*.

	Kinect 1.0	Kinect 2.0
RGB camera (pixel)	1280 × 1024 or 640 × 480	1920 × 1080
Depth camera (pixel)	640 × 480	512 × 424
Max depth distance (m)	4.0	4.5
Min depth distance (m)	0.8	0.5
Horizontal FOV (degrees)	57	70
Vertical FOV (degrees)	43	60
Tilt motor	Yes	No
Skeleton joint define	20	26
Full skeleton tracking	2	6
USB	2.0	3.0
Price (€)	80	199

Fonte: Pagliari; Livio, 2015: 27572.

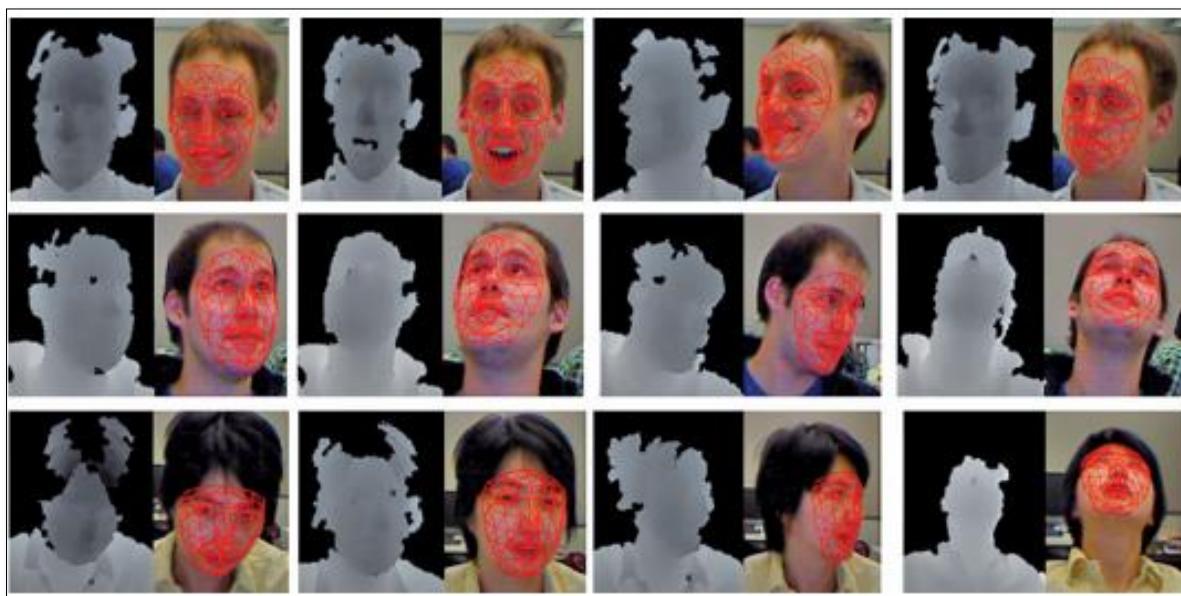
As câmeras de profundidade 3D, vem sendo alvo de pesquisas em diversos âmbitos acadêmicos dada as suas especificidades técnicas, permitindo a combinação, análise e aprofundamento sobre dados visuais captados¹⁵⁶. As suas especificidades permitem arquitetar o conjunto de estruturas conceituais das futuras atualizações do *Maestro v.01*.

¹⁵⁶ Constituem outros exemplos de utilização deste recurso tecnológicos em outros campos: Monitoramento de saúde em pesquisas clínicas (Siena *et al* 2018); “estimativas biométricas corporais como: peso, sexo ou altura” (Zhang, 2012; 2010) e na fisioterapia (Duarte *et al* 2014; Haas *et al* 2015).

5.2 Nova perspectiva de sensoriamento visual

Como fica explicitado em comum no discurso de autores como Farberman (1997), Rudolf (1994) e Schuller (1997), por exemplo, o regente se vale de um conjunto de expressões fisionômicas que ajudam a completar a transmissão do conteúdo interpretativo-musical. Dentro desta perspectiva está a expressão facial. Com a utilização das câmeras de profundidade 3D é possível realizar o reconhecimento facial.

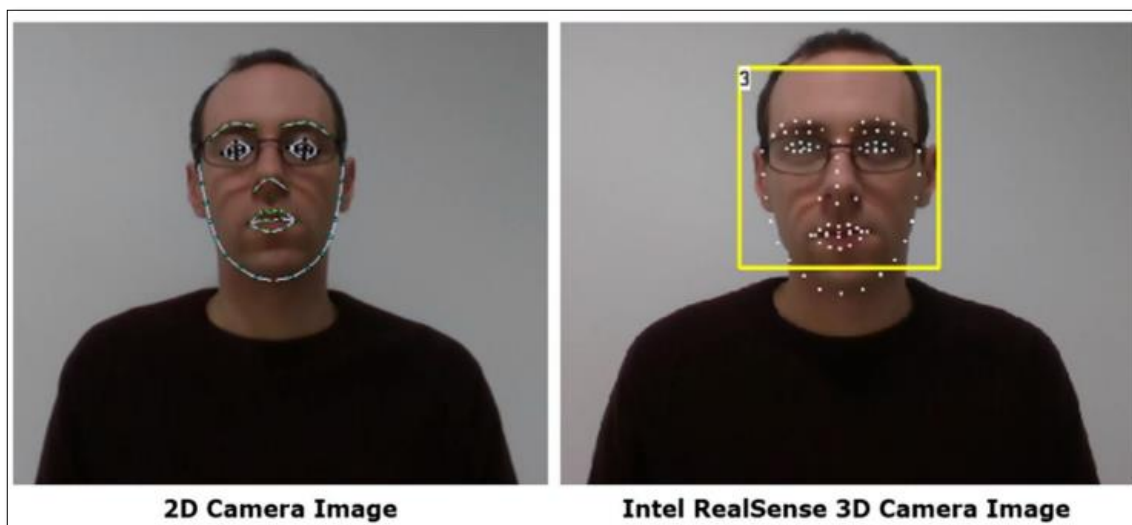
Exemplo 96: Reconhecimento da expressão facial com *Kinect*.



Fonte: Zeng, 2012: 08.

A utilização da câmera 3D possibilita não somente a captura da expressividade facial em diversos ângulos e movimentos — conforme visto no exemplo acima — como permite que não ocorram perdas dos pontos desta captura, caso o usuário esteja utilizando óculos ou em movimento corporal. No exemplo abaixo, o rastreamento sensorio visual capta a posição dos olhos ajustando o refinamento de acordo com eles abertos ou fechados (Siena *et al* 2018).

Exemplo 97: Reconhecimento da expressão facial com Intel RealSense.

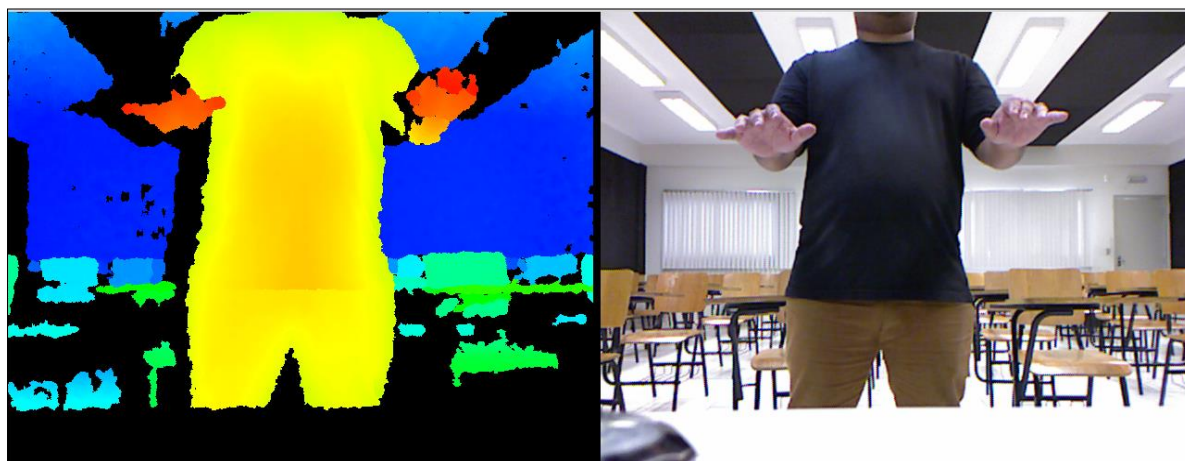


Fonte: Siena *et al* 2018: 04

Esta potencialidade permite associar as expressões faciais com discursos musicais. Expressões que remetam a intencionalidade de dinâmicas, ou de alterações de tempo com movimentos incisivos da cabeça.

Com estas câmeras pode ocorrer a prática técnica da regência sem a utilização de objetos para o sensoriamento visual dos movimentos.¹⁵⁷

Exemplo 98: Leitura gestual em infravermelho com câmera 3D.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Visualizando o exemplo acima, no quadro da direita temos a imagem *in natura* captada pelo *Kinect*. Na esquerda temos a leitura em infravermelho — realizada em simultâneo com o quadro

¹⁵⁷ No caso do *Maestro v0.1* foi utilizado uma esfera com uma luz (*LED*) para realizar este procedimento.

da direita pelo próprio *Kinect*. As mãos por estarem mais próximas do aparelho, identificadas em vermelho. O corpo em *dégradé* — verde para o amarelo — é relativo à proximidade com a câmera. Se estivesse mais próximo como as mãos, certamente chegaria à coloração vermelha.

No exemplo anterior foi evidenciado a utilização da proposta em ambiente com luminosidade. Todavia, para o aluno com deficiência visual, é indiferente se está em local iluminado ou escuro. No exemplo a seguir, é possível ponderar que o realce em vermelho das mãos está mais intenso. Isto nos evidencia a potencialidade e a sensibilidade de uma câmera 3D atuar em ambientes escuros ou com pouca luminosidade.

Exemplo 99: Leitura gestual em infravermelho com câmera 3D.



Fonte: Elaborado pelo autor.

