

Universidade Federal da Paraíba

Centro de Informática

Programa de Pós-Graduação em Computação, Comunicação e Artes

BRENO NOVAES ALVES

PATCH BONEAUX: UMA FERRAMENTA GRATUITA DESENVOLVIDA PARA AUXILIAR O APRENDIZADO E APRIMORAMENTO DO TROMBONE DE VARA

João Pessoa
2021

Breno Novaes Alves

Patch BoneAux: uma ferramenta gratuita desenvolvida para auxiliar o aprendizado e aprimoramento do trombone de vara

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Computação, Comunicação e Artes (PPGCCA) da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Computação, Comunicação e Artes, na Linha de Pesquisa Arte Computacional.

Trabalho aprovado. João Pessoa, 18 de outubro de 2021.

Profº Dr. Alexandre Magno e Silva Ferreira
Orientador

Profº Dr. Valdecir Becker
Membro Interno

Profº Dr. Cleisson de Castro Melo
Membro Externo

Profº Dr. Carlos Eduardo Coelho Freire Batista
Membro Interno (Suplente)

João Pessoa
2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE COMUNICAÇÃO TURISMO E ARTES
DEPARTAMENTO DE MÚSICA/ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO, COMUNICAÇÃO E ARTES (PPGCCA)

João Pessoa, 18 de Outubro de 2021.

Memo 03/2021
Do: Professor Alexandre Magno e Silva Ferreira (Orientador)
Para: Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Computação, Comunicação e Artes (PPGCCA)

A Quem Interessar Possa

Declaro para os devidos fins, que o aluno **Breno Novaes Alves** matrícula **20191000808**, desta pós-graduação, concluiu o processo de correções da dissertação de mestrado intitulada "***Patch BoneAux: uma ferramenta gratuita desenvolvida para auxiliar o aprendizado e aprimoramento do Trombone de vara*"** ocorrida e aprovada em **18 de outubro de 2020 por meio de videoconferência**. Além da minha pessoa, **Alexandre Magno e Silva Ferreira (UFPB – presidente e orientador),** estiveram presentes os professores, **Carlos Eduardo Coelho Freire Batista (UFPB - Examinador interno), Valdecir Becker (UFPB - Examinador Interno) e Cleisson de Castro Melo (UFCG - Examinador Externo à Instituição).** A versão final da dissertação depositada, corresponde à redação definitiva, contemplando as alterações sugeridas pela banca examinadora. Diante do exposto, considero que o discente, dentro do prazo regimental, com a prorrogação de 6 (seis) e mais 2 (dois) meses devido à problemas de saúde, aprovada em reunião do colegiado, satisfaz todas as exigências do Regimento Geral da UFPB, Regulamento dos Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da UFPB e do Regulamento do Programa. Assim, o mesmo está **apto** a obter o grau de **Mestre** em **Computação, Comunicação e Artes**, a ser conferido por esta Universidade.

Sendo só isso para o momento, encerro este documento na certeza de ter provido informações suficientes a que o documento se destina. Mesmo assim, estarei à inteira disposição para maiores esclarecimentos caso seja necessário.

Respeitosamente,



Alexandre Magno e Silva Ferreira, DMA
Professor Adjunto IV PPGCCA/DEMUS/CCTA
Matrícula 132153

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A474p Alves, Breno Novaes.
Patch BoneAux : uma ferramenta gratuita desenvolvida para auxiliar o aprendizado e aprimoramento do trombone de vara / Breno Novaes Alves. - João Pessoa, 2021.
224 f. : il.

Orientação: Alexandre Magno e Silva Ferreira.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CI.

1. Música e tecnologia. 2. Performance musical - Ensino. 3. Música eletrônica. 4. Patch BoneAux - Aplicativo. 5. Trombone. 6. Inovações tecnológicas - Música. I. Ferreira, Alexandre Magno e Silva. II. Título.

UFPB/BC CDU 78+004(043)

Elaborado por Larissa Silva Oliveira de Mesquita - CRB-15/746

Eu dedico essa Dissertação de Mestrado a minha querida filha Lis, pois ela foi o maior alicerce para que eu chegasse no fim deste trabalho. Te amo, Pim-pim.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, sou grato a Deus por me permitir viver e até aqui chegar realizando um dos meus maiores sonhos: Fazer da música, que é a minha maior paixão, a minha profissão.

Agradeço a mulher mais forte que já vi pisar nessa terra, a minha rainha e mãe Janilda, dona de toda fortaleza em meu ser.

Sou grato ao meu pai Juscelino que não está mais aqui conosco, meu pai de coração, Aldenir, meu irmão Alexandre.

Em nome de minha querida tia-mãe Nice, agradeço a todos os meus tios e tias, primos e primas e sobrinhos e sobrinhas que nunca deixaram de acreditar em mim.

Agradeço, principalmente, ao meu amor e querida companheira Raquel que esteve comigo nesse doloroso processo, tanto longe quanto perto, contribuindo de forma esplendorosa na minha jornada.

Ao meu maior alicerce, como já citado na dedicatória, minha filha Lis, que me fez acordar todos os dias em busca desse tão desejado sonho.

De forma especial, que realmente pegou na minha mão e não soltou em nenhum momento, o querido e abençoado prof. Alexandre, realmente não teria chegado ao fim sem a sua grandiosa participação, não somente como orientador, mas como amigo e pai.

Agradeço imensamente ao abençoado prof. Marinaldo, que desde a graduação me atura e nunca me deixou desacreditar de tudo isso, sem ele não teríamos chegado até aqui. Junto a ele, agradeço ao professor e amigo Mozart Vieira e João Almeida.

De forma graciosa, agradeço ao coordenador do curso PPGCCA, que além de um brilhante professor foi amigo em todo esse processo, prof. Bidu e ao caro amigo Daniel da coordenação que sempre me foi solícito, e a todos os professores e companheiros de turma do mestrado.

Agradeço aos meus primeiros professores, o saudoso Mestre Lau, Adelino, o grande amigo-irmão Samuel e o querido Rai que tomaram como responsabilidade a minha iniciação no mundo musical. Também, ao meu amigo Rafael que, dentre tantos, no início de tudo, acreditou em mim quando quase ninguém acreditou.

De forma honrosa, agradeço aos meus amigos Tiago, Guilherme, Any, Camila, Danila e Sales, que me fizeram ouvidos e estiveram comigo acreditando na vitória deste trabalho. Conseguimos!

"Pois os meus pensamentos não são os pensamentos de vocês, nem os seus caminhos são os meus caminhos", declara o Senhor. "Assim como os céus são mais altos do que a terra, também os meus caminhos são mais altos do que os seus caminhos e os meus pensamentos mais altos do que os seus pensamentos.

Isaías 55:8,9

RESUMO

A criação e utilização de ferramentas tecnológicas para auxiliar o desenvolvimento musical de aprendizes e profissionais tem se tornado, cada vez mais, frequente na atualidade. No entanto, grande parte dessas ferramentas ainda não atendem, de forma criteriosa, os pressupostos pedagógicos desejados na atividade musical. Percebe-se também uma necessidade de interação por parte dos docentes no ambiente de ensino, e individual para que o mesmo possa incentivar o seu uso. Esse trabalho propôs a criação de um protótipo de programa de acompanhamento digital baseado em *Design Science Research e na Teoria do Aprendizado Significativo,* capaz de auxiliar no desenvolvimento técnico-musical, tanto no ambiente de estudo quanto no fazer artístico. Além do processo técnico musical, essa ferramenta buscou incentivar a imersão desses músicos no manuseio dessas tecnologias para que pudessem, também, desenvolver ou colaborar na construção desses equipamentos. Uma das premissas deste trabalho, foi que todo processo de desenvolvimento fizesse uso de softwares livres, para incentivar ao aprendizado democrático e gratuito. Assim, o mesmo poderá ser aplicado em escolas públicas, bandas de música, e que não dispõem de um quadro profissional (correpetidores) ou elementos musicais para acompanhar esse desenvolvimento. Esse artefato tem como nome *Patch BoneAux*, sua estrutura contém camadas de funções e subfunções interconectadas por *Object-Oriented* desenvolvidas a partir do software livre *Pure Data* (Pd) com conexões via *QjackCtl, Patchage e Qsynth*, e *Soundfonts* acionadas por instruções *MIDI* para a reprodução e acompanhamento musical. A partir dessas extensões e funcionalidades, buscou-se a flexibilização do andamento do playback para atender os diferentes níveis de complexidade das músicas e que ajudasse os instrumentistas, sobretudo, na utilização de funções como pausa, reprodução e gravação. Como procedimento metodológico, foi criado, a partir do modelo DSR e Teoria do Aprendizado Significativo, para um levantamento sistemático de literatura científica direcionado a esse tipo de produção. A partir da literatura obtida, elaboraram-se requisitos dentro de classes de problema buscando rigor e relevância para a criação desse artefato. Para validação do mesmo, realizou-se um Workshop com 16 especialistas trombonistas (artistas e pedagogos), atuantes no mercado de trabalho musical, com experiência reconhecida por parte da classe nacional de trombonistas da Associação Brasileira de Trombone (ABT), e integrantes do projeto de extensão da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), intitulado Trombones na Quarentena. Foi percebido a interação por parte dos profissionais que visualizaram as funcionalidades da ferramenta e afirmaram sobre o impacto positivo que a ferramenta proporcionou. Esse reconhecimento técnico, permitiu compreender a utilidade do artefato para o desenvolvimento técnico-musical desde iniciantes até profissionais atuantes de música.

Palavras-chave: Pedagogia da Performance; Trombone; Tecnologia; Patch BoneAux.

ABSTRACT

The creation and use of technological tools to facilitate the musical development of professionals and apprentices has become increasingly frequent nowadays. However, most of these tools still do not meet the necessary pedagogical criteria desired in music-making. Indeed, there is a lack of its use in academia, and professionals to encourage its use. This work proposed the creation of a prototype of a digital play-along program based on Design Science Research and the Subsumption Theory, capable of assisting in technical-musical development, both in the study environment and in performance practicing. This tool also sought to encourage the immersion of musicians in handling these technologies. In this way, they could either develop or collaborate on creating this equipment. One of the premises of this work was that the entire development process used open-source software to encourage low-budget learning. Thus, it will be usable in public schools, community bands. This artifact is called Patch BoneAux. Its structure contains layers of functions and subfunctions. All of them are interconnected by Object-Oriented developed from the free software Pure Data (Pd) with connections via QjackCtl, Patchage, and Qsynth, and Soundfonts triggered by MIDI instructions for playback and musical accompaniment. Our goal was to provide a play along containing more flexible tempi to meet the different levels of complexity of the songs. In this way, instrumentalists can perform on rests, playback, and recording. The author also used a systematic survey, The DSR, and the Subsumption Theories as the theoretical basis to conclude his biographical review. Based on the obtained literature, requirements were elaborated within problem classes seeking rigor and relevance for creating this artifact. A Workshop was held by 16 professional trombonists (artists and pedagogues), within members of the project of extension of the Federal University of Paraíba (UFPB), entitled "Trombones in Quarantine" to validate the software. The interaction on the part of the professionals who visualized the tool's functionalities. This technical recognition allowed us to understand the usefulness of the artifact for technical-musical development from beginners to music professionals.

Keywords: Performance Pedagogy; Trombone; Technology; BoneAux patch.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma de procedimento metodológico criado por Peffers et al. (2007).....21
Figura 2 - Laon, início do século 10 (Laon, Biblioteca da cidade Kodex 239). ……...30
Figura 3 - Cronologia dos tratados musicais direcionais ao ensino de instrumentos de teclados. ……...30
Figura 4 - Carta profética do Conde Waldstein a Beethoven……32
Figura 5 - Modelo de Ensino e Aprendizagem da Performance Musical …….37
Figura 6 - A tecnologia trocada por um instrumento musical. ……..50
Figura 7 - ciclos separados e em conjunto a pedagogia e o conhecimento de conteúdo. …….53
Figura 8 - Visão da tecnologia separa do conhecimento de conteúdo e pedagogia/integração da tecnologia na pedagogia e conhecimento de conteúdo. ……54
Figura 9 - Série harmônica com 15 sons gerados a partir da nota Dó[1] …….56
Figura 10 - Gráfico de uma onda sonora.……..57
Figura 11 - Gráfico de uma síntese aditiva. ……57
Figura 12 - Gráfico de uma síntese subtrativa (traduzida do inglês). ……...58
Figura 13 - Onda senóide sem complemento harmônico.…….59
Figura 14 - Onda triangular com o complemento de harmônicos ímpares.……..60
Figura 15 - Onda quadrada com o complemento de harmônicos ímpares.……...60
Figura 16 - Onda dente de serrote com o complemento de harmônicos pares e ímpares.……61
Figura 17 - Votey apresentando sua primeira versão de pianola Smithsonian Institution (1922). ……...62
Figura 18 – Telharmonium. …….65
Figura 19 - Órgão Hammond (visão externa e interna) - Modelo A de 1936. ……66
Figura 20 - Leon Theremin e a sua invenção (Theremin).……67
Figura 21 - Buchla series 200 (1970)...……69
Figura 22 - Sintetizador Moog (1964). …….70
Figura 23 - Sintetizador Moog 3P(1968).……72
Figura 24 - Fonógrafo. ……..……73
Figura 25 - Gramofone.…..……74
Figura 26 - (Disco de fita maior) Fita magnética Basf (1934) de plástico poliéster.……75
Figura 27 - Fita Cassete (K7) SQ-C60 Philips..……..……76

Figura 28 - Metrônomo analógico. ……..……77
Figura 29 - Metrônomo digital, Korg TM-60. ……78
Figura 30 - Metrônomo virtual (Metronome Beats). ……79
Figura 31 - IBM 704. ……81
Figura 32 - Exemplo de programação em Csound.……...83
Figura 33 - Primeira linha da Macintosh, Mac OS, de 1984. ……...……85
Figura 34 - Teclado de computador (sequenciador MIDI) Yamaha CX5M.……86
Figura 35 - Synclavier com um Computador VT 100(1977).……...86
Figura 36 - Synclavier Event Editing no Mac II.……..87
Figura 37 - O Yamaha DX7. ...……..88
Figura 38 - Modelo Roland D-50 (1987).……89
Figura 39 - Modelo M1 da Korg (1989).……..89
Figura 40 - Synth da Yamaha (FS1R).……..90
Figura 41 - Logo do aplicativo Violy Music....……...…109
Figura 42 - Telas de execução do aplicativo Violy Music. ……110
Figura 43 - Logo do aplicativo Tonestro. ……..111
Figura 44 - Telas de execução do aplicativo Tonestro.……111
Figura 45 - Logo do aplicativo Pockestra.……..112
Figura 46 - Telas de execução do aplicativo Pockestra. …...……..113
Figura 47 - Logo do aplicativo Tomplay.……...……..114
Figura 48 - Telas de execução do aplicativo Tomplay.……114
Figura 49 - Logo do aplicativo Yousician. ..……115
Figura 50 - Tela de execução do aplicativo Yousician. ……...……115
Figura 51 - Patch para MIDI executável.……123
Figura 52 - Patch de alteração de tempo na leitura do arquivo MIDI...……..124
Figura 53 - - Execução de um Patch com saída de áudio interna. ……..125
Figura 54 - Patch Metrônomo.……126
Figura 55 - Patch BoneAux.……128
Figura 56 - Gerador de arquivo e gravação de áudio - Patch BoneAux. ……129
Figura 57 - Gerador de arquivo e gravação de áudio - Patch BoneAux. ……130
Figura 58 - Software Jack para o acabamento de saída e entrada de áudio.……...…131
Figura 59 - Tela de conexões (áudio) do QJackCtl. ……...…131

Figura 60 - Tela de conexões (ALSA) do QJackCtl.……...……...132
Figura 61 - Tela do sintetizador Qsynth, que compõem as Soundfonts de áudio.……..132
Figura 62 - Tela de visualização do programa Patchage.……133
Figura 63 - Visão geral do patch BoneAux…..……...134
Figura 64 - Intervenção da pesquisa (workshop).....……..139
Figura 65 - Tela de execução - MobMuPlat...……154

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação das temáticas e metodologias dos trabalhos utilizados na pesquisa (2015-2019).....94
Tabela 2 - Softwares e aplicações utilizados em processos educacionais de música e tecnologia.....97
Tabela 3 - Aplicações similares ao objeto do artefato.....116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRSM	Associated Board of Royal Schools of Music
ALSA	Advanced Linux Sound Architecture
CAI	Computer Assisted Instruction
CK	Content Knowledge
DAC	Digital to Analog Converter
DREAM	Digital Resource Exchange About Music
EDIA	Eletronic Diagnostic Assessment
FFT	Fast Fourier Transform
FPE	Ferramenta Pedagógica de Execução
FPF	Ferramenta Pedagógica de Facilitação
IFPE	Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia
IHC	Interação Humano Computador
IWB	Interactive WhiteBoard
LMS	Learning Management Systems
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
MIROR	Musical Interaction Relying On Reflexion
MSL	Mapeamento Sistemático de Literatura
OSC	Open Sound Control
PCK	Pedagogical content Knowledge
PD	Pure Data
PK	Pedagogical Knowledge
PLAIME	PLatform for the Integration of Handicapped children in Music Education
PPGCCA	Pós-Graduação Computação, Comunicação e Artes
SG	Serious Games
SOLE	Self Organised Learning Environment
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCK	Technological Content Knowledge
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TK	Technology Knowledge
TMCK	Technological Methodological and Content Knowledge
TPCK	Technological Pedagogical Content Knowledge
TPK	Technological pedagogical knowledge
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
VR	Realidade Virtual
VRLEs	Virtual Reality Learning Environments

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 PRIMEIRAS REFLEXÕES 14
1.2 OBJETIVOS 18
1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 19
1.4 MOTIVAÇÃO 23
1.5 CONTRIBUIÇÃO 24
1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO 25

2 FUNDAMENTAÇÃO 28
2.1 ENSINO E PERFORMANCE MUSICAL 28
2.1.1 Inovações no ensino da performance musical entre os séculos X e XX 29
2.1.2. Performance musical: uma abordagem teórico-conceitual 35
2.1.3 Aprendizagem performática dos instrumentos de metais 38
2.2 APRENDIZAGEM: UM DISCURSO APLICÁVEL AO ENSINO MUSICAL 43
2.2.1 "Aprender sozinho?": um modelo de autoaprendizagem 44
2.2.2 Uma Aprendizagem Significativa 47
2.2.3 Interdisciplinaridade e o Modelo TPCK: intervenção tecnológica na aprendizagem musical 50
2.3 MÚSICA ELETRÔNICA: FUNDAMENTOS E FERRAMENTAS MUSICAIS 56
2.3.1 Síntese sonora 56
2.3.1.1 Formas de ondas 58
2.3.2 Música eletrônica e instrumentos analógicos 62
2.3.2.1 Sintetizadores modulares 67
2.3.2.2 O playback 73
2.3.2.3 O metrônomo 76
2.3.3 Computação musical 79
2.3.3.1 MIDI, sintetizadores digitais e virtuais 84
2.4 ESTADO DA ARTE 91
2.4.1 Direcionamento de pesquisa 92
2.4.2 Exposição e análise dos materiais utilizadas no MSL 93
2.4.2.1 Temáticas e metodologias dos trabalhos utilizados na pesquisa (2015-2019) 94
2.4.2.2 Análise das metodologias apresentadas 95
2.4.2.3 Softwares e aplicações utilizados em processos educacionais de música e tecnologia 97
2.4.3 Panorama metodológico das ferramentas apresentadas 99
2.4.3.1 Especificações das áreas e subáreas apresentadas nos trabalhos 102
2.4.3.2 Áreas de ação metodológica dos softwares e aplicações 103

3 CLASSES DE PROBLEMA ……...103
3.1 REQUISITOS E DEFINIÇÃO DOS RESULTADOS ESPERADOS ……104
3.1.1 Ambiente Externo ……..104
3.1.2 Ambiente interno……106
3.1.3 Estruturação das classes de problema ……108
3.2 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO (PROTÓTIPO) ……....108
3.2.1 Software existentes ……109
3.2.1.1 Violy Music……...109
3.2.1.2 Tonestro - Learning Wind Instruments ……...111
3.2.1.3 Pockestra……112
3.2.1.4 Tomplay ……113
3.2.1.5 Yousician ……...115
3.2.2 Semelhanças entre as aplicações ……116
3.2.3 Base teórica ……118
3.2.3.1 Critérios utilizados ……118
3.2.3.1.1 Estudos e Pesquisas……..118
3.2.4 Escolha do Software……....120
3.2.4.1. Materiais ……..121
3.2.5 Estruturação do protótipo……...122
3.2.5.1 Atualização do protótipo ……...129
3.2.5.2 Dependências (hw/sw) ……..131
3.2.5.3 Considerações sobre o protótipo ……...135

4 ESPECIALISTAS: INTERAÇÃO E VALIDAÇÃO……136
4.1 PERFIL DOS ESPECIALISTAS……136
4.2 ROTEIRO E AÇÃO DO WORKSHOP……...138
4.3 CONSIDERAÇÕES DOS ESPECIALISTAS AO ARTEFATO ……..140

5 ANÁLISES E DISCUSSÕES ……143
5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS ……144
5.2 DIÁLOGO ENTRE A FUNDAMENTAÇÃO E OS RESULTADOS OBTIDOS ….145
5.3 DISCUSSÕES SOBRE O MSL……..148
5.3.1 Diálogo entre o MSL e os resultados obtidos ……150
5.4 VALIDAÇÃO DO ARTEFATO……152
5.5 LIMITAÇÕES: PESQUISA E ARTEFATO ……...153

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS…… 155

REFERÊNCIAS…… 158

APÊNDICES……..169
APÊNDICE A - Coleta de dados (formulário) ……..170

APÊNDICE B - Breve apresentação sobre Pd (Modelo Baseado no tutorial criado por Porres ..……..……197
APÊNDICE C - Música e exercício utilizado no Workshop. ……..203
APÊNDICE D - Visualização do patch BoneAux depositado no GitHub. ……...215
APÊNDICE E - Checklist para o funcionamento do patch BoneAux. …….219

1 INTRODUÇÃO

Existem vários meios de se aprender um instrumento musical. Quando não da forma convencional, através de aulas de teoria musical ou instrução qualificada no instrumento, os estudos são feitos de maneira livre e, cada vez mais, essas práticas estão se conectando aos ambientes digitais. Partindo dessa premissa, surge um problema a se discutir como ponto inicial desta pesquisa: é possível desenvolver uma ferramenta tecnológica que auxilie o estudo e aperfeiçoamento prático do trombonista para se obter uma melhor performance?

Estudos musicais, quando de forma independente, utilizam-se de serviços de *streaming,* possibilitando acessar conteúdos teóricos (textos, artigos, livros e revistas científicas) e práticos (músicas e clipes) para expandir o conhecimento musical. Quando feito de forma assistida, além de ter acesso a esses mesmos serviços, pode-se desfrutar de um acompanhamento interpretativo e conceitual.

Além dos serviços de *streaming*, os aplicativos de caráter específico ou pedagógico, vêm sendo atribuídos aos contextos musicais. Essas ferramentas têm: substituído equipamentos analógicos por ferramentas digitais; contribuído no acesso e compartilhamento de conteúdo teóricos e práticos; auxiliado na organização de informações e metodologias; efetuado o uso de mídias para ações didáticas, utilizado de gravações (master classes e recitais) para aprendizagem musical.

Para que houvesse uma interação mais específica sobre as ações científicas dos temas abordados nesta pesquisa, e isso anexada à disciplina de metodologia no programa do PPGCCA, desenvolveu-se um Mapeamento sistemático (MS). Esse levantamento contou com 37 estudos no formato de artigo, para elencar o estado da arte deste trabalho, entre os anos de 2015 e 2019, voltados à Educação Musical e *Software* (BARATÈ et al. 2017; VOLIOTI et al. 2015; CANO; SÁNCHEZ-IBORRA, 2015; KIM et al. 2015; YANG, 2017; ROWE et al. 2015. PÉREZ et al., 2017; ASZTALOS; CSAPÓ, 2017; SCHMIDT-JONES, 2017; PALAZÓN; GIRÁLDEZ, 2018; UPITIS et al., 2015; LEE; JEN 2015; DUNBAR, 2016; ARICI, 2018; CHO et al., 2019; ISSAKA; HOPKINS, 2017; PAULINO et al, 2016; BURTON; PERSALL, 2016; WEST; CLAUHS, 2018; NICHOLS, 2015; ORMAN et al., 2017; CHENG, 2019). A partir desses estudos, compreendeu-se que as tecnologias contribuem para o desenvolvimento do fazer musical e, além disso, subsidiam discussões

sobre pesquisas científicas sobre a questão pedagógica do ensino de música utilizando essas ferramentas digitais para o seu aprimoramento.