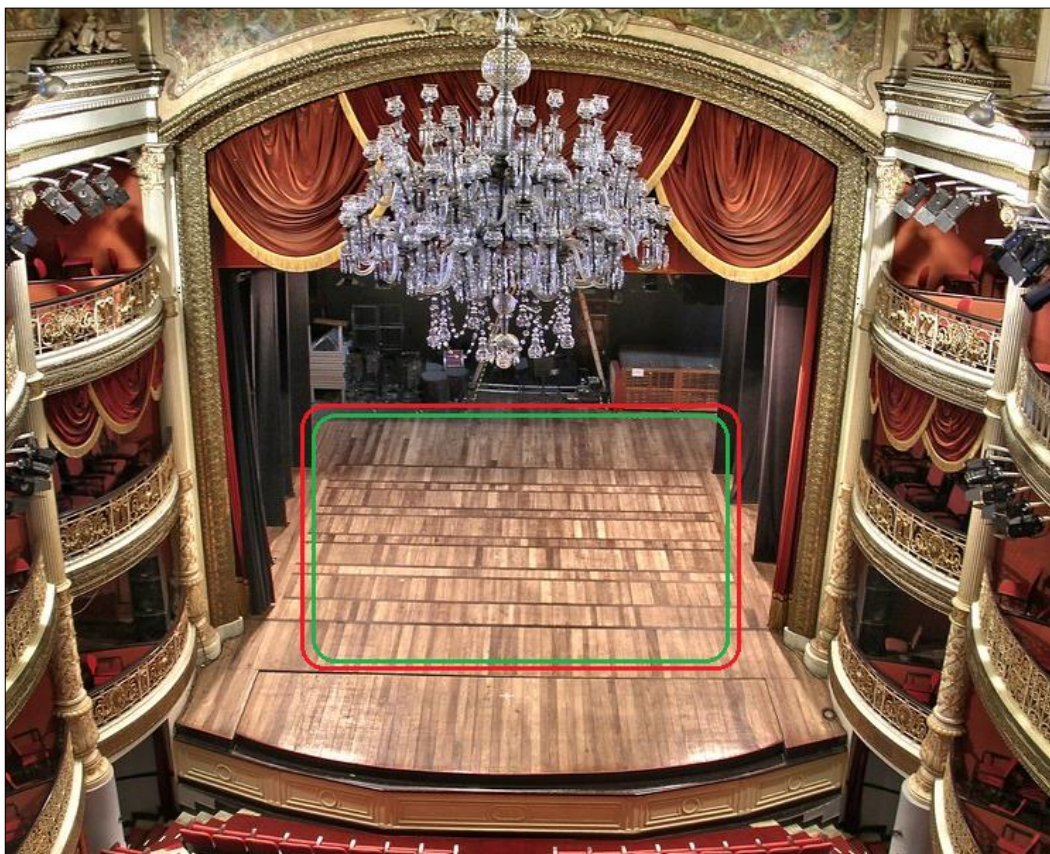
Estas ponderações técnicas, permissíveis através dos recursos tecnológicos exemplificados, permitem que a exploração do rastreamento facial e das mãos, possibilite uma interação mais sensível do usuário com o sistema *Maestro*. Essa perspectiva, consente a exploração técnica de movimentos mais sutis, possibilitando um refinamento técnico-expressivo com o discurso musical.

5.3 Sensoriamento visual corpóreo para cantores e instrumentistas

A sensibilidade de detectar os movimentos corpóreos independentemente da luminosidade do ambiente, permite conjecturar a possibilidade de uso em palcos. Em uma ópera, por exemplo, cena e iluminação são elementos de constante alternância. Nessa vertente musical cantores também são atores, e muitas vezes seus personagens exigem movimentações constantes e

incisivas no palco. Para um intérprete deficiente visual seria uma problemática, tornando-o dependente de um “ator guia” ou teria receio de movimentação por lhe faltar a noção do que se constitui como obstáculo nesse espaço.

Exemplo 100: Delimitação de movimentação no palco.

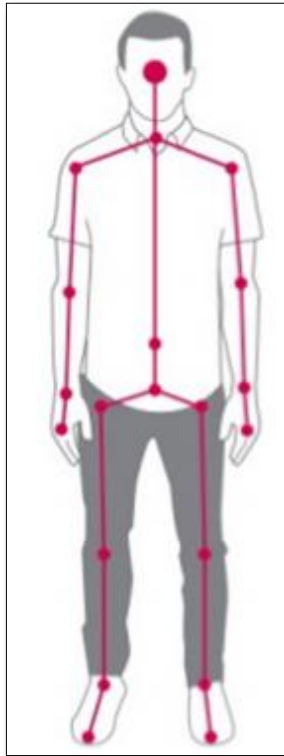


Fonte: fotografia de Ricardo Scholz, 2014.

Com o mesmo princípio utilizado no *Maestro v0.1*, a nova perspectiva também utilizará o *feedback* háptico, transmitindo ao seu usuário a noção de espacialidade. A câmera realiza o mapeamento do espaço, e quando o usuário se aproximasse das delimitações (linhas vermelhas no exemplo acima), o sistema vibracional será acionado, indicando a proximidade dos limites de palco através da intensidade da vibração. Ficará como optativo se este sistema será utilizado como pulseira ou tornozeleira.

Utilizando a câmera como recurso de mapeamento corpóreo, é possível transmitir diretrizes corretivas posturais para instrumentistas. Conforme o exemplo a seguir é possível detectar aproximadamente 20 pontos de articulação.

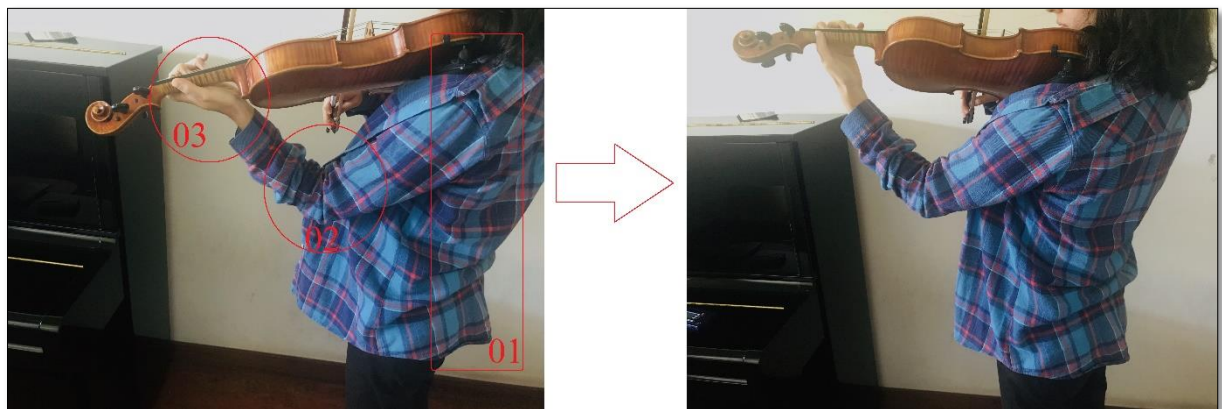
Exemplo 101: Pontos de articulação detectados por uma câmera de profundidade 3D.



Fonte: Siena *et al* 2018: 07.

Com a perspectiva de detecção articulatória, será factível detectar pontos de tensão ao tocar um determinado instrumento, e/ou realizar diretrizes de correção postural. Ao realizar este procedimento analítico, será possível transmitir o *feedback* necessário a correção.

Exemplo 102: Possibilidade de correção postural em um instrumentista.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No exemplo acima, um estudante violinista¹⁵⁸, é possível detectar através do sensoriamento visual três pontos articulatórios que necessitam de *feedback* corretivo (imagem da esquerda).
1) a coluna; 2) o cotovelo; 3) a mão esquerda.

Com o aprimoramento da sequência algorítmica de sensoriamento visual do *Maestro v0.1*, será possível realizar as propostas exemplificadas no *corpus* deste capítulo. Possibilitando ao sistema a capacidade de abranger e atuar em outros domínios para além da regência. Sendo, portanto, uma ferramenta capaz de potencializar preceitos metodológicos de ensino-aprendizagem e de performance musical.

¹⁵⁸ Essa perspectiva de atualização poderá ser utilizada por outros instrumentistas, como, por exemplo: pianistas, flautistas ou trombonistas.

CLAUDENDO DICTA: principais conclusões

Então a mulher do médico compreendeu que não tinha qualquer sentido, se o havia tido alguma vez, continuar com o fingimento de ser cega, está visto que aqui já ninguém se pode salvar, a cegueira também é isto, viver num mundo onde se tenha acabado a esperança.
(Saramago, 1998)

O percurso que ora se finaliza, nasceu de reflexões incitadas a partir da realidade vivenciada em classe por este autor. Permitiram a estruturação de aspectos teóricos e práticos que descentralizam a rigidez de estereótipos técnico-performativos e educativo-musicais — notadamente no âmbito da regência — em atitudes metodológicas que tornaram os elementos práticos do campo artístico-musical em tela, acessíveis a alunos deficientes visuais.

Foi comum, ao longo do decurso investigativo, escutar de regentes professores, frases como: “cegos não podem reger”, ou “para que ensinar regência a cegos?”, e ainda, “para ensinar técnica da geometria dos compassos a um aluno cego, basta lhe guiar pela mão”.

Essas alocações exemplificadas, permitiram gerar outras reflexões. O primeiro ponto reflete o quanto nós professores ainda subestimamos a capacidade de aprendizado de um aluno com deficiência; em segundo, ao subestimar o aluno deficiente, o professor se priva de refletir a arquitetura de procedimentos metodológicos que promovam a inclusão e integração deste aluno e, conseqüentemente, coibindo a possibilidade de novas perspectivas pedagógicas para sua própria área. Essas evidenciações sintetizam uma realidade que se mantém atual, em que nos fundamentamos, em relação ao sujeito cego, a partir das concepções e reflexões já baseadas pelo modo de pensar e agir do mundo normovisual.

A somatória desses elementos dialoga com os aspectos evidenciados no primeiro capítulo. O despreparo profissional, seja este, reflexo de alguma lacuna na formação inicial do docente, da descontinuidade de atualização pedagógica em cursos de formação continuada, da deficiente aplicabilidade de preceitos legislativos-educacionais, ou de regentes que atuam mecanicamente em ações artístico-performáticas, impactam no resistir em receber e ensinar alunos com deficiência visual em suas classes de regência. Por consequência, gerando resultados negativos no processo de aprendizagem desses alunos, refletindo em abandono de curso, ou formações musicais com lacunas¹⁵⁹. A questão que se ressaltou, é o quanto nós utilizamos das dificuldades encontradas, como elemento impulsionador para a aquisição e/ou transmissão de novas habilidades e competências.

Esse impulso propiciou pôr em prática concepções que renunciam o viés estático-tradicionista do ensino da regência, traduzidos em recursos que permitiram a ampliação do fator comunicacional, entre regente/professor e alunos com deficiência visual. A régua tátil de

¹⁵⁹ Casos evidenciados nas declarações de alunos e professores no transcurso do primeiro capítulo.

intervalos, a tábua de harmonia braille, e o conjunto de ações de cunho técnico realizadas em classe, constituem exemplos destes meios.

A descentralização do domínio visual, no âmbito da regência, teve sua fagulha inicial provocada por estes caminhos, e fundamentada pela articulação teórica realizada no segundo capítulo. Como visto, a conceptualização da regência se estrutura pelo amálgama dialógico de elementos teóricos e práticos. A ação mental, constituída pela compreensão das ideias musicais contidas no arquétipo de uma composição, é de fundamental relevância no constructo interpretativo de uma determinada obra. Analisar e cruzar as informações obtidas, constituem, por sua vez, uma ferramenta coligada a este fazer, fundamentando assim, caminhos ou decisões performativas a serem tomadas perante a execução da composição. A tradução prática dessa arquitetura teórica, é personificada e expressada pela ação corpórea, responsável por refletir a conduta técnica e artística do regente.

Nessa interação dialógica entre as ações — mentais e corpóreas — a linguagem e o pensamento, raciocínio, memória, percepção, atenção e imaginação, constituem-se exemplos de processos inerentes e atuantes sobre essas ações. Em outras palavras, o aluno, por ser deficiente visual, não é destituído de processos cognitivos, necessitam apenas dos estímulos necessários para alcançarem o desenvolvimento adequado, dos fundamentos técnico-performativos da regência. Logo, desloca-se o eixo da dependência da visualidade, para a aquisição dos conhecimentos técnico-performativos da regência.