No entanto, sobre essa evolução que se considera as ferramentas tecnológicas junto ao aprendizado musical, nota-se a falta de manejo por parte tanto dos profissionais de ensino quanto dos profissionais da performance. E, as ferramentas de tecnologia que permeiam o desenvolvimento musical, a falta de diálogo com as questões didático-pedagógicas sobre o ensino da performance. Logo, tendo como base essa observação, que se refere à utilização de ferramentas tecnológicas e o seu desenvolvimento adequado à prática performática musical, este trabalho culminou na criação de um protótipo, com o intuito de resolver ou traçar caminhos a seguinte problemática:

O pensamento sobre a estruturação de um software gratuito que possa acompanhar e dar suporte ao estudo da prática musical, tanto para fins profissionais, quanto acadêmicos. E, além disso, possibilitar nessa pesquisa o acesso a elementos utilizados separadamente, em um número considerável de estudo informal de música como metrônomo, playback, literaturas e contextualização, a ser combinado de forma pedagógica.

Esse trabalho, além de centralizar o desenvolvimento de um protótipo, faz menção sobre os aspectos didáticos discutidos por pensadores da área da performance musical. Sob o olhar de Sonia Ray (2015) e Daniel Lemos Cerqueira (2011), esse estudo baseou-se nos aspectos históricos da pedagogia e performance musical. Além disso, teve como pressuposto o modelo de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, Autoaprendizagem de Sugata Mitra (2014) e Daniel Gohn (2002) e o Modelo *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPCK) de Punya Mishra e Matthew J. Koehler (2006), estes servindo como orientações bibliográficas sobre o âmbito das tecnologias modernas com música e educação. No processo metodológico, essa pesquisa partiu da avaliação e estratégia de validação do protótipo por meio da *Design Science Research* (DSR) de Aline Drash, Daniel Pacheco Lacerda e José Antônio Volla Antunes Júnior.

1.1 PRIMEIRAS REFLEXÕES

As discussões iniciais sobre esse tema e proposta de pesquisa surgiram durante a Licenciatura em Música do Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia (IFPE) campus Belo Jardim/PE. Ao seu término, o projeto resultou em um trabalho de Conclusão de

Curso (TCC), intitulado *Software* para *smartphone*: contribuições tecnológicas para a performance instrumental do trombone a partir do método *Lip Slurs* de Brad Edwards (ALVES, 2017). Após os resultados apresentados e alcançados, constatando incompletudes do projeto, vislumbrou-se dar seguimento a pesquisa através da programação de um *software*.

Assim, com a aceitação no Programa de Pós-Graduação Computação, Comunicação e Artes (PPGCCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), na linha de pesquisa Arte Computacional, este trabalho pode-se embarcar nessa temática com intuito de dar sequência ao projeto e, de forma mais específica a área, aprofundar os estudos sobre.

A princípio, compreendeu-se as indagações surgidas durante e após o percurso acadêmico. Com a experiência advinda da licenciatura, dado o componente curricular “Pedagogia da Performance no Trombone", fez-se refletir sobre esses problemas no momento do estudo, ressaltados sobre uma autocrítica acerca da validação e eficiência na prática instrumental.

Diante dessa problemática, vários foram os questionamentos que surgiram: como seria possível complementar o estudo diário do trombone para se obter êxito na performance? Como lidar com os adventos das mídias sociais em relação à concentração no momento do estudo? Que tipo de funcionalidade uma ferramenta poderia atribuir aos aspectos significativos da aprendizagem no instrumento? quais seriam os processos e abordagem das habilidades musicais em que a tecnologia pudesse auxiliar?

Diante do exposto, foi possível dar um sentido panorâmico e exploratório à realização dessa pesquisa. Engajar-se em conceitos sobre um ponto de vista pedagógico no qual seria inserido outra esfera científica, a dos meios tecnológicos.

A partir do vínculo com o PPGCCA, vivenciou-se, através das disciplinas com vários *softwares* voltados à produção audiovisual (programação, editoração e mixagem de som), uma possibilidade de complementar o ensino de música através dessas ferramentas. E, através desse contato direto, foi possível perceber a possibilidade de utilizá-los no desenvolvimento dessas pesquisas. Deste modo, aprofundou-se ainda mais sobre essas ferramentas para considerar o desenvolvimento de um protótipo com diretrizes didático-pedagógicas, essa a primeira parte desta pesquisa.

O desenvolvimento do protótipo, além das questões de usabilidade, precisou seguir parâmetros de funcionalidade vinculados ao contexto pedagógico do usuário. Na reprodução de músicas e estudos em áudio para acompanhar a prática instrumental.

Primeiramente, a facilidade de acesso a um público-alvo maior e menos favorecido financeiramente. Para isso, teve-se como sustentação desenvolver a ferramenta para o acesso gratuito, não utilizando de custos para o uso da mesma. Segunda, a interação visual do protótipo, tendo em vista a necessidade de uma ferramenta clara e intuitiva. Assim como a estruturação do protótipo sob um código aberto e livre para futuras manutenções da ferramenta a permitir *upgrades* do protótipo por usuários, pesquisadores e grupos de pesquisas.

Durante a fase inicial do DSR, considerou-se a ferramenta *Pure Data*, ou apenas (Pd), para o desenvolvimento do protótipo ou *patch* (este último como é usualmente chamado nas comunidades do *software)*. Uma ferramenta de programação em multimídia (áudio, vídeo, animação) de código aberto, com capacidades estendidas além das suas propostas iniciais, dedicada à computação musical, de portabilidade para várias plataformas e mídias, de linguagem e programação visual.

A partir do Pd, criou-se um *patch* de acordo com as necessidades da pesquisa que permitiu iniciar os primeiros testes. Dos componentes funcionais obtidos: a capacidade de combinar e executar *playbacks* no formato *MIDI*[1] com a flexibilização de andamento; o controle (*start, pause, continue* e *stop*) para acompanhamento ao estudo de peças e métodos; a gravação de trechos musicais para consulta ou repetição performática; acesso a uma biblioteca de conteúdos teóricos, práticos e audiovisuais.

A partir das funcionalidades desenvolvidas, a pesquisa foi direcionada à próxima etapa, sobre a usabilidade da ferramenta por meio da validação em DSR através do manejo por parte de especialistas na área musical. Foi submetido, ao público-alvo, um formulário estruturado (1) para relatar sobre suas experiências acerca do uso das tecnologias acompanhando estudos ou apresentações. Em seguida, através de um tutorial sobre o Pd, a ser instruído das dependências da ferramenta e do processo de instalação do *patch.* Posteriormente, ser orientado da utilização do *patch* em consonância com o estudo ou ensaio.

[1]Musical Instrument Digital Interface (Interface Digital para Instrumentos Musicais) é um protocolo que especifica como os instrumentos musicais podem ser interconectados e controlados remotamente. O protocolo MIDI, que formaliza tanto a interface do hardware quanto uma linguagem de comunicação de mensagens com significados musicais, iniciou seu desenvolvimento na década de 1980 em resposta ao aumento da sofisticação e correspondente complexidade dos instrumentos eletrônicos, especialmente os sintetizadores (MANCINI, 2014, p.01). Fonte:MANCINI, O. M. M. **Uma breve história do MIDI**. 2014. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/382721333/Uma-Breve-Historia-Do-MIDI acesso em: 18 ago. 2020.

E por último, submetidos ao questionário (2), para relatar a experiência sobre usabilidade e satisfação da ferramenta após o uso do protótipo.

Tratando do processo da pesquisa, em termos atuais, a sua aplicação para a validação do protótipo teve que seguir novas reformulações por motivo da pandemia advinda do novo CoronaVírus (Sars-CoV 2) em que foi decretado o estado de calamidade pública no Brasil e no mundo, deixando assim as instituições de ensino e grande parte da sociedade em uma crise sanitária com várias restrições de acesso e aplicação de pesquisas na ciência.

E, para que a pesquisa pudesse continuar, teve-se que ser, estrategicamente, modificada a sua ação, uma vez que seria necessário a presença dos envolvidos na compreensão da ferramenta e na sua utilização de forma presencial. Por exemplo, seria ainda a não disponibilidade do protótipo nas plataformas de aplicações para a livre utilização em dispositivos móveis ou computadores pessoais.

Assim, foi definido a pesquisa e validação da ferramenta através da interação com as funcionalidades por meio de Workshop por videoconferência em um projeto de extensão intitulado Trombones na Quarentena[2]. Projeto este coordenado pelo professor de trombone, Dr. Alexandre Magno Ferreira e Silva trombone (Bacharelado e Licenciatura) da Universidade Federal da Paraíba em conjunto com professores de outras instituições federais, estaduais e de setores privados de ensino como Mizael França, Marlon Barros, Marinaldo Lourenço, Júnior Vitoriano entre outros, com o intuito de oferecer aulas, palestras, workshops e mentoria musical para trombonistas dos mais variados níveis performáticos.

Após a intervenção metodológica, pode-se fazer uso dos dados colhidos para serem observados, de forma analítica, sobre todo processo de pesquisa. Ressalta-se, ainda, que o modelo de pesquisa teve como objetivo complementar a aprendizagem dos participantes nos no decorrer dos seus respectivos estudo ou pré-apresentação, uma vez que os mesmos métodos e peças (músicas) que foram utilizados, são parte do repertório técnico e performático do trombone.

---

[2] Esse projeto teve início, informalmente, no ano de 2020, em meados de abril e maio por alunos do Conservatório Pernambucano Música na cidade do Recife, Guilherme Henrique Gomes e Anderson Ribeiro juntos ao professor Mizael França, com o intuito de executar rotinas de estudos via videoconferência para assim manter a prática musical no período pandêmico. Este projeto já contou com a participação de professores nacionais e internacionais e teve, no seu início, uma média de 80 a 100 alunos ativos participando dos encontros que aconteceram entre o início e o final do segundo semestre de 2020 cerca de 3 vezes na semana. Atualmente o projeto ainda é ativo, porém com encontro aos sábados e tem em média 50 a 60 alunos e profissionais, semanalmente, trazendo informações e dialogando sobre trombone.

Ao final da pesquisa e análises dos resultados, notou-se a falta de intimidade dos participantes em relação a utilização de ferramentas ou softwares para o desenvolvimento musical, em específico o trombone. Porém, a pesquisa mostrou um otimismo por partes destes que fizeram suas considerações no formulário porque o protótipo mostrou uma funcionalidade em potencial a ser utilizada tanto nas instituições de ensino quanto no cotidiano desses profissionais, levando-se a crê que mais possibilidades de pesquisa poderão a vir a agregar esse protótipo atrelando novas funções.

Tratando-se das questões de limitação da ferramenta e de proposições futuras, é importante considerar que neste exato momento em que a pesquisa no programa se encerra, ainda existe limitações tanto por parte da ferramenta Pd, quanto por conhecimentos mais aprofundados direcionados a codificação e desenvolvimento de *softwares* do pesquisar, por levar em consideração a ação por *stakeholders*[3], em que há uma certa limitação de conhecimento por parte dos profissionais de ensino musical engenharia e aspectos tecnológicos, no entanto com uma iniciação capaz de gerir e orientar situações que possam alinhar educação musical e tecnologia.

Além disso, vale ressaltar que a ferramenta ou protótipo não está disponível para o público-alvo por ainda não estar nas plataformas de aplicações, isso também considerando as limitações da ferramenta. Porém, isso não é algo longínquo, esperasse que, após conclusão da pesquisa nesse programa, possam-se somar novos colaboradores para que siga a mesma em um maior aprofundamento e, assim, torná-la disponível para o usuário final, que são os aprendizes e profissionais de música e engenheiros de *software* com ênfase e relação com a prática musical.

1.2 OBJETIVOS

Desenvolver um protótipo didático-pedagógico para auxiliar no aperfeiçoamento técnico e interpretativo musical de alunos e profissionais trombonistas e, de forma específica:

a) Construir o protótipo utilizando *softwares* livres;

[3] Conceito criado por Evan e Freeman (1993). Stakeholders são indivíduos ou conjuntos de partes interessadas sobre um determinado assunto ou objeto de estudo. Relação de interesse sobre conceitos, ideias e concepções através de pontos de vistas diferentes. fonte: FRIEDMAN, Andrew L.; MILES, Samantha. **Stakeholders: Theory and practice**. Oxford University Press on Demand, 2006.

b) Incluir funcionalidades executáveis as necessidades musicais de aprendizes e profissionais da performer;
c) Utilizar de código livre para futuros aprimoramentos da aplicação;
d) Incentivar o uso de tecnologias digitais na aprendizagem musical;
e) Desenvolver a predefinições de requisitos referentes ao protótipo por meio do método DSR;
f) Avaliar o protótipo dentro dos parâmetros executáveis na visão performática musical.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Como já citado na primeira parte da introdução, O DSR é uma construção de fatores metodológicos que surgiu com a proposta de causar mudanças em um determinado sistema científico na busca de melhorias de situações ou problemas advindas pelo próprio homem (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015). Como base conceitual, esse procedimento tem como fundamento a expressão *design science (DS)*, que é a "ciência que procura desenvolver e projetar soluções para melhorar sistemas existentes, resolver problemas ou, ainda, criar novos artefatos que contribuam para uma melhor atuação humana, seja na sociedade, seja nas organizações" (Ibidem, p. 57). Esse conceito foi induzido pela obra *As ciências do Artificial,* de Herbert Alexander Simon (1996), que era economista e psicólogo norte-americano. Esse procedimento será a base metodológica considerada neste trabalho.