A constante prospecção sobre os estímulos necessários a promoção dessa acessibilidade, não se limitou aos recursos metodológicos utilizados nos domínios de classe. Enveredou-se pelo campo tecnológico e se concretizou no sistema *Maestro v0.1*, o qual, seu arcabouço estruturante — descrito no terceiro capítulo — convergiu em propiciar a autonomia necessária a efetivação dos estudos técnico-individuais, através da emissão de *feedbacks* sensoriais.

Os *feedbacks* háptico e auditivo constituem o coração do sistema. São estes estímulos que direcionam a ação técnica do aluno, imprimindo-lhe as informações cabíveis a sua correção técnica. As características estruturantes dos estímulos háptico e auditivo, não se consistiram como fruto peculiar da individualidade deste autor, mas da evidenciação coletiva dos usuários por meio de testes de usabilidade, aproximando-me, portanto, das perspectivas reais do público alvo, ao qual as intenções investigativas se destinaram. Nessa aproximação, tive a constituição do meu olhar fundado pela subjetividade que me coube enquanto “espectador/usuário”, e enraizada pela objetividade que me coube pelo posto autoral. Por meio dessa relação, pude me

voltar juntamente com a equipe do Laboratório de Automação e Robótica da UFRN, para a efetivação estrutural, e dos ajustes necessários para a versão, ora apresentada, do *Maestro v0.1*.

A compleição dos dados apresentados no discurso do quarto capítulo, que evidencia a exequibilidade dos *feedbacks*, permite atribuir a quintessência de ferramenta tecnológica de suporte ao ensino-aprendizagem da regência, ao *Maestro v0.1*. À luz dessa perspectiva, considera-se pontual que:

- O *feedback*, seja de característica háptica ou auditiva, direciona o usuário a corrigir sua ação técnico-gestual;
- O sistema atua no estímulo necessário ao alcance da organicidade técnico-gestual dos padrões de marcação de compasso. Conseqüentemente, equiparando em questões de tempo, alunos deficientes visuais e normovisuais na obtenção orgânica dos movimentos técnicos;
- Potencializa o estudo técnico individual de alunos deficientes visuais, possibilitando a independência de terceiros a lhe visualizar a prática técnica da regência.

Em suma, a resultante tecnológica desta investigação, oferece atributos que colaboram para uma aprendizagem mais significativa da regência. Ficando, de fato evidente, que a mediação da construção de um determinado conhecimento, realizada por recursos tecnológicos, favorece a inserção igualitária de alunos com deficiência visual.

É de fato que as linhas deste percurso investigativo, representam a conclusão de um ciclo, mas se tornam caminho inicial para o aperfeiçoamento do *Maestro v0.1*, em futuras versões. Embora o protótipo esteja numa fase embrionária, o autor acredita, que as análises desenvolvidas fornecem uma base subsidiar para novos procedimentos investigativos, dos quais, venham a envolver o ensino-aprendizagem e a construção técnico-performativa de alunos deficientes visuais, em outros campos do domínio musical, *para além da regência*.

REFERÊNCIAS

- Albin, Cravo. 2016. *Artur Elsner*. In: Dicionário Cravo Albin da Música Popular brasileira. Disponível em: <http://www.dicionariompb.com.br/artur-elsner>. Acessado em 4/4/2016
- Almeida, Maria Nazaré Rocha de. 2013. “O corpo-sujeito numa proposta sensível de ensino do canto: sensibilidade, criatividade e ludicidade na formação do cantor/artista”. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.
- Araújo, Renata Dias Henriques. 2008. “Reflexões sobre o eu corporal em cegos congênitos.” Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Pernambuco.
- Araújo, Gessé José de. 2017. “Um cego aprendendo a ser professor inclusivo”. Monografia de Licenciatura. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Baecker, Ronald M. .2008. “Designing technology to aid cognition”. In: Tenth Annual ACM SIGACCESS Conference on Assistive Technologies.
- Bacelo, Ana Luzia Andrade. 2012. “A integração de pessoas cegas no mercado de trabalho em Portugal”. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- Balachandran, Sasang. 2009. "General Purpose Input/Output (GPIO)". In: ECE 480 Design team 3.
- Barreto, Jorge M. 2002. "Introdução às redes neurais". Laboratório de Conexionismo e Ciências Cognitivas. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Bastos, Aline Furtado; Souza, Gabriela Guerra Leal. Pinto, Talita Peixoto; Souza, Maitê Mello Russo de. Lemos, Thago. Imbiriba, Luís Aureliano. 2013. "Simulação mental de movimentos: da teoria à aplicação na reabilitação motora". In: *Rev Neurocienc* . 21(4): 604-619.
- Bastos, Eduardo Nunes Ferreira. 2007. "Uma rede neural auto-organizável construtiva para aprendizado perpétuo de padrões espaço-temporais". Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Bertini, G; Carosi, P. 1992. "Light Baton: A system for conducting computer music performance. In *Proceedings of the International Computer Music Conference*. 73–76. International Computer Music Association.
- Bevilacqua, Frederic; Guédy, Fabrice; Schnell, Norbert; Fléty, Emmanuel; Leroy, Nicolas. 2007. "Wireless Sensor Interface and Gesture-follower for Music Pedagogy". In: *Proceedings of the 7th International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME '07)*. ACM, New York, NY, USA.
- Beyer, Hugo Otto. 2002. “Integração e inclusão escolar: reflexões em torno da experiência alemã”. *Rev. Bras. Ed. Esp* 8. V. 2.
- Bhargava, Aditya Y. *Entendendo Algoritmos: um guia ilustrado para programadores e outros curiosos*. São Paulo: Nowatec.

- Biografias y vidas*. 2016. Gabriel Bergogna. In: *Biografias y vidas: la enciclopédia biográfica em línea*. Disponível em: <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/b/bergogna.html>. Acessado em 9/5/2016.
- Borges, Maria Célia, Helena de Ornellas Sivieri Pereira, e Orlando Fernández Aquino. 2012. “Inclusão versus integração : a problemática das políticas e da formação docente”. *Revista Iberoamericana de Educación*, nº 1681–5653: 1–10.
- Bradski, G. 2000. *The OpenCV Library*. In: *Dr. Dobb’s Journal of Software Tools*.
- Brandão, Juliana Mendanha; Mahfoud, Miguel; Gianordoli, Ingrid Faria. 2011. “A construção do conceito de resiliência em psicologia: discutindo as origens”. *Paidéia*. nº 49. V21.
- Brasil. 1961. Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. LDB 4.024, de 20 de dezembro de 1961.
- . 1971. Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. LDB 5.692, de 11 de agosto de 1971.
- . 1989. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. *Lei Nº. 7.853*, de 24 de outubro de 1989.
- . 1996. Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. LDB 9.394, de 20 de dezembro de 1996.
- . 1999. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. *Decreto nº 3.298*, de 20 de dezembro de 1999.
- . 2001. Ministério da Educação. *Lei nº 10.172*, de 09 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências.
- . 2011. Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência. *Decreto nº 7612/2011*.
- . 2011. Decreto nº 7.611, de 17 de novembro de 2011. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/d7611.htm. Acessado em: 18/06/2018
- . 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da pessoa com deficiência). *Lei nº 13.146/2015*.
- . 2018. Lei nº 13.632, de 6 de março de 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13632.htm. Acessado em: 18/06/2018.
- . 1994. *Declaração de Salamanca e linha de ação sobre necessidades educativas especiais*. Brasília: UNESCO. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>. Acessado em: 18/06/2018.

- Brewster, Stephen. 2003. "Nonspeech auditory output". In: Sears, Andrew; Jacko, Julie A. *The Human-Computer Interaction Handbook: fundamental, evolving technologies and emerging applications*. New York: CRC Press.
- Bruegge, Bernd; Teschner, Christoph; Lachenmaier, Peter; Fenzl, Eva; Schmidt, Dominik; Bierbaum, Simon. Pinocchio. 2007. "Conducting a virtual symphony orchestra". Universidade Técnica de Munique. V4.
- Brush, Barbara L; Kirk, Keri; Gultekin, Laura. 2001. "Overcoming: A Concept Analysis". Wiley Periodicals. nº3. V46.
- Busarello, Raul Inácio; Biegging, Patrícia; Ulbricht, Vânia Ribas. 2015. Sobre educação e tecnologia: conceitos e aprendizagem. São Paulo: Pimenta Cultural.
- Buxton, W; Reeves, W; Fedorkov, G; Smith, K. C; Baecker, R. 1980. A microprocessor-based conducting system. In: *Computer Music Journal*. V4. 8–21.
- Caetano, Rosiméry Teresinha Balestieri. 2012. "A Inclusão: o aluno cego e a formação de professores". Monografia de Especialização. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Campos, Daniela Maria Ferreira. 2018. "Formação continuada na perspectiva da consultoria colaborativa: contribuições no contexto da inclusão escolar daniela maria ferreira campos". Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás.
- Canejo, Elizabeth. 2005. "Introdução ao sistema braille". Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação. FAETEC - Fundação de Apoio à Escola Técnica.
- Carrolo, Ana José Pinto. 2009. "Corpo , Música e Invisibilidade : Interação e Sincronia Na Música de Conjunto". Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- Carroll, John M. 2002. "Introduction: Human-Computer Interaction, the past and the present. In: Carroll, John M. (Org.). *Human-Computer Interaction: in the new millennium*. New York: Acm Press.
- Carvalho, Janice Guimarães; Fernandes, Jorge Manuel Gomess A. 2007. "Um olhar sobre o corpo (do) cego". Dissertação de Mestrado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Cartilha do Censo. 2010. "Pessoas com deficiência". In: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- CAT - Comitê de Ajudas Técnicas. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. 2008. Ata da Reunião VII, de dezembro de 2008. Disponível em: http://www.comunicacaoalternativa.com.br/artigoscientificos/Ata_VII_Reuni%C3%A3o_do_Comite_de_Ajudas_T%C3%A9cnicas.pdf?attredirects=0&d=1. Acessado em: 23/05/2016.
- Oliveira, Luiza Maria Borges. 2012. "Cartilha do censo 2010: Pessoas com deficiência". In:

- Secretaria dos direitos humanos da presidência da república. Brasil.
- Cezaro, Thais Ferreira. 2014. “Música – um caminho para ajudar deficientes visuais a aprenderem”. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo.
- Chow, Alan Y. 2013. "Retinal prostheses development in retinitis pigmentosa patients progress and comparison". In: Asia-Pacific Journal of Ophthalmology. nº4. V2.
- Clapan, Elena S; Hamza-Lup, Felix G. 2008. "Simulation and training with haptic feedback – a review". In: International Conference on Virtual Learning.
- Costa, Mariana Cardoso Meireles da. 2013. “Educação especial e inclusiva: Aproximações entre Brasil e Portugal.” Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- Costa, Susana. 1998. “Maestro Gabriel Francisco Bergogna Primer director de orquesta no vidente en la historia de la música”. 1998. <http://www.devotohistoria.com.ar/MaestroGabrielBergona.htm>.
- Correio Popular da Zona Norte. 2011. Maestro João Maria Bezerra. Natal. Correio Popular da Zona Norte. Acesso ao acervo pessoal do Mestre João Maria Bezerra no dia 21/03/2016 em sua residência situada na Zona Norte da cidade do Natal-RN (Brasil).
- Cunha, Glória; Martins, Maria Cecília. 1998. “Tecnologia, produção & educação musical descompassos e desafinos.” IV RIBIE. nº4.
- Dalmoro, Marlon; Vieira, Kelmara Mendes. 2013. " Dilemas na construção de escalas tipo likert: o número de itens e a disposição influenciam nos resultados?". In: Revista gestão organizacional. V6. - edição especial.
- Damásio, António R. 2011. *E o cérebro criou o homem*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Derrida, Jacques. 2001. *Mal de arquivo: uma impressão freudiana*. Rio de Janeiro: Relume Dumará. Tradução de: Claudia de Moraes Rego.
- Dias, Paulo; Sousa, Juliana; Gonçalves, Manuela; Flores, Pedro; Diaz, Julian. 2016. “Atitudes dos pares sobre a inclusão: Contributos da adaptação de um instrumento”. In: *PSICOLOGIA*. nº30. V2.
- Diário de Natal. 2010. Maestro do RN – João Maria. Natal: Diário de Natal. Acesso ao acervo pessoal do Maestro João Maria Bezerra no dia 21/03/2016 em sua residência situada na Zona Norte da cidade do Natal-RN (Brasil).
- Diniz, Débora. 2007. *O que é deficiência*. São Paulo: Brasiliense
- Dix, Alan; Finlay, Janet; Abowd, Gregory; Beale, Russel. 2004. *Human-Computer Interaction*. Essex: Pearson Prentice Hall.
- Dollman, Luke. 2012. “Can conducting be taught?”. Disponível em: <http://symphonyinternational.net/can-conducting-be-taught/>. Acessado em 11/01/2016.

- Donati, Grace Cristina Ferreira; Capellini, Vera Lucia Messias Fialho. 2018. “Consultoria colaborativa no Ensino Superior, tendo por foco um estudante com TEA”. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*. nº13.
- Dorneles, Claunice Maria. 2007. *A contribuição das novas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem do deficiente visual*. Campo Grande, MS: Editora UFMS.
- Drago, Rogério; Manga, Vanessa Pita Barreira Burgos. 2017. “Deficiência visual e formação de professores: para uma revisão conceitual”. *Crítica Educativa*. nº3. V3.
- Duarte, Nuno; Postolache, Octavian; Scharcanski, Jacob. 2014. "KSGphysio – kinect serious game for physiotherapy" In: International Conference on Electrical and Power Engineering (EPE 2014) Iasi, Romênia.
- Duarte, Emerson Rodrigues. 2009. “A inclusão de pessoas com deficiência nas instituições de ensino superior e nos cursos de educação física de juiz de fora pede passagem. e agora?”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora.
- Evans, Ruth; Mustill, Tom. 2019. "Magic baton helps blind musicians feel conductor". In: BBC news. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/av/stories-46994209/magic-baton-helps-blind-musicians-feel-conductor>. Acesso em: 05/06/2019.
- Evans, Laura. 2019. "Introducing the haptic baton". In: Paraorchestra. Disponível em: <http://paraorchestra.com/introducing-haptic-baton/>. Acessado em: 5/06/2019.
- Farberman, Harold. 1997. *The art of conducting technique: a new perspective*. Flórida: Warner Bros.
- Fajardo, Indinalva Nepomuceno; Minayo, Maria Cecilia de Souza; Moreira, Carlos Otávio Fiúza. 2010. “Educação escolar e resiliência: política de educação e a prática docente em meios adversos”. Ensaio: aval. pol. públ. Educ: Rio de Janeiro. nº69. V18.
- Ferneda, Edberto. 2006. "Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação". In: Neural networks. Information retrieval. Adaptive systems. nº01. V35.
- Ferreira, Aurélio Buarque de Holanda. 2004. *Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa*. Curitiba: Positivo.
- Filidoro, Norma. 2001. “Aaptações Curriculares”. In *Escritos da Criança*. V6. Porto Alegre: Centro Lydia Coriat.
- Fiebrink, Rebecca. Trueman, Daniel. Britt, Cameron. Nagai, Michelle. Kaczmarek, Konrad. Early, Michael. MR Daniel. Hege, Anne. Cook, Perry. 2010. "Toward understanding human-computer interaction". In *Composing the instrument*. Princeton University. Department of Computer Science, Department of Music.
- Fujinaga, Ichiro; Tobey, Forest. 1996. “Extraction of Conducting Gestures in 3D Space”. Disponível em: <http://quod.lib.umich.edu/cgi/p/pod/dodidx?c=icmc;idno=bbp2372.1996.092>. Acessado em: 20/04/2016.

- Galvão, Teófilo Alves. 2013. "A construção do conceito de tecnologia assistiva: alguns novos interrogantes e desafios". *Revista entre ideias: Salvador*. nº1. V2.
- . 2004. "Ambientes computacionais e telemáticos no desenvolvimento de projetos pedagógicos com alunos com paralisia cerebral". Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia.
- Gargiulo, R M. 2003. "Education on contemporary society: an introduction to exceptionality". *Thomson Learning: United Station*.
- Glat, Rosana; Leila Macedo Brarela Blanco. 2007. "Educação especial no contexto de uma educação inclusiva". In: Glat, Rosan (Org). *Educação especial no contexto de uma educação inclusiva*. Rio de Janeiro: 7 Letras.
- Gonzatto, Rodrigo Freese. 2018. "Usuarios e produção da existência: contribuições de alvaro vieira pinto e paulo freire à interação humano-computador". Tese de Doutorado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Gordon, Lewis. 1989. *Choral director's rehearsal and performance guide*. New York: Parker.
- Greco, Musso. 2011. "Os espelhos de Lacan". In: *Opção Lacaniana online nova série*, Ano 2. V6.
- Guerreiro, Rui Miguel Marques. 2014. "O processo ensino-aprendizagem do violino a crianças cegas". Dissertação de Mestrado. Instituto Politécnico de Lisboa. Escola Superior de Música de Lisboa.
- Haas, Dominik; Phommahavong, Somphong; Yu, Jing; Krüger-Ziolek, Sabine; Möller, Knut; Kretschmer, Jörn. 2015. "Kinect based physiotherapy system for home use". In: *Biomedical Engineering*. V1.
- Hoare, V. Hinze. 2007 "Review and analysis of human computer interaction (hci) principles". In: Southampton University.
- Houaiss, Antônio; Villar, Mauro Salles. 2015. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva.
- Hymas, Charles. 2019. "Hi-tech batons allow blind musicians to follow conductor for first time". In: *The Telegraph*. Disponível em: <https://www.telegraph.co.uk/news/2019/01/15/hi-tech-batons-allow-blind-musicians-follow-conductor-first/>. Acesso em: 05/06/2019.
- Idol, Lorna, Phyllis Paolucci-Whitcomb, e Ann Nevin. 2000. "Collaborative consultation". In: Austin, Texas: Pro-Ed.
- Ilmonen, T; Takala, T. 1999. "Conductor following with Artificial Neural Networks". In *Proceedings of the International Computer Music Conference*. International Computer Music Association.

- Imran, Mohammad; Alghamdi, Abdulrahman A; Ahmad, Bilal. 2016. "Software engineering: architecture, design and frameworks". In: IJCSMC. n°3. V5.
- Ings, Simon. 2008. *O olho: uma história natural da visão*. São Paulo: Larousse.
- Irmen, Friedrich. 1968. *Langenscheidts Taschenwörterbuch der portugiesischen*. Joachim Neuss: Wörterbuch der Rechts- und Wirtschafts.
- Issariyakul, Teerawat; Hossain, Ekram. 2008. *Introduction to network simulator NS2*. New York: Springer.
- Iwata, Hiroo. 2003. "Haptic Interfaces". In: Sears, Andrew; Jacko, Julie A. *The Human-Computer Interaction Handbook: fundamental, evolving technologies and emerging applications*. New York: CRC Press.
- Johnson, Peter. 1994. *Human Computer Interaction: psychology, tasky analysis and software engineering*. UK: McGraw-Hill.
- Julião, José Nicolão. 2007. "A experiência da superação em Assim Falou Zaratustra". Revista: o que nos faz pensar. n°21.
- Jurado, S. Garrido; Salinas, R. Munoz; Cuevas, F.J. Madrid; Carnicer, R. Medina. 2016. "Generation of fiducial marker dictionaries using mixed integer linear programming". In: *Pattern Recognition*. V51.
- Kampwirth, Thomas J. 2003. *Collaborative consultation in the schools: effective practices for students with learning and behavior problems*. New Jersey: Merrill Prentice Hall.
- Karray, Fakhreddine. Alemzadeh, Milad. 2008. "Human-Computer Interaction: Overview on State of the Art". In: International journal on smart sensing and intelligent systems. n°1. V1.
- Kassar, Mônica de Carvalho Magalhães. 2014. "A formação de professores para a educação inclusiva e os possíveis impactos na escolarização de alunos com deficiências". *Cad. Cedes*.
- Keane, D; Gross, P. 1989. "The MIDI baton". In: *Proceedings of the International Computer Music Conference*.
- Keller, Helen. 2001. *A história da minha vida*. São Paulo: Edições Waldorf.
- Kolesnik, Paul. 2004. "Conducting Gesture Recognition, Analysis and Performance System". Dissertação de Mestrado. McG ill University.
- Krolick, Bettye. 2004. *Novo manual internacional de musicografia em Braille*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial.
- Krenker, Andrej; Bester, Janez; Kos, Andrej. 2011. "Introduction to the artificial neural networks". In: Kenji Suzuki, editor. *Artificial Neural Networks*. IntechOpen, Rijeka.