Basicamente, o DSR faz a diferenciação do natural (fator lógico e físico) do artificial, algo que é proposto a ser construído e analisado em uma consciência teórica e prática. Essa ação busca, além de apresentar um novo formato de análise metodológica, trazer fundamentos no sentido de contra-argumentar procedimentos tradicionais.

> A discussão acerca do design science surgiu quando foi identificada a lacuna decorrente do emprego único e exclusivo das ciências tradicionais na condução de determinadas investigações. Pesquisas com o objetivo de estudar o projeto, a concepção ou mesmo a resolução de problemas não conseguem se sustentar exclusivamente com o paradigma das ciências naturais e sociais, principalmente porque as ciências tradicionais têm como objetivos centrais explorar, descrever, explicar e, quando possível, predizer (Ibidem, p. 52).

O conceito preliminar que permeia o DS tem como fundamento o rigor e a relevância da pesquisa. Como mostra nas palavras de Romme (2003), O **rigor** é algo que não pode faltar

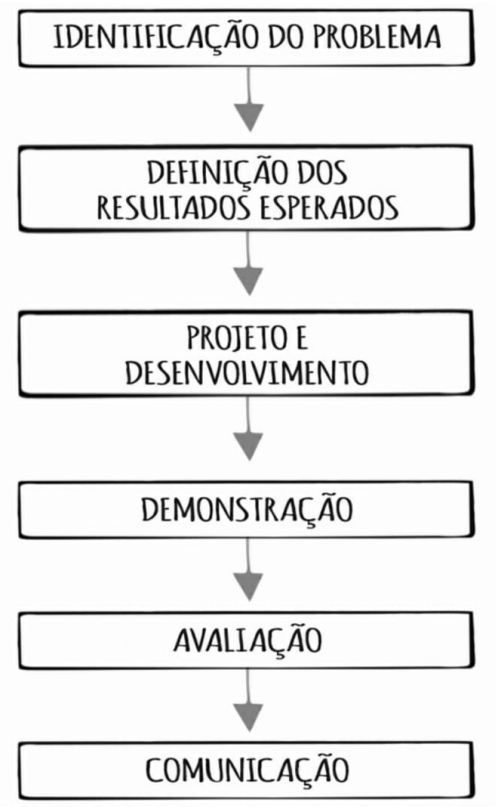
no procedimento metodológico tendo em vista que o mesmo é imprescindível para garantir a interação do produto pesquisado nas esferas científicas (acadêmicas), e o mundo real (prático) atrelando-os dois ao mesmo contexto linguístico. A **relevância**, de acordo com o que acredita Van Aken, na área de gestão, DS é o que proporciona um resultado baseado em uma descrição, ação esta que auxilia na condução e resolução de problemas reais, além de gerar conhecimento a ser utilizado em situações diversas (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

Para realizar os processos que se buscam através do DSR, é preciso sedimentar a criação de um *artefato* que servirá de produto ou construção de conhecimento. Esse artefato poderá auxiliar em situações reais de contextos temporais e de jornadas futuras através de aperfeiçoamento ou resolução de um problema. "artefatos, nesse contexto, podem ser entendidos como algo que é construído pelo homem, ou objetos artificiais que podem ser caracterizados em termos de objetivos, funções e adaptações" (Ibidem, p. 57).

A proposta de procedimento metodológico deste trabalho tem como aproximação um método aplicado e conduzido por Peffers[4], em 2007, na Universidade de Nevada, Las Vegas), junto com colaboradores apresentando paradigmas do *Design Science*. Nele, como mostra o fluxograma abaixo (Figura 1), tem a primeira etapa com a *identificação do problema* com as definições que motivaram a realização da pesquisa. Nesse trabalho, essa identificação ocorreu a partir da apresentação de fatores históricos musicais advindos da pedagogia da performance em conjunto com as possibilidades tecnológicas voltadas à atividade musical. Além disso, a conscientização científica dada os trabalhos acadêmicos que alinham pedagogia e tecnológica no desenvolvimento didático musical através de um Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL)[5], na seção 2.4 deste trabalho.

[4] PEFFERS, K. et al. A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.
[5] Mais informações na subseção 1.3.1.

Figura 1 - Fluxograma de procedimento metodológico criado por Peffers et al. (2007).



Fonte: (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015).

A segunda, a *definição dos resultados esperados* para o problema que se busca resolver. Nesse sentido, através da criação de classes de problema que "podem consistir em uma organização que orienta a trajetória do desenvolvimento do conhecimento no âmbito do *Design Science*" (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2013, p.103). com base no DSR, definiu-se o alinhamento histórico, conceitual e científico das seções 2.1, 2.2 e 2.3 deste trabalho.

A terceira etapa é o *projeto e desenvolvimento* que se baseia na criação de um artefato, como sugerido pelo DSR, a consolidar um protótipo capaz de auxiliar o desenvolvimento musical sobre o acompanhamento sonoro e alteração de andamento adequado ao nível do executor (usuário). Esse projeto, tendo como interesse utilizar ferramentas gratuitas e livre para confecção do protótipo, a exemplo do *Pure Data* (Pd) e de *software* secundário para ordenar as ações de cabeamento e execução do Pd, como o *QjackCtl*, Patchage e o *Qsynth*. Esses *software*s estão detalhados na seção 3 deste trabalho.

Como quarta etapa, a *demonstração* que se caracteriza com o uso do artefato na busca de solucionar o problema em questão, etapa essa desenvolvida a partir de experimentação e simulação. Inicialmente, foram feitos (ensaios técnicos) testes internos como prática real de acompanhamento com o instrumento. Além desses, foram direcionados a simulação do protótipo através de programas de vídeo chamada na busca pelo suporte de funcionamento satisfatório, como pensa o DSR, para a realização da pesquisa. Ainda nessa etapa, foi realizado um workshop com a presença online de especialistas com a duração de 2 horas, divididos em 5 momentos:

1) Apresentação da pesquisa (20 minutos);
2) Apresentação das ferramentas da pesquisa em uso, (30 minutos);
3) Demonstração sobre as funcionalidades do *software* Pd (15 minutos);
4) Explanação e demonstração de uso do protótipo BoneAux (30 minutos);
5) Dúvidas e aplicação do questionário (15 minutos).

Essa ação do workshop aconteceu durante um projeto de extensão cadastrado na UFPB através da plataforma *Google Meet*. O projeto conta com a participação de 16 profissionais de música/trombonistas que atuam em instituições federais, estaduais e municipais de ensino e de profissionais *performers,* contando com a participação de cerca de 70 alunos das mesmas instituições citadas. Os objetivos dos questionários foram sondar:

1) o histórico do participante, enquadrando-se a sua vivência com a tecnologia;
2) a contextualização e manipulação da ferramenta, e interação interdisciplinar por observação assíncrona;
3) a imersão na usabilidade do protótipo em execução e no seu processo de aprendizagem;
4) Os depoimentos e considerações sobre o uso do protótipo sob a ótica da funcionalidade e da perspectiva da pesquisa.

A quinta etapa, *avaliação,* que teve como aspecto analítico a comparação com os requisitos definidos em etapas anteriores (esse tendo alguma dependência, sendo retornado a

etapa de projeto e desenvolvimento), o posicionamento dos especialistas e as considerações sobre a ação satisfatória do artefato na pesquisa como análise e discussões.

E por último, a etapa de *comunicação*, onde apresentou-se o rigor e relevância do artefato com base nas amostras de avaliação, análise e conclusão (Ibidem, p. 84). Nesse quesito, apresenta-se os aspectos relevantes do artefato e a sua validação de acordo com o posicionamento dos especialistas em que os mesmos puderam participar. Além disso, apresentar quais os planos futuros que serão traçados após essa etapa da pesquisa e, de que forma, esse aprendizado que buscou unir a teoria e a prática poderá impactar estudos científicos futuros ao tema.

1.4 MOTIVAÇÃO

Os estudos técnicos e interpretativos sempre estiveram presentes no processo de aprendizagem musical de um instrumentista. Para um aluno evoluir a um grau técnico avançado, ele precisa passar por várias horas de estudo para conseguir esse nível. E, para aqueles que necessitam manter essa qualidade - profissional, principalmente aqueles que atuam em concursos, recitais e concertos, precisam se manter ativos através de estudos diários, para assegurar a sua qualidade musical.

Essa situação faz do profissional um incessante estudante de música. Entretanto, manter esse nível performático por longos anos, torna-se um trabalho árduo. Por isso, o músico procura encontrar modelos de aprendizagem diversificados que o façam manter esse trabalho menos entediante. Assim, ao se ter a oportunidade de aprimorar o seu nível musical, através de ferramentas tecnológicas dinamizando essa prática, o possibilita se aperfeiçoar com mais estímulo e dedicação.

No ambiente escolar e acadêmico musical, esse tipo de reflexão também se torna pertinente. Pois ainda é possível ver, nos dias atuais, práticas de estudos apenas engajados ao conceito de material didático impresso em que o aprendiz, de frente ao método, estudo ou música, efetua repetições de trechos musicais e técnicos para desenvolver suas habilidades (CERQUEIRA,2011).

Esse tipo de aperfeiçoamento tem suas especificidades, e demonstra uma relação histórica com o ensino e aprendizagem de séculos anteriores (MARSTON, 2011). No entanto, pensar a longo prazo um estudo apenas feito dessa maneira, pode causar um

desestímulo ao iniciante. Acima de tudo o desenvolvimento do profissional, até mesmo para aqueles com uma maior vivência no mundo digital.

É possível notar o quanto é desafiador lidar com essas condições educacionais quando o intuito é fazer um apropriado uso dessas ferramentas no ambiente escolar. Isso, de certa forma, estende-se ao ambiente familiar. Alunos que passam horas nos seus *smartphones* e *tablets* através das redes sociais e não conseguem direcionar suas atenções aos conteúdos didáticos escolares.

De certa forma, esse contexto também impacta no ambiente de ensino musical, principalmente no início de um aprendizado. Alunos que não dão a devida atenção aos estudos musicais porque estão submersos no universo visual e dinâmico da tecnologia de forma exacerbada.

Essas questões pontuadas, tanto a importância dessas ferramentas quanto a sua utilização de forma proveitosa, permite compreender esse trabalho no sentido de otimizar ambas as causas em um mesmo objetivo. Ter a oportunidade de utilizar esses materiais no ambiente de aprendizagem sem prejuízo no desenvolvimento prático musical, se torna um motivo pela qual é direcionado a intenção dessa pesquisa.

1.5 CONTRIBUIÇÃO

Ao utilizarmos o protótipo, tem-se a finalidade de evidenciar a simultaneidade de sons capazes de oferecer uma seguridade no estudo ou música tocada. Este fato apoia, inclusive, concepções de afinação e interpretação do músico. Na qual, uma base ou complemento sonoro despertará desde uma relação sólida com o estudo até uma situação prática com ela, tocar em público ou para uma banca de avaliação.

Isso porque existem estudantes que sentem uma dificuldade na hora de acessar a informação específica da sua busca. Ao estudar uma peça de concerto, por exemplo, é possível que haja uma dificuldade de relação conceitual com o gênero, período, compositor, contexto, estrutura e carácter da música. Essa falta de familiaridade pode aglutinar imprecisões musicais a comprometer a performance do estudante e esse mecanismo é proposto no artefato garantindo essas ações conjuntas em um único lugar.

Além do acesso, faz-se importante fomentar a manutenção da biblioteca disponível. Entende-se que é preciso existir uma função mantenedora na atualização de conteúdos

disponibilizados para interação. Acredita-se existir uma demanda ocorrente na busca de conteúdos e, para isso, utilizar o protótipo para o armazenamento de métodos, peças e estudos e pesquisas para serem acessados quando requeridos é a forma mais facilitada para se chegar nesse objetivo da contextualização musical que se pretende alcançar.