- Krüger, Susana Ester. 2006. "Educação musical apoiada pelas novas Tecnologias de Informação e Comunicação: pesquisas, práticas e formação de docentes." Revista da ABEM.
- Kuniavsky, Mike. 2003. "User experience and HCI". In: Sears, Andrew; Jacko, Julie A. *The Human-Computer Interaction Handbook: fundamental, evolving technologies and emerging applications*. New York: CRC Press.
- Laboissière, Marília. 2007. *Interpretação musical: a dimensão recriadora da "comunicação" poética*. São Paulo: Annablume.
- Lacan, Jacques. 2006. *O seminário, livro 16: de um outro ao outro*. Rio de Janeiro: Zahar.
- . 1998. *O estádio do espelho como formador da função do eu*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- . 1994. *O seminário, livro 4: a relação de objeto*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Lafon, Beaudoin. Mackay, Wendy. 2005. *Designing interaction techniques for overlapping*. New York: Lawrence Associates.
- Lathi, B. P. 2009. *Linear Systems and Signals*. New York: Oxford University Press.
- Lepecki, André. 2010. "The body as archive: will to re-enact and the afterlives of dances". Cambridge: Dance Research Journal. 42/2 Winter.
- Le Breton, D. 2011. *Antropologia do corpo e modernidade*. Petrópolis: Editora Vozes.
- Lima, Erickinson Bezerra de. 2017. A Regência e seu Ensino Técnico Basilar para um Discente Cego. In: *XI Conferência Latino-Americana de Educação Musical - ISME - International Society for Music Education*: Natal.
- . Silva, Bruno; Barbosa, Camila; Santana, Luiz Felipe; Santana, Orivaldo. 2018. "Human gesture evaluation with visual detection and haptic feedback". In *Proceedings of Brazilian Symposium on Multimedia and the Web*. Salvador, BA: Brazil. (WebMedia'2018).
- Lima, Sonia Regina Albano de. 2013. "Música e memória emotiva". In: Lima, Sonia Regina Albano de. (Org). *Memória, performance e aprendizado musical: um processo interligado*. São Paulo: Paco Editorial.
- Lima, Erickaline Bezerra de; Ciotti, Naira. 2015. "O corpo do crítico de arte: a prática analítica na contemporaneidade". In: Telles, Narciso. 2015. *Artes da Cena: processos e práticas*. Jundiaí: Paco Editorial.
- Louro, Viviane. 2012. *Fundamentos da aprendizagem musical da pessoa com deficiência*. Colaboradores: Luís Alonso e Sidney Molina. São Paulo: Editora Som.
- Lumley, John; Springthorpe, Nigel. 1989. *The art of conducting: a guide to essential skills*. London: Rhinegold.

- Machado, Andréa Carla; Almeida, Maria Amélia. 2014. "Efeitos de uma Proposta de Consultoria Colaborativa na Perspectiva dos Professores". *Meta: Avaliação*.
- Mantoan, Maria Teresa Eglér. 1997. "A Inclusão Escolar de Deficientes Mentais: contribuições para o Debate". *Revista Integração*.
- . 1998. "Integração x inclusão: educação para todos". *Pátio 5*.
- Marques, Sarah Barreto. 2016. "Sinestesia das Pessoas Cegas: Novas Possibilidades de Informação". Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Marrin, T; Paradiso, J. 1998. "The Conductors Jacket: A device for recording expressive musical gestures" In: *Proceedings of the International Computer Music Conference*.
- . 1997. "The Digital Baton: A versatile performance instrument". In *Proceedings of the International Computer Music Conference*.
- Marroni, Lílian Saldanha. 2002. "Aplicação da transformada de Hough para localização dos olhos em faces humanas". Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
- Mateus, Mário. 2009. "Gestualidade e expressão musical Estudo experimental sobre a aplicação da teoria do movimento de Rudolf Laban na aprendizagem da regência e seus efeitos na performance e na expressividade musical". Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro.
- Mauá, Paulo Eduardo. 2017. "Ensino de música para cegos sem braile: desafio ou loucura? a eficácia do ensino de música para adultos com deficiência visual adquirida sem conhecimento de musicografia braile". Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Educação e Ciências Sociais Instituto Politécnico de Leiria.
- MEC/SECADI. 2014. "Política nacional de educação especial na perspectiva da educação inclusiva". In: Ministério da Educação. Governo brasileiro.
- Melo, Isaac Samir Cortez de. 2011. "Um estudante cego no curso de licenciatura em música da UFRN: questões de acessibilidade curricular música da UFRN. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Melo, João Luiz Glovacki Graneman de. 2012. "Mini curso Arduino". Documento do curso de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Paraná.
- Mendes, Sandrine Alves. 2009. "FlexiXML: um animador de modelos de interfaces com o utilizador". Dissertação de Mestrado. Universidade do Minho.
- Merleau-Ponty, Maurice. 1999. *Fenomenologia da percepção*. Tradução de Carlos Alberto Ribeiro de Moura. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes.
- . 1997. *O olho e o espírito*. Tradução de Luis Manoel Bernardo. 2. ed. Lisboa: Veja.
- Moreira, Caio Cesar. 2013. "Software para prática de regência coral". Dissertação de Mestrado.

Universidade de São Paulo.

- Morise, Masaroni; Yokomori, Fumiya; Ozawa, Kenji. 2016. "Wolrd: a vocoder-based high quality speech synthesis system for real-time application". In: *IEICE TRANS. INF & SYST.* n°7. V99.
- Mota, Suzana Viana. 2019. "Interface humano-computador baseada em visão computacional: uma solução para pessoas com tetraplegia". Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.
- Murphy, D; Andersen, T. H; Jensen, K. 2003. "Conducting audio files via Computer Vision. In: *Proceedings of the 2003 International Gesture Workshop*, Genoa, Italy.
- Netto, Aloysio Augusto Tahan de Campos; Colafêmima, José Fernando. 2010. "Movimentos sacádicos em indivíduos com alterações cerebelares". In: *Brazilian Journal of otorhinolaryngology*.
- Nunes, Sylvia; Lomônaco, José Fernando Bitencourt. 2010. "O aluno cego: preconceitos e potencialidades". *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional SP.* n°1 V14.
- Oliveira, Leonardo Augusto Cardoso de. 2013. "O deficiente visual em contato com a música". Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas.
- O'Malley, Marcia K., and Abhishek Gupta. 2008. "Haptic Interfaces." In *HCI Beyond the GUI*. Elsevier Inc.
- Pareyson, Luigi. 2001. *Os problemas da estética*. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes.
- Paulon, Simone Mainieri, Lia Beatriz de Lucca Freitas, e Gerson Smiech Pinho. 2005. *Documento subsidiário à política de inclusão*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial.
- Pagliari, Diana; Livio, Pinto. 2015. "Calibration of kinect for xbox one and comparison between the two generations of microsoft sensors" In: *Journal Sensors*.
- Phillips, Kenneth Harold. 2004. *Directing the choral music program*. New York: Oxford University Press.
- Piotto, Alba. 1998. "Debuta el primer diretor de orquesta ciego del mundo". Argentina.
- Pitanga, Artur Vandrê; Vandenberghe, Luc. 2009. "Resiliência humana reflexões sobre a superação de adversidades". Pontifícia Universidade Católica de Goiás.
- Poletto, Michele; Koller, Sílvia. H. 2006. "Resiliência: Uma perspectiva conceitual e histórica". In: Dell'Aglio, Débora. Koller, Sílvia; Yunes, Maria. (Org.). *Resiliência e psicologia positiva: Interfaces do risco à proteção*. São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Porto, Eline. 2005. *A corporeidade do cego: novos olhares*. São Paulo: Editora Unimep.

- Qiu, Shi; Han, Ting; Osawa, Hirotaka; Rauterberg, Matthias; Hu, Jun. 2018. "HCI design for people with visual disability in social interaction". In: Springer International Publishing AG, part of Springer Nature. LNCS 10921.
- Ramirez, Francisco Romero; Muñoz-Salinas, Rafael; Medina-Carnicer, Rafael. 2018 "Speeded up detection of squared fiducial markers". In: *Image and Vision Computing*. nº6. V76.
- Reich, Howard. 1987. "Memory Serves As The Concertmaster For A Blind Conductor." *Chicago Tribune*. Disponível em: http://articles.chicagotribune.com/1987-01-04/entertainment/8701020709_1_cleveland-orchestra-george-szell-blindnes. Acessado em 22/04/2016.
- Reis, Sacha; Metzger, Andreas; Pohl, Klaus. 2007. "Integration testing in software product line engineering: a model-based technique". In: FASE 2007. LNCS 4422.
- Resolução nº193. 2010. "Sobre o atendimento educacional a estudantes com necessidades especiais na UFRN." Disponível em: <http://www.caene.ufrn.br/legislacao.php>. Acessado em: 18/04/2016.
- Rigo, Wanderson. 2004. "Componentes da interface grafica da linguagem java". Programa de educação tutorial em ciências da computação. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Rogers, Yvonne. 2004 "New Theoretical Approaches for Human-Computer Interaction". In: Annual Review of Information Science and Technology. nº1. V38.
- Rudolf, Max. 1994. *The grammar of conducting: a comprehensive guide to baton technique and interpretation*. California: Schirmer, Thomson Learning.
- Sacks, Oliver. 2010. *O olhar da mente*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Sadato, Norihiro; Okada, Tomohisa; Honda, Manabu; Yonekura, Yoshiharu. 2002. "Critical period for cross-modal plasticity in blind humans: a functional MRI study". In: *NeuroImage*. nº16.
- Sant'Anna, Claudia Maria Monteiro. 1995. "Uma prática com o coral de deficientes visuais do Instituto Benjamin Constant." Monografia de Licenciatura. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.
- Saramago, José. 1998. *Ensaio sobre a cegueira*. 8ª ed. São Paulo: Companhia das Letras.
- Scherchen, Hermann. 1989. *Handbook of conducting*. New York: Oxford.
- Schmidt, Dominik; Smailagic, Asim; Dannenberg, Roger B; Siewiorek, Daniel P. 2007. "Learning an orchestra conductor's technique using a wearable sensor platform". In: 11. Simpósio Internacional do IEEE em Wearable Computers.
- Scholz, Ricardo. 2014. "Fotografia do palco do Teatro Santa Isabel". Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/ricardoscholz/15023244571/>. Acessado em: 06/09/2019.
- Schuller, Gunther. 1997. *The complete conductor*. New York: Oxford University Press.

- Shi, Yun Q; Sun, Huifang. 2000. *Compression for multimedia engineering: fundamentals, algorithms and standards*. Washington DC: CRC Press.
- Siena, Francesco Luke; Byrom, Bill; Watts, Paul; Breedon, Philip. 2018. "Utilising the Intel RealSense Camera for Measuring Health Outcomes in Clinical Research". In: *Journal of Medical Systems*, Springer.
- Silva, Márcia Altina Bonfá da. 2016. "A atuação de uma equipe multiprofissional no apoio à educação inclusiva". Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de São Carlos.
- Silva, Maria Odete Emygdio da. 2009. "Da Exclusão à Inclusão : Concepções e Práticas". In: *Revista Lusófona de Educação*.
- Silva, Sandra Regina Quadros Moraes da. 2005. "Controle de versões - um apoio à edição colaborativa na web". Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.
- Silva, Altimar Costa da. 2012. "Gestão educacional resiliente: uma proposta para um contexto de mudanças paradigmáticas". Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.
- Silva, Ricardo Pereira e. 2000. "Suporte ao desenvolvimento e uso de frameworks e componentes". Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Silva, Sérgio Leandro Alves da; Tommaselli, Antonio Maria Garcia; Artero, Almir Olivette. 2014. "Utilização de alvos codificados do tipo aruco na automação do processo de calibração de câmaras". In: *Boletim de Ciências Geodésicas - On-Line version*. nº3. V20.
- Simonelli, Angela Paula. 2009. "Contribuições da análise da atividade e do modelo social para a inclusão no trabalho de pessoas com deficiência". Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos.
- Smith, Arfon M; Niemeyer, Kyle E; Katz, Daniel S. 2017. "Journal of open source software (joss): design and first-year review". In: *Journal of Open Source Software (JOSS)*. nº1.
- Souza, Jhonata Serra de; Cardoza, Jorge Alexander Sosa. 2012. "Sensores de imagem digitais CCD E CMOS". In: *VII CONNEPI*. 1-8.
- Souza, Rafael Gorski M; Stadzisz, Paulo César. 2016. "Especificação de requisitos de software baseada em problemas" In: *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*. nº2. V15.
- Sommerville, Ian. 2011. *Engenharia de Software*. Tradução de Kalinka Oliveira e Ivan Bosnic. São Paulo: Pearson Prentice Hall.
- Sonza, Andréa Poletto. (Org.) ... [et al.]. 2013. *Acessibilidade e tecnologia assistiva: pensando a inclusão sociodigital de pessoas com necessidades especiais*. Bento Gonçalves: Ministério da Educação.
- Souza, Catarina Shin Lima de. 2010. "Música e inclusão: necessidades educacionais especiais ou necessidades profissionais especiais?" Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia.