Essa ação oportuniza compositores e educadores a utilizarem a ferramenta para hospedar suas produções. Sabendo da dificuldade de divulgação de materiais, ter-se-ia assim, o acesso a essas produções de forma gratuita, quando disponibilizadas nesse formato.

Um protótipo como o desenvolvido nesta pesquisa, atende um contexto específico didático-musical, pois contribui de forma centralizada com o desenvolvimento performático do trombonista. Naturalmente, uma inquietação tem um limite de conceituação e subserviência específica a se ater a um contexto ou momento. E por pensar assim, busca-se, com a intenção de deixar a ferramenta em aberto para que seja remodelada quantas vezes for preciso. Nessa proposta, pode-se pensar em uma contribuição contínua, sendo reverberada por mais concepções e soluções utilizáveis.

Mesmo pensando de forma acadêmica, o presente protótipo atende também, de forma específica, situações mercadológicas. Enquanto pedagogos e compositores tiverem interesse de disponibilizar suas produções no repositório do protótipo, a proposta poderá ser validada através de serviços externos. Essa concepção permite o acesso a conteúdo de direitos reservados, quando interessado ao usuário. Auxiliando, inclusive, a evitar a disseminação de produções piratas na biblioteca.

1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho, resultado de uma pesquisa teórica e prática, foi fragmentado em 7 capítulos, cada um subsidiado aos fundamentos e estratégias metodológicas ancoradas em hipóteses, investigação e análises. Ambos os capítulos puderam ser reconsiderados, quando necessário, a eventuais conjecturas em meio ao estudo.

Assim, guiou-se a partir do primeiro capítulo, a introdução do trabalho apresentando toda sistemática pensada na pesquisa. Desde hipóteses, motivação, objetivos, procedimentos metodológicos e ações a serem executadas e pensadas ao longo do trabalho.

No segundo capítulo, é apresentada a base construtiva sobre o espectro do trabalho através da introdução. Fazendo-se referência a toda parte histórica, estrutural, discursiva,

analítica, buscando apresentar o modelo científico seguido pela presente pesquisa através das questões: ensino de música, tecnologia musical e conceitos pedagógicos na performance. Ainda neste capítulo, realizou-se um Mapeamento Sistemático (MS) que norteou todo contexto teórico-científicos desenvolvidos nos últimos anos na área de educação musical e tecnologia. Destes, levantou-se o que se tinha de produções acadêmicas relacionadas a temáticas metodológicas e *software* didáticos-pedagógicos na perspectiva de auxiliar a aprendizagem musical.

Este mapeamento serviu para alinhar este trabalho aos conceitos metodológicos explorados, aplicando-os a criação e aperfeiçoamento do protótipo. Todo o acrescento que foram utilizados estiveram sob a condução da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), um dos principais mentores dessa pesquisa.

No terceiro Capítulo, utilizando-se do aporte da fundamentação teórica, aplicou-se a metodologia do trabalho na estrutura do *Design Science Research* (DSR) através das classes de problema. Nela, aplicou-se requisitos e definições de resultados esperados baseado no ambiente externo e interno das classes com o objetivo de sedimentar os requisitos levantados na pesquisa. Essa ação gerou dois problemas a serem resolvidos: 1) o aproveitamento pedagógico, por parte dos pesquisadores e docentes, das ferramentas tecnológicas direcionadas ao desenvolvimento performático musical. 2) o desenvolvimento de ferramentas voltadas para criação musical que estimulem o autoconhecimento a partir de fatores significativos da aprendizagem. Após esse levantamento, considerou a criação de um artefato, colocando em questão *software*s já existentes aproximados a esses problemas apresentados para se alcançar resultados satisfatórios à pesquisa.

No quarto capítulo, são apresentados os perfis dos especialistas em relação ao artefato criado com base nas classes de problema. Além disso, é exposta toda estrutura e planejamento para a coleta das informações em relação à dinâmica da aplicação da pesquisa. Neste capítulo, concentra-se nas observações e análises por parte dos especialistas como dados colhidos pelo formulário durante o workshop.

No quinto capítulo, são expostos os diálogos entre os dados coletados com toda estrutura e fundamentação do trabalho. Nele, são feitas as considerações entre o ponto de vista do autor em consonância com os especialistas na avaliação do artefato criado e desenvolvido na pesquisa com as problemáticas colocadas nas classes de problema. Além disso, é feito uma

relação conceitual com os pensamentos dos pesquisadores analisando as questões históricas e conceituais ao ensino da música com relação a tecnologia.

No sexto e último capítulo, foi feito um balanço geral sobre os dados colhidos durante toda extensão da pesquisa. Além disso, pode-se avaliar os procedimentos utilizados dentro de um panorama didático e demonstrativo, sobre os cumprimentos do estudo, explanando as considerações do artefato criado e da sua satisfatoriedade em relação ao que se buscou nos requisitos das classes de problema. Também, neste capítulo, é exposto quais serão os planos futuros para essa pesquisa em relação aos pontos positivos e limitações identificadas almejando uma próxima pesquisa, a exemplo de um doutorado, para se aplicar em um estudo de caso a ação propositiva da ferramenta no âmbito escolar, acadêmico e profissional.

2 FUNDAMENTAÇÃO

Neste segundo capítulo, aborda-se todo aporte necessário sobre questões históricas e científicas da performance musical, música e educação e tecnologias aplicadas à música, no espectro dessa pesquisa. Inicialmente, alguns relatos e registros sobre a evolução da prática performática musical, de tratados sobre o desenvolvimento instrumental e de nomes importantes que contribuíram para esse legado ao longo dos últimos séculos.

No que se refere aos aspectos tecnológicos, ainda neste capítulo, serão mostrados alguns avanços sobre a óptica do fazer musical que perpassa, especificamente, pela influência do digital e que pode levar à música a um modo de aplicação inovadora no último século. Este, colocando nos últimos anos, ferramentas didáticas direcionadas à prática musical e o seu desenvolvimento.

2.1 ENSINO E PERFORMANCE MUSICAL

Nesta seção, apresenta-se algumas das principais ações que contribuíram, historicamente, para o ensino e performance musical. Inicialmente, criações ao longo da Idade Média, a exemplo dos *Neumas* e o surgimento de linhas e complementações destas para escrita musical, em que um dos expoentes foi Guido d'Arezzo. Desta época, entre os sécs. IX e X até meados do séc. XV, sem grandes surgimentos no que se referia a prática de ensino, tendo em vista a informalidade e oralidade entre as próprias famílias da nobreza ou pelos costumes da Igreja através da fé.

Assim, só por volta do séc. XVI e XVII com o surgimento de tratados musicais que formalizaram relatos sobre compreensão musical, torna-se possível utilizar essas pesquisas no processo de desenvolvimento do músico. Ainda nesse período, os primeiros relatos sobre a formalização de práticas de ensino instrumental dando sentido a uma nova profissão, ao de professor de performance. É notório que a prática de ensino sempre ocorreu, porém, somente neste período foi possível formalizar metodologias voltadas a esse desenvolvimento musical.

Também, ainda nesta seção, apresentam-se alguns dos compositores e *performers* mais relevantes desde o período Barroco até os tempos atuais que, além de tocar e compor, trabalharam como professores de performance musical. Desses, destacam-se Ludwig van Beethoven que foi aluno de Haydn e posteriormente professor também durante sua jornada

musical mantendo sua ligação de ensino através do modelo Mestre-aprendiz. Modelo este apenas levado a uma outra formalização de ensino no período Revolução Francesa (1789-1799), com a padronização do ensino feito em sala de aula com um número considerado de alunos e um único mediador.

Ainda nesta seção, são expostos alguns dos conceitos sobre performance musical e suas abordagens linguísticas. Pontos de relação ao intelecto do performer como: memória, movimento e consciência a performance, apresentando algumas das variações e concepções por pesquisadores como Cerqueira (2011). E também sobre as abordagens metodológicas da performance por Marston (2011) sobre prospecção Comportamental, Conceitual, Sensorial e Mista voltados ao desenvolvimento de instrumentos metais e sopro.

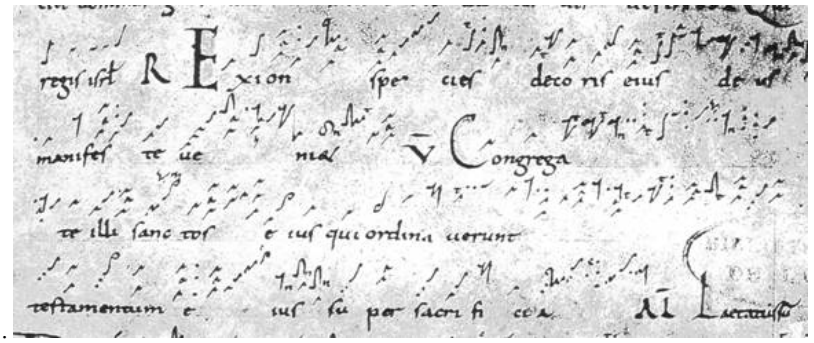
2.1.1 Inovações no ensino da performance musical entre os séculos X e XX

Com os primeiros exemplos de escrita musical na Idade Média, através do sistema de *neuma*[6], foi possível descrever os caminhos descritivos da relação musical com a linguagem visual que pudessem auxiliar cantores da época a uma maior precisão melódica. Após este período, a escrita musical evoluiu com a inserção da notação moderna (tetragrama), modelo este criado por Guido d'Arezzo (992-1050), monge italiano, que substituiu o sistema neumático.

Nesse período, através dessa otimização no processo de leitura ou reprodução musical, já era possível identificar aspectos tecnológicos que, por mais que rudimentares, traziam novas relações com a consciência musical da época, sendo considerada uma inovação na área musical.

[6] Um termo usado na Idade Média com vários significados distintos, mas relacionados, fundamentalmente, à noção de uma frase musical. Dois termos greco-latinos, neuma ("gesto") e pneuma ("respiração", também usados no sentido de "Espírito Santo") eram frequentemente confundidos e amalgamados. Num sentido transferido, a palavra passou a significar o sinal notacional que representa um gesto melódico. (HILEY, 2001, p.01).

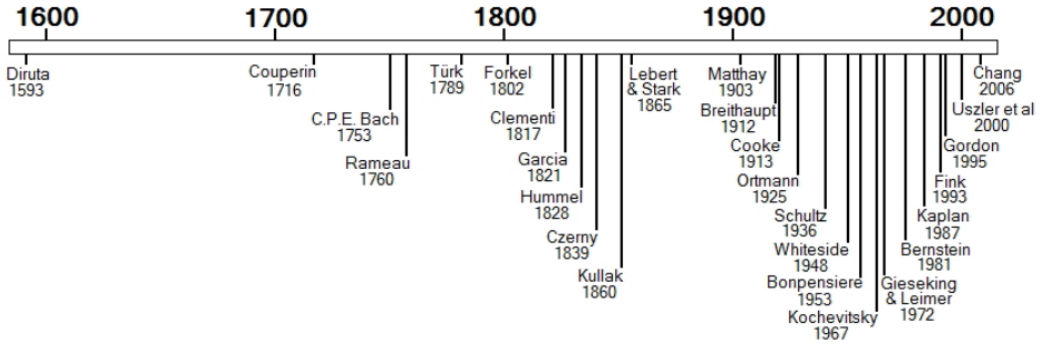
Figura 2 - Laon, início do século 10 (Laon, Biblioteca da cidade Kodex 239).



Fonte: (GREGORIANA, 2021).

É importante considerar que, até chegar no século XV, a escrita musical teve uma evolução muito lenta e isso, de certa forma, fez com que os registros desse período ficassem bem escassos. Um desses fatores foi a limitação estrutural da música na igreja católica que evitava mudanças que viessem modificar a estética musical sacra. Logo, no séc. XVI, a partir do surgimento dos tratados musicais (Figura 2), foi possível obter pressupostos que enfatizaram o ensino musical a escritos voltados a teoria, harmonia e composição.

Figura 3 - Cronologia dos tratados musicais direcionais ao ensino de instrumentos de teclados.



Fonte: (CERQUEIRA, 2011).

O ensino na música ganhou visibilidade com a demanda musical decorrente do séc. XVII e XVIII. Assim como em outras artes, a música era requerida no âmbito religioso de forma criteriosa, colocando a qualidade técnica em primeiro plano, dando ênfase ao fazer musical e artístico. “Até o século XVIII, o ensino de instrumentos musicais se concentrava nas premissas expostas anteriormente, com a transmissão de conhecimentos baseada no empirismo e na tradição oral através da relação entre mestre e aprendiz” (CERQUEIRA et al.,

2012, p.95). Essa demanda, por estar próxima a época das necessidades artísticas da realeza, disseminou e incentivou o desenvolvimento musical a uma evolução técnica, performática e interpretativa.

> Apesar da música estar fortemente relacionada à tradição da igreja, o ofício de músico (compositor, instrumentista, cantor e regente) ganha cada vez mais espaço na sociedade, sustentado principalmente pela realeza. Foi na segunda metade do século XVII que os pedagogos da performance musical começaram a se destacar, juntamente com a necessidade crescente de se formar instrumentistas para atender às cortes e às capelas reais. Mesmo nas igrejas, compositores precisavam cada vez mais de músicos habilidosos para executar suas criações (RAY, 2015, p.13).

No período Barroco, destacou Sainte-Colombe (1675? -1701), violinista e compositor francês, que ganhou visibilidade por suas ações pedagógicas na técnica do instrumento.

> "Ele é conhecido por estabelecer o uso de cordas reforçadas de baixo, por adicionar uma sétima corda ao "viola da gamba baixo" e por inventar uma nova técnica da mão esquerda. Outra técnica conhecida como "fúrias", contém passagens de notas rápidas escritas em fusas usando golpes de arco separados, nas cordas graves "(DUNFORD, 2001, p,01, grifo do autor).

Sainte-Colombe também foi importante na relação pedagógica de ensino, este com Marais Marin (1656-1728) compositor e violinista francês, aluno que superou o seu nível técnico e que se tornou solista em grupos orquestrais. A fama de Marin havia se espalhado por toda França, alcançando o seu mais alto nível performático em 1706 na execução da sua *tragédie en musique Alcyone*[7] (GORCE; MILLIOT, 2001).

Ainda nesse período, as práticas de ensino se dava a partir de instruções sobre a interpretação das próprias músicas dos compositores e do período em que eles viviam (RAY, 2015). No entanto, com a compreensão de novos conceitos técnicos para ensino do instrumento, os registros escritos ganharam espaços, tanto que:

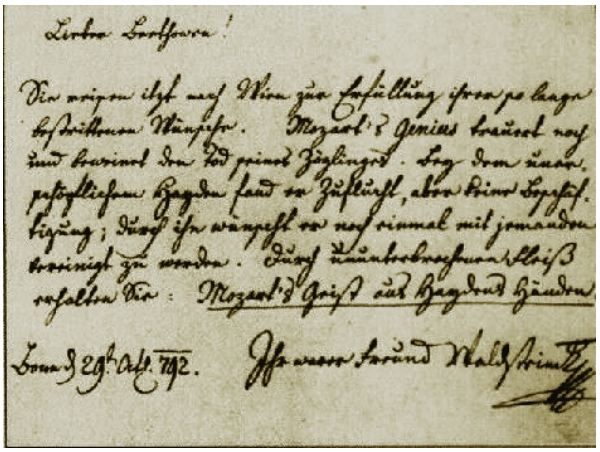
> Ainda no início do século XVIII, mesmo período em que viveu Marais, François Couperin (1668-1733), cravista e compositor, dedicava grande parte de suas atividades à docência, o que o inspirou a registrar suas concepções pedagógicas em seu tratado L'Art de Toucher le Clavecin (A Arte de Tocar o Cravo), publicado em 1716. Entre seus ensinamentos, Couperin introduziu o uso do polegar na técnica de execução do cravo, posteriormente adotada inclusive por J. S. Bach (Ray, 2015, p.14).

[7] "Em 18 de fevereiro de 1706, a ópera (ou tragédie en musique), Alcyone recebeu sua primeira apresentação no Palais Royal, em Paris. A resposta do público foi imediatamente entusiasmada. Seria o maior triunfo de Marin Marais. O compositor, com cinquenta anos, estava no auge de sua carreira. Ele havia acabado de substituir André Campra como 'condutor' na Ópera de Paris, superando os inúmeros artistas que foram convocados para tocar no fosso ou aparecer no palco" (tradução nossa), In: SAVALL, J. Marin Marais *Alcyone: Suites des Airs à Joüer 1709* Le Concert des Nations. , Alia Vox Heritage. 2017. Disponível em: https://www.alia-vox.com/en/catalogue/marin-marais-alcione-suites-des-airs-a-joueer-1706/ acesso em: 25 jul. 2020.

Dada a hereditariedade musical, a família Bach, passou de geração em geração conceitos sobre música que permitiu grande parte dos seus familiares serem músicos. Essa prática rendeu instrumentistas e professores, a exemplo do próprio Johann Sebastian Bach (1675-1750), cravista, *Kapellmeister (mestre de capella)*, regente, organista, violinista e violista e o seu filho Carl Philip Emmanuel Bach (1714-1788) que ambos se tornaram professores, compositores e intérpretes de renome as suas épocas (RAY, 2015).

Assim como Sainte-Colombe, Marais Marin, a família de J. S. Bach, importantíssimos compositores como Haydn (1732-1809), maestro e pianista austríaco do período Clássico, também veio a lecionar para alguns músicos. Ludwig van Beethoven (1770-1827), compositor e pianista alemão, que mais tarde trabalhou como professor, chegou a ser aluno de Haydn, na expectativa de ter um relacionamento como o que ele tivera com Mozart (1756-1791), pianista e violinista austríaco. “O conde Waldstein, ciente de que Beethoven estudaria com Haydn em Viena, escreveu ao jovem alemão que, com sua dedicação, ele receberia “o espírito de Mozart das mãos de Haydn” (TOSCANO, 2017, s.d.).

Figura 4 - Carta profética do Conde Waldstein a Beethoven[8].



Fonte: (TOSCANO, 2017).

[8] Tradução da carta: “Querido Beethoven: Você está indo a Viena para realizar um desejo há muito frustrado. O gênio de Mozart ainda está de luto e chorando pela morte de sua aluna. Ela encontrou um refúgio, mas nenhuma ocupação com o inesgotável Haydn; através dele, ela deseja mais uma vez formar uma união com o outro. Com a ajuda do trabalho assíduo, você receberá o espírito de Mozart das mãos de Haydn. Seu verdadeiro amigo, Waldstein**”.** (KERMAN et al, 2001, p.6)

No entanto, com as ocupações de Haydn nas suas composições e a sua maneira de tratamento com Beethoven, essa relação durou pouco tempo.

> O desconforto de Beethoven cristalizou-se na desconfiança sem provas de que seu professor "não demonstrava muito apreço a sua pessoa" e estava o negligenciando ou talvez até sabotando suas aulas. (O lado formal da instrução pode ser visto nos exercícios antigos e remanescentes, de contraponto nas suas quatro espécies; e que podem ser encontrados nos remanescentes desses exercícios escritos à mão por Beethoven, com correções um tanto intermitentes de Haydn.) A falta de rigor da parte de Haydn formou uma das queixas de Beethoven. Segundo o compositor Johann Schenk (cujo testemunho, no entanto, foi contestado), Beethoven secretamente buscou ajuda de Schenk com esses exercícios (KERMAN et al, 2001, p.7, grifo do autor).

Paul Hindemith (1895-1963) compositor alemão, teórico, violinista e regente, também se destacou, este no período pós romântico e pós guerra, nesse cenário profissional de ensino. Por ser uma pessoa inquieta e curiosa, buscou desenvolver seus conhecimentos a partir de estudos além das fontes musicais que o tinha.

> Em 1927, Hindemith foi convidado a ensinar composição na Universidade Música de Berlim. Sua mente aberta, curiosidade e amplitude de conhecimento fizeram dele um professor ideal. Com sua tendência de sobrecarregar com material de aulas causando assim um desencorajamento por parte de seus alunos apenas alguns anos mais jovens, e que ele tratava como camaradas. Ele logo chegou à conclusão de que a composição, estritamente falando, não podia ser ensinada; e sim somente arte de como lidar com materiais musicais poderia ser repassado. Incapaz de encontrar livros didáticos adequados, realizou pesquisas em teoria e acústica da música, aprendeu latim e matemática para facilitar a leitura de antigos tratados musicais (Schubert, 2001, p. 06).

Hindemith passou a ter mais sucesso quando foi para os Estados Unidos, lá se tornou conhecido mundialmente pelas suas composições, inclusive para vários instrumentos solos, a exemplo de *Sonata para Trombone e Piano (1941)*, e ensino para composição, harmonia e teoria musical. Essa imersão profissional o despertou para o lado pesquisador da música, tanto que “nos próximos anos ele escreveria um dos livros mais importantes de teoria do século XX (Curso Condensado de Harmonia Tradicional, 1949) utilizado até os dias atuais” (RAY, 2015, 19).

No período após a segunda metade do séc. XIX os ensinamentos musicais começaram a tomar proporções, cada vez mais técnicas. Ao que podemos ver nos estudos de Ray (2015), este período elevou a demanda musical sedimentada a uma realização performática do instrumento/canto através de exercícios graduais (flexibilidade, arpejos e escalas) em apostilas

e livros, os chamados “métodos musicais”, criados por ‘instrumentistas-professores’ para resolver dificuldades comuns a aprendizagem.

Esse estigma ocorreu devido a Revolução Francesa (1789-1799) em que, consequentemente, as questões sócio-políticas influenciaram a música e o seu processo de ensino a um, este que daria a um formato de conservatório de ensino, criando assim o Conservatório de Paris.

> Estas instituições visam à formação de músicos “executantes” e “virtuoses”, aptos para a performance em salas de concerto, e para este fim, adotam uma prática de ensino tecnicista, com a utilização de repertório baseado na música européia tradicional[...]. Assim, não era o repertório que se adaptava ao aluno, mas o contrário: ele deveria se adequar às exigências do programa [curricular], sem considerar sua experiência musical prévia, suas características fisiológicas e habilidades motoras. Quanto ao professor, não havia espaço para o exercício da crítica sobre a execução instrumental – habilidade fundamental para todo músico (CERQUEIRA et al, 2012, p.95).

Logo, foi possível perceber a formação musical da época feita a partir de situações políticas, se tornando, demasiadamente, aberta ao povo, situação essa que extinguiu o contexto de aprendizagem entre Mestre-Aprendiz (HARNONCOURT, 1998).

Contrapondo este cenário performático musical, no início do séc. XIX, surgem pensamentos didáticos com uma perspectiva evolutiva ao processo de ensino e aprendizagem sobre música. Abordagem esta que, no século seguinte, validou o pensamento musical sobre os “métodos ativos” com a proposta de dinamizar o ensino musical através dos aspectos sociocognitivos e culturais do aprendiz (MATEIRO; ILARI, 2011). Dos pedagogos músicas que mais se destacaram a essa prática, Maurice Martenot, Carl Orff, Zoltán Kodály, Heitor Villa-Lobos, Jacques Dalcroze, Edgar Willems, Shinichi Suzuki, Hans-Joachim Koellreutter, Keith Swanwick e Edwin Gordon.

No que tange a questão performática, esses métodos trariam condições pedagógicas e modernas à prática musical. No entanto, ao que pensa Fonterrada (2005), esse modelo acabou não sendo aceito e inserido na prática anterior vigente. Salvo o modelo pedagógico de Suzuki em que era “amplamente adotado em instituições tradicionais de ensino musical por oferecer semelhança com os pressupostos pedagógicos já adotados neste contexto” (CERQUEIRA et al., 2012, p.96).

Nessas duas esferas sobre a visão musical, **o pensamento técnico sobre a música e a nova metodologia posicionada pelos métodos ativos**, é possível perceber uma espécie de

preconceito dada a existência performática e técnica de um músico. Ambos têm causado divergências no pensamento da aprendizagem musical.

É pontuado por Ray (2015) com bastante clareza sobre esses aspectos, onde houve e há a existência de diferenciação intelectual entre performance e pensadores musicais. Por isso, torna-se contundente ao que a pesquisadora fala, sobre os aspectos dos 'artistas-pesquisadores-professores' (p. 22, grifo nosso) a uma condição experimental da música, colocando-se de inter-relacionar os contextos possível a aprendizagem musical, fator este que direcionamos a nossa pesquisa.

2.1.2. Performance musical: uma abordagem teórico-conceitual

Na música, a aprendizagem é especificada com a capacidade que o aprendiz tem de compreensão, sob os aspectos auditivos e visuais, dada a apreciação musical pré-construída pela familiaridade com a música. O seu desenvolvimento técnico e interpretativo, somando-se a interação colaborativa, seja ela pelo convívio musical (colegas ou família) ou por orientação(professor), torna possível o entendimento da música de forma prévia ao fazer musical.