- Stanton, Royal. 1971. *The dynamic choral conductor*. Delaware Water Gap [USA]: Shawnee Press.
- Stoyle, Gareth Paul. 2006. "A theory of dynamic software updates". In: Tese de Doutorado. University of Cambridge.
- Taboada Nina G; Legal, Eduardo J; Machado, Nivaldo. 2006. "Resiliência: em busca de um conceito". *Rev Bras Crescimento Desenvolvimento Humano*. nº. 16.
- Takemoto, Cristiane de Moura Leite. 2007. "A Inclusão e o Ensino Superior". *Revista Científica Faesa*. nº3. V1.
- Taylor, Michael. 2017. *Make Your Own Neural Network: An In-depth Visual Introduction For Beginners*. Independently published.
- Teixeira, Luzimar. 2018. "A deficiência visual". Disponível em: http://ead.ufac.br/ava/pluginfile.php/34277/mod_resource/content/1/Cegueira%20Luzimar%20Teixeira%20DV_3.pdf. Acessado em: 16/05/2018.
- Tércio, Daniel. 2014. "Como (des)construir o corpo-arquivo?". In: *As Artes na Educação*. Chaves: Intervenção – Associação para a Promoção e Divulgação Cultural.
- . 2017. "Arquivar performances ou os paradoxos do corpo-arquivo". *Repertório*, Salvador. nº28
- Tomé, Dolores. 2003. *Introdução à musicografia*. São Paulo: Global, 2003.
- Tsolakidou, Stella. 2012. "Blind Conductor Demetrios Liotsis 'Sees' Through Notes and Music Scores." Disponível em: <http://greece.greekreporter.com/2012/01/13/blindconductor-demetrios-liotsis-sees-through-notes-and-music-scores/>. Acessado em: 22/04/2016.
- Turk, Matthew. 2013. "Multimodal interaction: A review". In: *Pattern Recognition Lett*.
- Usa, S; Mochida, Y. 1998a. "A conducting recognition system on the model of musicians process". In: *Journal of Acoustical Society of Japan*. nº4. V19.
- . 1998b. "A multi-modal conducting simulator". In *Proceedings of the International Computer Music Conference*.
- Vania, Kami; Rashidi, Yasmeeen. 2016. "Tales of software updates:the process of updating software". In: CHI'16. USA.
- Valladão, Maria Luiza. 2001. "Formação continuada para professores que atuam na educação especial". Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- Vasconcelos, Vasco Thudichum. 2016. " Ficheiros de valores separados por vírgulas (CSV)". Documento de Licenciatura em Tecnologias da Informação. Universidade de Lisboa.
- Watzlawick, Jaqueline Aparecida de Arruda. 2011. "As (im)possibilidades da inclusão na

- educação superior”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.
- Wolff, Charllotte. 1966. *Psicologia del Gesto*. Barcelona: Luís Miracle.
- Yunes Maria, Szymanski H. 2001. “Resiliência: noção, conceitos afins e considerações críticas”. In: Tavares J. (Org.). *Resiliência e educação*. 2ª ed. São Paulo: Cortez.
- Zerbeto, Amanda Brait; Lopes, Fernanda Fonseca dos Santos; Montilha, Rita de Cássia Ietto; Gasparetto, Maria Elisabete Rodrigues Freire. 2015. “Atuação de equipe interdisciplinar com escolar que apresenta baixa visão por hipótese diagnóstica de Doença de Stargardt”. *Revista CEFAC* 17.
- Zhang, Zhengyou. 2012. " Microsoft kinect sensor and its effect". In: Published by the IEEE Computer Society.
- . Li, W; Liu, Z. "Action recognition based on a bag of 3d points". In: Proc. IEEE Int'l Workshop on CVPR for Human Communicative Behavior Analysis.

Entrevistas

- Araújo, Pedro. 2017. Entrevista realizada no dia 10/12/2017 às 14 horas na Escola de Música da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, na cidade do Natal - RN (Brasil).
- Carlos, Antônio. 2016. Entrevista realizada no dia 11/03/2016 às 15:35 na Escola de Música da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, na cidade do Natal - RN (Brasil).
- Instrumentista A. 2016. Entrevista realizada no dia 21/03/2016 às 16:15 na residência do maestro João Maria, situada na Zona Norte da cidade do Natal - RN (Brasil).
- Instrumentista B. 2016. Entrevista realizada no dia 21/03/2016 às 16:45 na residência do maestro João Maria, situada na Zona Norte da cidade do Natal - RN (Brasil).
- Moraes. 2018. Entrevista realizada no dia 19/10/2018 às 10:35 durante o I Simpósio em Regência e Interpretação Musical, em Fortaleza - CE (Brasil)
- Pereira, João Maria Bezerra. 2016. Entrevista realizada no dia 21/03/2016 às 14:30 em sua residência situada na Zona Norte da cidade do Natal - RN (Brasil).

ANEXO A

- Manual simplificado do *Maestro v0.1* em braille. Download em:
<https://drive.google.com/open?id=1WSrcQdHWg7gXv8YihBbeNvrX71akovhO>

- Manual simplificado do *Maestro v0.1* em texto.

1. 2019年12月31日，甲公司“应付账款”科目贷方余额为1000万元，其中：应付乙公司账款600万元，应付丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年1月1日，甲公司开始计提坏账准备。2020年12月31日，甲公司“应付账款”科目贷方余额为1000万元，其中：应付乙公司账款600万元，应付丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年12月31日，甲公司计提坏账准备100万元。

2. 2020年12月31日，甲公司“应收账款”科目借方余额为1000万元，其中：应收乙公司账款600万元，应收丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年12月31日，甲公司计提坏账准备100万元。

3. 2020年12月31日，甲公司“预收账款”科目贷方余额为1000万元，其中：预收乙公司账款600万元，预收丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年12月31日，甲公司计提坏账准备100万元。

4. 2020年12月31日，甲公司“预付账款”科目借方余额为1000万元，其中：预付乙公司账款600万元，预付丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年12月31日，甲公司计提坏账准备100万元。

5. 2020年12月31日，甲公司“其他应收款”科目借方余额为1000万元，其中：应收乙公司账款600万元，应收丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年12月31日，甲公司计提坏账准备100万元。

6. 2020年12月31日，甲公司“其他应付款”科目贷方余额为1000万元，其中：应付乙公司账款600万元，应付丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年12月31日，甲公司计提坏账准备100万元。

7. 2020年12月31日，甲公司“长期应收款”科目借方余额为1000万元，其中：应收乙公司账款600万元，应收丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年12月31日，甲公司计提坏账准备100万元。

8. 2020年12月31日，甲公司“长期应付款”科目贷方余额为1000万元，其中：应付乙公司账款600万元，应付丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年12月31日，甲公司计提坏账准备100万元。

9. 2020年12月31日，甲公司“合同资产”科目借方余额为1000万元，其中：应收乙公司账款600万元，应收丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年12月31日，甲公司计提坏账准备100万元。

10. 2020年12月31日，甲公司“合同负债”科目贷方余额为1000万元，其中：预收乙公司账款600万元，预收丙公司账款400万元，均已逾期3个月。2020年12月31日，甲公司计提坏账准备100万元。

10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

1. Introdução

O *Maestro v0.1* auxilia a prática da regência, realizando uma avaliação técnico-gestual dos padrões de marcação dos compassos, com detecção visual e *feedbacks* auditivo e tátil. O objetivo é utilizar o monitoramento de gestos com a detecção visual auxiliada por marcadores, em seguida, enviar *feedback* auditivo ou tátil ao usuário. O software foi idealizado para facilitar o uso por deficientes visuais, com a maioria de suas funcionalidades descritas na janela principal. O *Maestro v0.1* vem acompanhado de uma pulseira responsável por emitir o *feedback* tátil ao usuário, e um *Led* para acoplar em uma batuta para realizar o mapeamento da movimentação gestual. Este manual é baseado na versão 0.1 do software.

2. O *Maestro v0.1*

O programa é composto de somente uma janela, dividida em diferentes seções de interesse, descritas a seguir:

2.1. Exibição de imagem

A seção central do programa é composta pela exibição da imagem do usuário em fluxo de vídeo, sendo gravado e mostrado em uma área retangular no centro da janela. O fluxo de vídeo só é habilitado quando alguma das funções da seção 2.2 é selecionada e permanece habilitado até que essa função pare. Esta seção, quando ativa, também oferece botões para começar e parar uma função previamente selecionada. Este fluxo é responsável por registrar os dados da prática gestual em vídeo ou gráficos.

2.2. seção de gestos

A seção de gestos é composta dos botões principais de: “Treino Livre”, “Treinar Compasso” e “Treinar IMB”. Além dos botões “Salvar Vídeo” e “Gerar Gráfico” que somente serão habilitados quando uma das funções é finalizada.

2.3. seção de *feedback*

A seção de *feedback*, localizada à direita da seção de exibição da imagem, é composta de 3 funcionalidades, das quais somente o “Metrônomo” e a função de “Mudar de idioma” estão sempre disponíveis.

Para qualquer funcionalidade selecionada e configurada para praticar, estará disponível para configuração o tipo de *feedback* que o usuário gostaria de receber do *Maestro v0.1*. Sendo estes:

Retorno tátil: Para controlar o acionamento do *feedback* tátil, o usuário deverá clicar no botão “Começar/Parar” localizado abaixo do título “Retorno tátil”. Para utilizar esta funcionalidade, será necessário colocar a pulseira que acompanha o software. Primeiramente ligar o botão de alimentação, e em seguida selecionar o “retorno tátil”, que de imediato realizará o emparelhamento com software.

Retorno Auditivo: Para controlar o retorno auditivo do programa, logo abaixo do controle do retorno tátil, tem-se as opções de controle. Abaixo do título “Retorno auditivo” é oferecido um *slider* que controla o volume do retorno, além de um botão para controle do estado da reprodução, com o título “Começar/Parar”.

3. Como utilizar.

O programa apresenta em sua tela principal, como apresentado na seção 2, seções retangulares que contém todas suas funcionalidades. Localizando-se no canto superior esquerdo da janela temos a primeira seção com o controle das principais funcionalidades, como mostrado na seção 2.2. Esta seção é utilizada para a seleção do tipo de treino que será realizado pelo usuário. Logo abaixo dessa seção, temos a área da reprodução de imagem, como mostrado na seção 2.1, esta controla o início e fim da funcionalidade previamente selecionada.