Não há como considerar uma abordagem apenas específica ao campo do conhecimento. No que se pode considerar, aos aspectos musicais, nenhum conceito isolado consolida uma aprendizagem teórica e prática instrumental, é preciso existir pressupostos para que essa aprendizagem aconteça (CERQUEIRA et al. 2012). Nessa questão, pode-se perceber a relação da aprendizagem musical com a abordagem pragmática que a pode instruir, situação essa que dialoga com os interesses desta pesquisa e que dá pressupostos ao conhecimento musical a partir dos aspectos da aprendizagem instrumental.

Dada essa pesquisa, o pensamento sob a aprendizagem precisa transitar não só pelas questões do conhecimento do aprendiz, que pode pertencer a várias faixas etárias diferentes, mas também ao músico em atuação profissional, estes também sem uma limitação de idade ou referência musical já compreendida. Situação didática essa em que há o pensamento sobre a aprendizagem e desenvolvimento do aluno ou músico profissional, podendo refletir sobre as questões metodológicas e pedagógicas da arte musical.

Na música, essa visão se enquadra na abordagem comportamental[9] dada a relação de ensino de instrumentos de metais em que questões técnicas são atreladas a um problema comum dos instrumentistas. São considerações a uma situação diagnosticável e consertável através da repetição técnica e motora a um trecho musical (MARSTON, 2011). Essa modelo expressa, sob o contexto histórico da aprendizagem, a relação com a abordagem Tecnicista[10] no desenvolvimento musical.

As investigações sobre ensino a performance musical ainda é algo recente, e por isso compreende-se da falta de bibliografia específica que se possa fundamentar em ações de pesquisa. A forma, nesta temática, demonstra um quesito jovem de abordagem pedagógica e que, embora se tenha trabalhos valiosos direcionados ao desenvolvimento e aprendizagem musical, essa realidade é vista, principalmente, no momento de interagir com a fonte, no que diz respeito a sua confiabilidade (Neumann, 1967).

Uma crítica feita por Neumann (1967) sobre às más interpretações ou afirmações errôneas nesse sentido diz que:

> Vamos dar um grande passo adiante se pararmos de olhar para os autores de antigos tratados como se eles fossem profetas que revelam verdades infalíveis, e se começarmos a ver e tratá-los como são na melhor das hipóteses: testemunhas muito humanas que nos deixaram uma declaração juramentada sobre certas coisas que eles sabiam, certas coisas eles acreditavam, em certas coisas que desejavam que seus leitores acreditassem NEUMANN, 1967, p. 316).

Reforça-se que a complexidade do ensino da música e das artes em geral requer constantes reflexões de professores e alunos sobre o objeto de estudo, dialogando com a bagagem histórica, a ciência e a experiência musical de cada um, exigindo que ambos reajam de acordo com as possibilidades do momento e o contexto musical apresentado. Logo, a palavra-chave que define o ensino da Performance Musical é o “equilíbrio”. (Cerqueira, 2011, p.11).

Antes de enfatizarmos o conceito de aprendizagem da Performance Musical, precisamos compreender os aspectos epistemológicos da palavra “performance”.

> A performance ou performance art, expressão que poderia ser traduzida por ‘teatro das artes visuais’ surgiu nos anos sessenta (não é fácil distingui-la de happening, e é influenciada pelas obras do compositor John Cage, do coreógrafo Merce Cunningham, do videomaker Mane June Park, do escultor Allan Kaprow [...] A

[9] Mais detalhado em 1.1.4

[10] Apesar desse modelo ser considerado conhecido na década de 60 e 70, na educação formal, essa prática de ensino perdurou por vários séculos ao e rege, de forma atemporal, situações e práticas ao modelo musical.

> performance associa, sem preconceber ideias, artes visuais, teatro, dança, música, vídeo, poesia e cinema. (PAVIS, 2008, p.284)

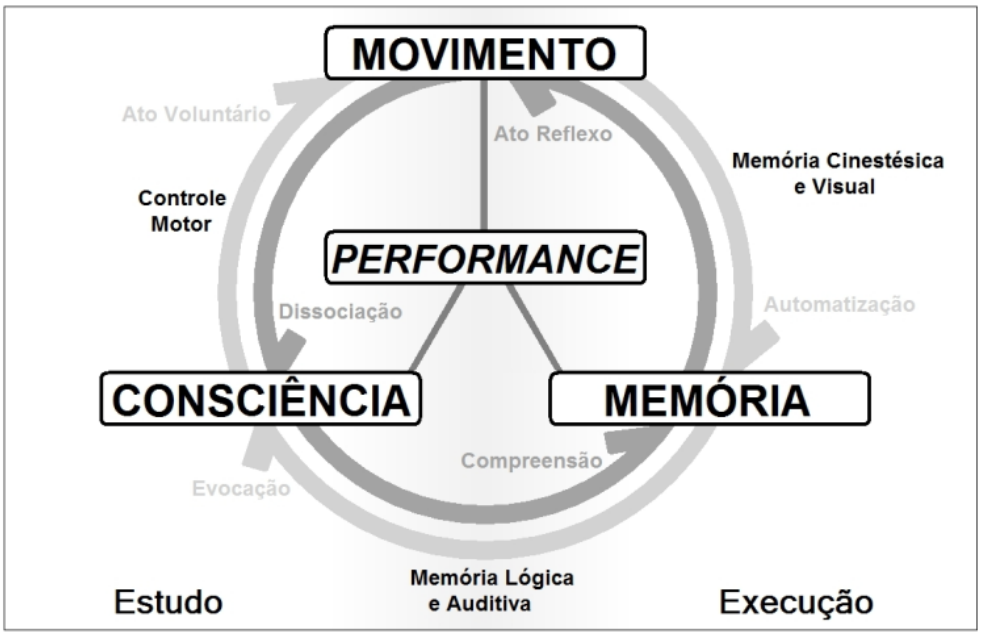
Nesse mesmo conceito, faz-se importante compreender o atuante da performance, o *performer*. "O performer é aquele que fala e age em seu próprio nome (enquanto artista e pessoa) e como tal se dirige ao público, ao passo que o ator representa sua personagem e finge não saber que é apenas um ator de teatro" (ibidem, p.285).

Ao que se refere à performance musical, pode-se fomentar o conceito expresso por Ray (2005) em que a performance musical é o ato:

> em que o músico (instrumentista, cantor ou regente) executa uma obra musical exposta à crítica de outro ou outros. Podemos estar falando de um recital, um concerto solista (ou camerista), um concerto com grandes conjuntos (como coral ou orquestra), uma prova com banca (em escola, concurso ou audição para emprego) ou até mesmo uma aula (onde freqüentemente se 'simula' uma apresentação) (RAY, 2005, p.39).

Um modelo de ensino e aprendizagem musical, desenvolvido na Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e abordado na pesquisa de Cerqueira (2009), ilustra um guia sob a perspectiva conceitual das habilidades essenciais ao desenvolvimento da performance musical.

Figura 5 - Modelo de Ensino e Aprendizagem da Performance Musical



Fonte: (CERQUEIRA, 2011).

Nesse modelo (CERQUEIRA, 2011, 12-14) mostra a centralidade performática, dimensionada as situações cognitivas sobre a Consciência: *intervenção do indivíduo*, Movimento: *deslocamento, aspectos fisiológicos da performance* e Memória: *armazenamento do sistema sensorial (externo) e do raciocínio (interno)*. Ambos inter-relacionados ao Controle Motor: *coordenação motora*, Memória Lógica e Auditiva: *armazenamento conceitual e interpretativo, imagem sonora*, Memória Cinestésica e Visual: informações *táteis, visuais, ambiente (externo)*. Estas têm sentido anti-horário Ato Reflexo: *exposição e movimento aos estímulos internos e externos*, Compreensão: *entendimento da obra, relações harmônicas e interpretativas*, e Dissociação: *aprimoramento do controle motor, consciência e eficiência dos movimentos.* No sentido horário o Ato Voluntário: *realização da consciência motora*, Automatização: *Informação dos movimentos de repetição, consciente ou não é Evocação*: *utilização dos conhecimentos a aprendizagem interpretativa sob a experiência musical*. Desse modelo, o foco em dois momentos da performance, o Estudo: *(etapa primária) preparação, conhecimento da obra e consolidação dos movimentos a memória* e Execução: *(etapa secundária) manutenção da memória e preparação para a apresentação pública.*

Ainda pontuado na pesquisa de Cerqueira (2011, p.14-18), há outras centralidades na perspectiva da aprendizagem musical. Concentração: *onde a consciência capta atividades em dois segmentos, "primárias e secundárias", a primeira com maior capacidade de foco cerebral*. Intuição: *decisões a partir de experiências musicais adquiridas para situações não planejadas, ótica está direcionada a relação artística do indivíduo*. Técnica: *Aprimoramento do controle motor, menos esforço físico e maior resultado musical*. Vícios Motores: *armazenamento de informações inadequadas de movimentos e conceitos, sob esforço físico e tensão muscular desnecessária.* Ansiedade na Performance: desconfortos e tensões nervosas em momento de exposição pública.

2.1.3 Aprendizagem performática dos instrumentos de metais

Ao longo de anos, várias discussões surgiram em torno do ensino e aprendizado instrumental. No ambiente acadêmico, elas passaram a se tornar pertinentes porque permitiram analisar, de forma científica, o modelo ou metodologia em que se era colocado o

ensino do instrumento da época e que, inclusive, era feita através das experiências dos mediadores enquanto o seu principal fator de aprendizagem era o empirismo (MARSTON, 2011). Essas práticas de ensino foram influências às primeiras pedagogias sobre os instrumentos de metais[11] que se conhece.

> Embora muitos tratados que ficaram conhecidos como "Música Practica" terem surgidos no século XVI, sobre as práticas performáticas do período, foi somente em 1638 que um trompetista italiano chamado Girolamo Fantini escreveu *Modo per impare a sonare di tromba*, o primeiro tutor publicado especificamente para trompete. Não se sabe como o autor conseguiu burlar as regras das grupo dos instrumentos com este método, pode ter sido devido à ausência de um grupo na cidade onde foi escrito. (KING, 2004, p.06).

E isso, porque em sua maioria, esses instrumentos eram elementos fundamentais nas grandes orquestras dos séculos XVII e XVIII e, mesmo com a importância nessa formação, poucos recursos bibliográficos existiam à época (FERREIRA; FARIAS, 2019). Inclusive, essa escassez bibliográfica ainda persiste nos tempos atuais porque grande parte dos instrumentistas ou performers tendem a levar-se a um caminho mais prático e menos teórico no ensino de instrumentos de metais.

Mesmo assim, para que se tivesse uma melhor qualidade na performance dos instrumentistas nessas orquestras, era preciso ter um processo de intermediação, mesmo que empírico, que pudesse dar suporte à capacidade desses profissionais atenderem as demandas desses grupos (MARSTON, 2011). Logo, começasse a pensar sobre a preparação do aluno observando, como pressuposto, a capacidade técnica e musical destes para servir como base didática.

Seguindo essa perspectiva técnica, surge em 1864, o mais conhecido método publicado por Johann Baptiste Arban que foi utilizado em mais de um século depois por grandes instrumentistas modernos, como o tubista Arnolds Jacob e a trompetistas Don "Jake" Jacoby e que buscavam o aperfeiçoamento através de exercícios compreendidos na técnica do instrumento de metal (FERREIRA; FARIAS, 2019). "Curiosamente, esta característica seja talvez muito mais um reflexo de tendências de mercado naquele período do que qualquer

[11] Da família dos aerofones ou instrumentos de sopro, são os instrumentos que produzem som através de uma corrente de ar e que o som é gerado por um bocal de metal de vários tamanhos. Esses instrumentos são confeccionados utilizando a fundição de metais, geralmente prata, cobre e zinco, com revestimento e banhos de cores diversas. Esses são os trombones, trompetes, tubas, euphonium, trompas, e todas as suas famílias por tamanhos e timbres diferentes.

intenção pedagógica por parte de seu autor" (MARSTON, 2011, p.53, tradução de: FERREIRA; FARIAS, 2019).

Com o surgimento de métodos voltados aos instrumentos de metais, a exemplo do método de Arbans, teorias começam a se perpetuar como observação e análise destes para buscar, através de abordagens específicas, como esses métodos poderiam influenciar ou dar suporte à aprendizagem no instrumento.

Logo, iniciam-se descobertas sobre métodos e abordagens didáticas a performance. Entre elas:

a) Abordagem comportamental:

> Comportamentalismo é uma ramificação da psicologia que codifica as ações humanas de acordo com o que é observado, afasta, ou evita fatores, tais como estruturas cognitivas ou emoções, que são hipotéticos na medida em que só podem ser inferidos por existir (ibidem, p.56, tradução de: FERREIRA; FARIAS, 2019).