A última seção se localiza ao lado da seção de reprodução de imagem, como mostrado na seção 2.3, e trata do controle dos tipos de retorno suportados pelo sistema, nele o usuário controla o *feedback* auditivo, tátil e o metrônomo, além de modificar o idioma do programa entre inglês e português.

Durante essa seção será descrito alguns processos de utilização do programa, seguindo a sequência de seções apresentadas anteriormente.

3.1 Inicialização

A inicialização do programa é caracterizada por uma marcação sonora. Ao final desta marcação, o programa estará pronto para ser utilizado.

A partir dessa inicialização, a seção do metrônomo estará sempre disponível ao usuário, independentemente das outras seções. Ao término de configurar uma das funcionalidades “Treino Livre”, “Treinar Compasso” ou “Treinar IBM”, será emitido uma marcação sonora, avisando ao usuário que a configuração foi realizada de forma correta, assim indicando que estará pronto para a prática.

3.2 Treino livre

Corresponde a uma funcionalidade da prática técnica dos padrões de marcação de compasso, livre de *feedback* háptico ou auditivo - todavia a função dos *feedbacks* estará disponível para uso. Do mesmo modo, o usuário é livre para praticar qualquer geometria de padrão de marcação dos compassos. É aconselhável a prática técnica do gesto nesta funcionalidade após a incorporação precisa do gesto realizada na prática técnica utilizando o *feedback* háptico ou auditivo. Corresponde, em síntese, a uma função para uma prática técnica avançada.

O usuário ao utilizar esta funcionalidade - Treino Livre - terá sua prática técnico-gestual salva em imagem gráfica (JPEG em plano cartesiano), e em vídeo. Quando selecionado o “Treino Livre”, a interface irá abrir uma nova janela, para o usuário informar o nome e o local onde os arquivos de sua prática serão salvos.

3.3 Treinar compasso

É a funcionalidade que permite ao usuário receber o *feedback* necessário de sua prática técnica dos padrões de marcação dos compassos. Ao selecionar esta opção, será habilitada as funções de seleção do *feedback*. Sendo facultada ao usuário a escolha entre o *feedback* háptico (uso da pulseira) ou o *feedback* auditivo (sem o uso da pulseira).

3.3.1 Selecionando o compasso

Ao selecionar “Treinar Compasso” o usuário terá que escolher na guia ao lado o compasso que será praticado. Ao escolher o compasso a ser praticado, o programa carregará os pontos e irá exibí-los na tela da interface Gráfica, para assim calcular a diferença entre movimento executado e movimento pré-gravado e gerar o retorno tátil e/ou auditivo necessário.

3.4 Treinar IBM

Outra função de prática técnica fornecida pelo *Maestro v0.1* é a prática da independência motora dos braços. Esta funcionalidade tem seu acesso da mesma forma que ocorre ao selecionar “Treino Livre” ou “Treinar Compasso”.

4. Metrônomo

Localizado no canto inferior direito da tela, tem a seção que controla todas as ações relacionadas ao metrônomo. Essa seção é composta de um título “Metrônomo”, uma subseção composta de uma caixa editável para selecionar a quantidade de “BPM”, um *slider* para controlar o volume, um botão de começar e parar a reprodução do metrônomo. Caso o usuário deseje inicializar o metrônomo, deve-se editar a caixa para definir o valor do “BPM”, selecionar o volume da reprodução, e em seguida, pressionar no botão de começar com o título “Começar/Parar”.

Botão de tap: Neste treino também é habilitado o botão de tap. Função que associa o click do metrônomo de acordo com a pulsação gestual do padrão de marcação de compasso.

5. Salvar vídeo e Gerar Gráfico

Para iniciar a coleta de dados e gravação do vídeo, o usuário deve pressionar o botão “Começar” localizado imediatamente abaixo tela principal. Logo após clicado, o botão “Começar” será desabilitado, demonstrando que o processo de gravar foi inicializado. Para terminar o processo de gravação, o usuário deve selecionar o botão “Parar”. Ao clicar nesse botão, será considerado que o usuário deseja sair do modo selecionado. Serão habilitados os botões de “Salvar Vídeo” e “Gerar Gráficos”. Também será desabilitado a tela principal, que só será reabilitado quando o programa for configurado para alguma prática. Para confirmar a gravação do vídeo, o usuário deve clicar no botão “Salvar Vídeo”. Para gerar um gráfico mostrando os pontos gravados deve-se pressionar o botão “Gerar Gráfico”. Esta opção irá abrir uma janela com o gráfico, nesta janela há a opção de salvar o gráfico em JPEG.

6. Finalização

Para finalizar o programa, o usuário deve fechar a janela principal do programa.

ANEXO B

- Anuência do Setor de Musicografia Braille e Apoio à Inclusão (SEMBRAIN)
- Modelo do “termo de consentimento livre e esclarecido” utilizado para a participação dos usuários nos testes
- Declaração como coordenador adjunto do projeto de desenvolvimento do protótipo do *Maestro v0.1*



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
ESCOLA DE MÚSICA DA UFRN

CARTA DE ANUÊNCIA

Por ter sido informado verbalmente e por escrito sobre os objetivos e metodologia da pesquisa referente a tese intitulada: "Para além do visível: o uso de uma ferramenta tecnológica como suporte ao ensino da regência para pessoas com deficiência visual", de Erickinson Bezerra de Lima, doutorando em música da Universidade de Aveiro-Portugal, orientando da Profª Drª Helena Maria da Silva Santana, concordo em autorizar a realização da etapa de testes: *feedback* auditivo, *feedback* háptico referentes a usabilidade do protótipo *Maestro v0.1*, com os alunos convidados para a coleta de dados do Projeto de Extensão Universitária da UFRN, intitulado "Projeto Esperança Viva", do Setor de Musicografia Braille e Apoio à Inclusão (SEMBRAIN), da Escola de Música da UFRN.

Esta Instituição está ciente de suas corresponsabilidades como instituição coparticipante da presente etapa de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes de pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

O descumprimento desses condicionamentos assegura-me o direito de retirar minha anuência a qualquer momento da pesquisa.

Natal 06 de março de 2017.


Elizabeth Sachi Kanzaki Ribeiro
Coordenadora Adjunta do SEMBRAIN
Matrícula 1453852

Catarina Shin Lima de Souza
Coordenadora do Setor de Musicografia Braille e Apoio à Inclusão (SEMBRAIN)
Coordenadora do Projeto Esperança Viva



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
ESCOLA DE MÚSICA DA UFRN

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

a) (Para Maiores de 18 anos)

Esclarecimentos

Este é um convite para você participar da pesquisa para coleta de dados da tese intitulada: “Para além do visível: o uso de uma ferramenta tecnológica como suporte ao ensino da regência para pessoas com deficiência visual”, que tem como pesquisador responsável: Erickinson Bezerra de Lima doutorando em música da Universidade de Aveiro-Portugal, sob a orientação da Profª Drª Helena Maria da Silva Santana.

Esta pesquisa pretende possibilitar meios através da construção de novas tecnologias que tornem acessível e diluam a temporalidade do processo de ensino-aprendizagem dos aportes técnicos da regência para discentes cegos.

O motivo que nos leva a fazer este estudo é de diluir o nível de dependência da pessoa com deficiência visual na aquisição das competências, na prática destas competências e no estudo individual acerca dos aportes técnico-performativos da regência, através do uso de novas tecnologias.

Caso decida participar, usará o sistema composto por um software e uma pulseira eletrônica, que transmite o feedback háptico. Haverá a experimentação do feedback auditivo, emitido pelo software. Os dados desta utilização e da interação entre o usuário e o sistema, serão coletados através de um questionário, no momento deste uso. Todo o procedimento durará aproximadamente entre 20 minutos a 1 hora, dependendo da etapa a ser realizada. A realização da pesquisa será em ambiente adequado e reservado para garantir a privacidade do participante, de modo específico, em sala de aula nas dependências da Escola de Música da UFRN, em dia e horário previamente combinado com o participante.

Durante a realização da pesquisa poderão ocorrer eventuais desconfortos e possíveis riscos, sendo estes considerados pelos responsáveis, como mínimos. Por se tratar de tecnologia em desenvolvimento, instabilidades de programação podem ocorrer no momento da utilização. O que poderá ocasionar o desconforto na temporalidade de conclusão da coleta dos dados de usabilidade, assim estendendo o tempo previsto, e conseqüentemente, o possível risco de reagendar o dia para a realização de uma nova tentativa na coleta dos dados. Esses riscos poderão ser minimizados com a revisão técnica previamente realizada com pesquisadores responsáveis.

Como benefícios da pesquisa, e sua interação de usabilidade, gerará possíveis reflexões que desloquem do lugar comum, o pensamento hegemônico da interatividade performativa da regência abalizada para e pela visualidade. Contribuindo para a construção efetiva de um recurso didático-tecnológico, abalizado pelas reais necessidades do usuário ao qual se destina, alunos de regência com deficiência visual.

_____ (rubrica do Participante/Responsável legal) _____ (rubrica do Pesquisador)

Em caso de algum problema que você possa ter relacionado com a pesquisa, você terá direito à assistência gratuita que será prestada pelo pesquisador Erickinson Bezerra de Lima.

Durante todo o período da pesquisa você poderá tirar suas dúvidas ligando para Erickinson Bezerra de Lima, R. Cel. João Medeiros - Lagoa Nova, Natal - RN, 59077-080, e-mail: eblima02@gmail.com, telefone: (84) 3342-2229.

Você tem o direito de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo para você.

Os dados que você nos fornecerá, serão confidenciais e serão divulgados apenas em congressos ou publicações científicas, sempre de forma anônima, não havendo divulgação de nenhum dado que possa lhe identificar. Esses dados serão guardados pelo pesquisador responsável por essa pesquisa em local seguro e por um período de 5 anos.

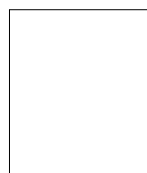
Este documento foi impresso em duas vias. Uma ficará com você e a outra com o pesquisador Erickinson Bezerra de Lima.

Consentimento Livre e Esclarecido

Após ter sido esclarecido sobre os objetivos, importância e o modo como os dados serão coletados nessa pesquisa, além de conhecer os riscos, desconfortos e benefícios que ela trará para mim e ter ficado ciente de todos os meus direitos, concordo em participar da pesquisa para a coleta de dados da tese intitulada: “Para além do visível: o uso de uma ferramenta tecnológica como suporte ao ensino da regência para pessoas com deficiência visual”, e autorizo a divulgação das informações por mim fornecidas em congressos e/ou publicações científicas desde que nenhum dado possa me identificar.

Natal (RN), _____ / _____

Assinatura do participante da pesquisa



Impressão
datiloscópica do
participante

Declaração do pesquisador responsável

Como pesquisador responsável pelo estudo: “Para além do visível: o uso de uma ferramenta tecnológica como suporte ao ensino da regência para pessoas com deficiência visual”, declaro que assumo a inteira responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodológicos e os direitos que foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

Natal (RN), _____ / _____

Assinatura do pesquisador responsável

_____ (rubrica do Participante/Responsável legal) _____ (rubrica do Pesquisador)



DECLARAÇÃO

Declaramos que o(a) professor(a) ERICKINSON BEZERRA DE LIMA, mat. 2243853, atuou como COORDENADOR(A) ADJUNTO(A) da Pesquisa "Sensoriamento Visual e Música: novos recursos para o ensino de regência para cegos", no período de 1 de Agosto de 2017 a 31 de Julho de 2018.

Natal, 22 de Outubro de 2019

Sibeles Berenice Castellã Pergher
Pró-Reitor de Pesquisa

Elaine Cristina Gavioli
Pró-Reitor Adjunto de Pesquisa

Para verificar a autenticidade deste documento acesse <http://www.sigaa.ufrn.br/documentos/>, informando data de emissão do documento e o código de verificação.

Código de verificação: **853f37bb49**

Número do Documento: **1723335**

ANEXO C

- Ementa da disciplina da Regência da Escola de Música da Universidade Federal do Rio Grande do Norte



Componente Curricular: MUS0039 - REGENCIA I

Créditos: 4 créditos

Carga Horária: 60 horas

Unidade Responsável: ESCOLA DE MÚSICA

Tipo do Componente: DISCIPLINA

Ementa: Elementos básicos da Regência.

Modalidade: Presencial

Dados do Programa

Ano-Período: 2011.1

Quantidade de Avaliações: 3

Objetivos:

Habilitar o estudante na concepção básica da técnica de Regência de forma a dominar a interpretação e prática gestual.

Conteúdo:

1ª unidade (20 aulas)

1-Introdução ao estudo da Regência

1.1- Aspectos Históricos;

1.2 - Papel do regente: condições prévias/conhecimentos básicos.

2ª unidade (20 aulas)

2 - Processo de técnica de Regência

2.1 - Como estudar a partitura;

2.2 - Marcação de compassos simples/entradas/independência gestual;

2.3 - Ataques e cortes;

2.4 - Dinâmica e andamentos.

3ª unidade (20 aulas)

3 - Prática de Regência

3.1 - Dinâmica de ensaios;

3.2 - Regência a uma voz ou mais vozes;

3.3 - Regência Coral e instrumental.

Competências e Habilidades:

- COMPREENDER O FAZER ARTÍSTICO FUNDAMENTADO NO CONHECIMENTO TÉCNICO E ESTÉTICO, RESULTANDO NUMA PRÁTICA CONSCIENTE E CONSEQÜENTE; REINVENTAR PROCESSOS, FORMAS, TÉCNICAS, MATERIAIS E VALORES ESTÉTICOS NA CONCEPÇÃO, PRODUÇÃO E INTERPRETAÇÃO MUSICAL, ENVOLVENDO O PENSAMENTO REFLEXIVO E CRÍTICO;
- INTERVIR NA SOCIEDADE DE ACORDO COM SUAS MANIFESTAÇÕES CULTURAIS, DEMONSTRANDO SENSIBILIDADE E CRIAÇÃO ARTÍSTICAS E EXCELÊNCIA PRÁTICA;
- ATUAR NOS DIFERENCIADOS ESPAÇOS CULTURAIS E, ESPECIALMENTE, EM ARTICULAÇÃO COM INSTITUIÇÕES DE ENSINO ESPECÍFICO DE MÚSICA; ESTIMULAR CRIAÇÕES MUSICAIS E SUA DIVULGAÇÃO COMO MANIFESTAÇÃO DO POTENCIAL ARTÍSTICO.

ANEXO D

- Fotografia da equipe de desenvolvimento
- Tabela dos custos realizados para o protótipo do *Maestro v0.1*

Equipe de desenvolvimento do *Maestro v0.1*- Laboratório de Automação e Robótica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

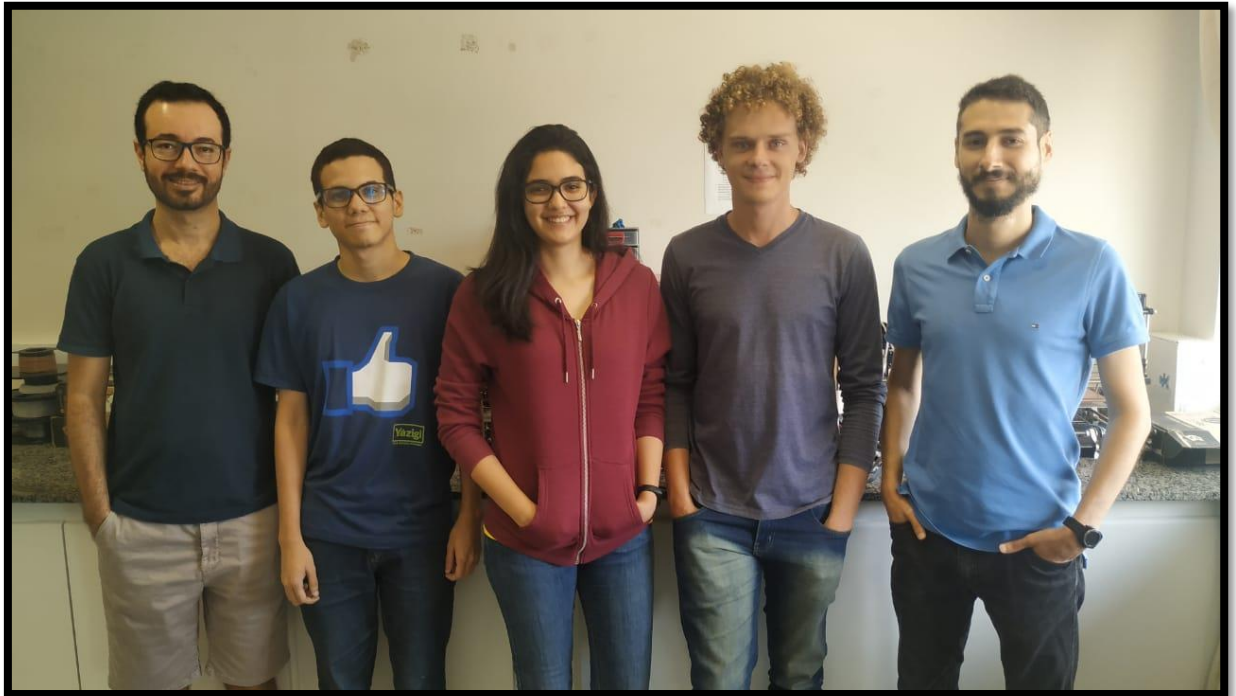


Tabela com os valores de cada item utilizado para a construção do protótipo

Itens	Valores em reais.
ESP-12F WIFI Development Board	R\$ 46,00
4 x Motores de vibracall	R\$ 48,00
Controlador de motor L293D	R\$ 1,00
Placa padrão de circuitos	R\$ 4,00
Bateria	R\$ 25,00
Caixa do protótipo (impressora 3D)	R\$ 1,00
Tecido p/ pulseira	R\$ 5,00
Esferas impressão 3D	R\$ 0,50
Total em Reais	R\$ 130,50
Total em Dólar (USD)	\$ 31,94
Total em Euros	€ 28,67

Data cotação utilizada: 22/10/2019, para Dólar Americano

Taxa:

1 Real/BRL = 0,2447501 Dólar dos Estados Unidos/USD

1 Dólar dos Estados Unidos/USD = 4,0858 Real/BRL

Data cotação utilizada: 22/10/2019, para o valor do Euro

Taxa:

1 Real/BRL = 0,2197223 Euro/EUR

1 Euro/EUR = 4,5512 Real/BRL

Cotação realizada na página *web* do Banco Central do Brasil.

<https://www.bcb.gov.br/conversao>

ANEXO E

- Dados adicionais para prospecção investigativa futura

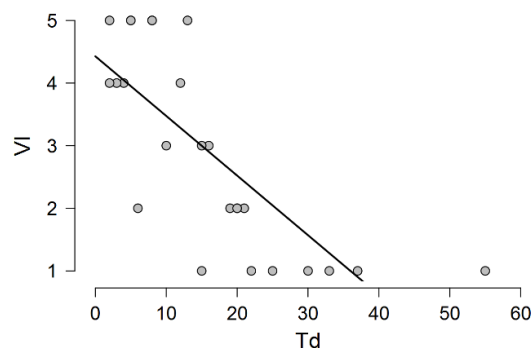
Este resultado mostra que o tempo de deficiência se correlaciona negativa e significativamente com as intensidades ($\rho = -.826$, $p < .001$). Quanto maior o tempo de deficiência menor a percepção da variação das intensidades. Considerando que a variável variação de intensidade é discreta ordinal com 5 níveis, foi realizada uma correlação *polyserial* para corrigir uma eventual violação da continuidade estatística.

Correlations				
			Tempo de Deficiência dos participantes	Variação de Intensidades
Spearman's rho	Tempo de Deficiência dos participantes	Correlation Coefficient	1,000	-,826**
		Sig. (2-tailed)	.	,000
		N	25	25
	Variação de Intensidades	Correlation Coefficient	-,826**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,000	.
		N	25	25

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

O coeficiente da correlação *polyserial* ainda foi maior que o do estimador de Spearman (-.875), dando robustez a esta relação e confiança no resultado. Tendo em conta que este resultado pode estar a ser explicado pelo tempo de estudos musicais ou pela idade dos participantes, estas variáveis foram controladas mediante o uso de uma correlação parcial. Os resultados desta análise mostraram que a relação supramencionada se mantém independentemente do tempo de estudo e da idade dos participantes ($\rho = -.664$, $p < .01$).

Quanto maior o tempo de deficiência, menor é a percepção do **VI**, fator que pode ser visualizado no gráfico abaixo:



Os resultados para a correlação entre o tempo de deficiência **VA** e **VP**, mostram que a variação panorâmica é independente de o participante ser deficiente há muito ou pouco tempo. O mesmo acontecendo para a variação na altura.

Correlations

		Varição Panorâmica	Tempo de Deficiência dos participantes	
Spearman's rho	Varição Panorâmica	Correlation Coefficient	1,000	
		Sig. (2-tailed)	,087	
		N	25	
	Tempo de Deficiência dos participantes	Correlation Coefficient	,087	1,000
		Sig. (2-tailed)	,679	.
		N	25	25

De forma interessante uma análise de Friedman mostrou uma flutuação nas percepções das 3 variações ($Z=18.932$, $df=2$, $p<.001$). Olhando para as comparações múltiplas (Wilcoxon) verificam-se diferenças significativas entre a variação das intensidades e as outras duas variações. Os valores obtidos na variação das alturas não foram significativamente distintos da panorâmica, conforme dados a seguir:

Pairwise Comparisons



Each node shows the sample average rank.

Sample1-Sample2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
Variação de Intensidades - Variação de Alturas	,820	,283	2,899	,004	,011
Variação de Intensidades - Variação Panorâmica	-,980	,283	-3,465	,001	,002
Variação de Alturas-Variação Panorâmica	-,160	,283	-,566	,572	1,000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is ,05.

Os dados apresentados são resultantes de análises realizadas sobre o grupo de 25 alunos oriundos do SEMBRAIN. Toda essa evidenciação gera dados substanciais para a realização de uma investigação futura em maior escala, no âmbito correlacional da música e neurociências, notadamente em estudo psicoacústico.