Essa abordagem enfatiza o processo de aprendizado com base fundamental na técnica, situação essa que tende a utilizá-la apenas às questões motoras, porém com fatores conceituais [12] e mistos[13] envolvidos para qualificar o estudante ou a performance no seu desenvolvimento. Essa abordagem, como cita a tradução de Ferreira e Farias (2019) da tese intitulada *Finding the balance: Jan Kagarice, a case study of a master trombone teacher* de Marston (2011) aplicava-se à abordagem mecânica, que tinha relação direta com o Sistema Pivô de Reinhard[14] (1973) a se ter a técnica antes mesmo da compreensão artística do intérprete.

Além dessa visão técnica, essa abordagem serviu para vários estudiosos da época compreenderem o que se aplicava na prática como visão dessa metodologia, a exemplo de Philip Farkas[15] (1962), que apesar de ter críticas ao modelo, utilizava-se dele para direcionar sua metodologia. Pensar sobre o som, respiração, posição da embocadura, relação com o bocal, tudo isso era forma de se abranger o que se pensava no comportamentalismo. E, assim, levou-se essa concepção de estudo a uma nova abordagem ou aplicação instrumental. Como ramificação desta, surge o que vem a se chamar de Abordagem Conceitual.

---

[12]Detalhes na página seguinte, p.38.
[13]Detalhes na página
[14]Trombonista americano, professor de metais com maior ênfase em trombone e trompete. Criador da *Encyclopedia of the Pivot System* (1942).
[15]Trompista americano, professor de música e criador de métodos musicais a exemplo do *The Art of French Horn Playing,* conhecida como a bíblia da trompa. Um dos mais famosos trompistas solo da Chicago Symphony Orchestra

b) Abordagem Conceitual

A abordagem conceitual surge como uma crítica e observação ao desenvolvimento musical pensado pelo modelo comportamental. Nele, insere-se, por exemplo, o conceito de som ao processo de aprendizado dos instrumentistas de metais. E que, embora outros autores tivessem pensado sobre, inclusive para outros instrumentos, a Abordagem Conceitual passa a ter uma maior propagação através de Arnold Jacobs[16], e um desses exemplos é o conceito de *Song and Wind*[17] (MARSTON, 2011). A partir disso, passa-se a considerar o princípio orgânico da música que é a mentalização do som ou o que se toca sem colocar as questões fisiológicas como ponto preponderante ao desenvolvimento musical (ibidem).

Uma dessas referências de abordagem conceitual é a aplicação sobre *Memes*, termo usado por Richard Dawkins em 1976 que é a relação do tocar com os aspectos imitativos. Em decorrência de *meme*, surge o *valueMeme* (vMEME) como um "princípio de organização maior ou pacote de pensamento que reúne e combina memes em construções maiores" (Ibidem, p.76. tradução de: FERREIRA; FARIAS, 2019), esse atrelado aos quatro aspectos do instrumentista:

> aspectos físicos (relação com o instrumento), habilidades auditivas (ouvir com precisão de intervalos), imagem mental dos sons (a qualidade do conceito interno do som) e atitudes de performance (expressão de emoções/características estilísticas) (ibidem tradução de: FERREIRA; FARIAS, 2019)

Assim, pode-se observar, dentro das concepções dos autores, características que tinham como objetivo diminuir a necessidade de análise sistêmica sobre o corpo para que pudesse aprender o instrumento. Nisso, colocar conceitos de som aplicável à busca do aprender sem atrelar a forma física e estrutural do aluno para que isso se tornassem ferramentas de alcance ao desenvolvimento musical

c) Abordagem Sensorial

Uma outra abordagem que se tornou compreendida no estudo dos instrumentos de metais foi a Sensorial. A ela, haviam também fortes críticas sobre o seu modelo e uso na aprendizagem do instrumento, porque incitava o instrumentista a direcionar seu pensamento

[16] Professor, pesquisador e tubista americano. Reconhecido no âmbito dos instrumentistas de metais como um dos mais influentes para a classe. Além disso, teve sua carreira consolidada como Tubista da Chicago Symphony Orchestra.

[17] Conceito este aplicado a pensar no som na expressão de "cantor com os lábios"

às reações que o corpo tinha sobre determinados contextos técnicos e musicais. Para Arnolds Jacobs e Jan Kagarice[18], essa abordagem poderia levar o instrumentista a desenvolver problemas seríssimos pelo excesso de consciência sobre as sensações que o corpo propiciava, podendo levar estes a desenvolver Distonia Focal[19] (MARSTON, 2011).

Da mesma forma que se tinham observações críticas a essa abordagem, alguns *performers* acreditavam ser útil o modo de aplicação utilizando a abordagem sensorial. Desde que utilizasse do equilíbrio como ação sobre o corpo e o instrumento, sem causar problematizações ou exageros no que se observava. Entre esses *performers*, destaca-se Edward Kleinhammer[20], que pontuava questões positivas sobre a abordagem sensorial porque ela permitia uma maior consciência corporal ao que se era tocado dando ao instrumentista uma maior relação sinestésica com as questões técnicas da música (Ibidem, p.77-78).

> Ao se tornar consciente de feedback cinestésico, o instrumentista, não somente aprende a usar o corpo para a eficiência máxima em performance, mas também pode evitar as complicações de tensão, dor e traumas. Estas ideias são ecoadas por Jacoby (1990) que alerta sobre a pressão desnecessária em um lado do lábio que pode ser evitada tão somente se você focar no outro lado (lado de cima e de baixo). Quando o corpo adquire a informação apropriada, a tendência é se mover em direção a eficiência e relaxamento (Ibidem, p.77-78 tradução de: FERREIRA; FARIAS, 2019).

d) Abordagem Mista

Atualmente, é possível perceber que vários conceitos são aplicados ao ensino de instrumentos de metais e que, com a universalização de conteúdos e propostas, cada vez mais um estudante tende a absorver um determinado conteúdo de maneiras diferentes e dentro de diversas abordagens possíveis para se tocar bem. E, pensando nisso, é possível classificar essas interações com várias fontes através do conceito conhecido como Abordagem Mista.

Como já citado em críticas a outras abordagens, e contemporâneo a Farkas e Jacobs, Kleinhammer (1963):

---

[18] Fundadora da Musician 's Wellness of North America, L.L.C. Uma das maiores representações sobre Distonia Focal no mundo. Responsável por resgatar centenas de profissionais instrumentistas dessas limitações sensório-motoras e distúrbios neurológicos. Acesso em: 01 de jul de 2021. Disponível em: https://musicianswellness.com/contact/

[19] Tipo de distúrbio de movimento e contração involuntária de determinadas partes do corpo. As consequências são tremores, más posturas com ou sem dores. Acontece, causalmente, em músicos.

[20] Nascido em Chicago em 1919, era professor e regente. Foi o autor de The Art of Trombone Playing. Também foi trombonista baixo da Chicago Symphony Orchestra.

> faz uso de uma variedade de métodos de ensino em seu livro intitulado, The Art of Trombone Playing. Como os professores da escola sensorial, ele defende o uso da velocidade e da massa do sopro enquanto mira um alvo externo a uma certa distância do corpo. Ele critica a abordagem geral de Farkas, afirmando que a função apropriada da embocadura não pode ser obtida apenas pela aparência; no entanto, essa assertiva torna-se inconsistente com uma fotografia dele demonstrando o besourinho com um visualizador e um espelho portátil. Como forma de unificar os vários aspectos da sua abordagem, ele diz aos seus leitores para procurar oportunidades de ouvir instrumentistas profissionais e, acima de tudo, trabalhar de uma forma que imite suas qualidades e conceitos de som. Este uso de um modelo auditivo é relacionado à abordagem conceitual (MARSTON, 2011, p.85, tradução de: FERREIRA; FARIAS, 2019).

Esse trecho acima, referindo-se a Kleinhammer, mostra que há diversas abordagens sendo utilizadas no processo de aprendizagem e que é válido considerar todas elas desde que possam funcionar como equilíbrio aos perfis distintos de instrumentistas. E esse equilíbrio seria aplicar, de forma específica, os conceitos dessas abordagens a melhor forma de absorver um determinado conteúdo. Além disso, ter cautela ao abordar esses conceitos para que, dependendo da forma que se aplique, não venha "cair na armadilha da 'paralise pela análise' que pode acontecer devido a atenção demasiada a detalhes físicos" (MARSTON, 2011, p.87, grifo do autor, tradução de: FERREIRA; FARIAS, 2019).

Dessa forma, entende-se que a junção dessas abordagens, para o campo de atuação dos instrumentistas de metais, pode agregar no desenvolvimento técnico do aluno. E, tratando-se do que se compreende a esta pesquisa, utilizar uma ferramenta nesse sentido pode permitir ao professor agregar na aprendizagem do aluno através de fatores e abordagens sobre o próprio desenvolvimento dele. E, no que se refere ao aluno na autocompreensão, desenvolver-se utilizando um protótipo que é construído pensando nessas abordagens, pode auxiliá-lo na centralidade do objetivo musical que é tornar, através de uma ferramenta que enfatiza a música como principal forma de sustentar o seu desenvolvimento.

2.2 APRENDIZAGEM: UM DISCURSO APLICÁVEL AO ENSINO MUSICAL

Nesta seção, serão apresentados os 3 pilares que fundamentam essa pesquisa. O primeiro, sobre os estudos compreendidos por Costa (2014), Mitra (2014), Sala et al (2018) e Gohn (2002) aplicados ao modelo de autoaprendizagem. Nele, discussões sobre os avanços educacionais nas instituições de ensino; aprendizado nos ambientes extraescolar; e o livre acesso à tecnologia que tem possibilitado ao aluno um acervo de informações em grande escala nas comunidades digitais. O segundo, ao modelo de aplicação metodológica baseada na

Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), que sedimenta a preocupação no valor cognitivo da informação passada. Ainda a esse estudo, a busca sobre a compreensão e distinção dos conceitos de aprendizagem mecânica e aprendizado por significado, esses discutida por Moreira (2009). Por último, o terceiro pilar que trata-se da observação interdisciplinar, segundo as ideias de Fazenda (1998), e do Modelo TPACK, este último uma ramificação das primeiras discussões de Shulman (1986) sobre as ligações do processo **pedagógico** em conjunto com o **conteúdo** e posteriormente ampliada por Mishra e Matthew (2006), aplicando questões de tecnologia a esses dois pontos, ficando assim **pedagogia**, **conteúdo** e **tecnologia**, ou como é originalmente escrito *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPCK).

2.2.1 "Aprender sozinho?": um modelo de autoaprendizagem

Para direcionar essa pesquisa às essas sistemáticas teórico-conceituais, visto na subseção acima, é preciso traçar um modelo ainda mais interventivo sob a compreensão do aprendizado. Nele, precisa-se expor questões de ensino vinculadas ao estudo auxiliado e ao aperfeiçoado por ferramentas tecnológicas. No caso deste estudo, ao que a tecnologia poderia dar suporte ao desenvolvimento do aprendiz ou *performer* no instrumento, guiá-los por um modelo de ação pedagógica no qual pudesse justificar o protótipo dessa pesquisa.

Algumas estratégias no sistema de ensino têm sido direcionadas a uma abordagem antiga de aplicação educacional, demonstrando um "atraso" ao que tange conceitos e ações pedagógicas modernas. "Dado o ritmo acelerado em que profissões mudam hoje em dia, mesmo as mais dinâmicas as escolas podem estar preparando graduados para trabalhar no passado" (COSTA, 2014, p.160). Logo, é possível compreender que, de forma paralela ao sistema de ensino educacional formal, a tecnologia avança conforme as suas possibilidades. No entanto, é possível perceber que não somente essas profissões podem se tornar obsoletas, como também outras ou, até mesmo, novas funções podem complementar o lado profissional pedagógico.

Ainda sobre questões de atualização no ambiente escolar, é possível identificar aspectos de evolução tecnológica. E não precisa ter um aprofundamento ou ampliação observacional para compreender isso, basta perceber a utilização de *Smarts Boards* (Lousas

Digitais), Projetor Visual (retroprojetor), aparelhagens de som (CD e DVD, Pendrive) e meios de comunicação via aplicativos de interação para ter essa compreensão.

A centralidade do ensino passa a ser voltada para o ambiente digital em que, grande parte, utiliza-se dessas ferramentas para suprir as necessidades oriundas do ambiente escolar. Costa (2014) evidencia que:

> Atualmente os alunos acessam materiais de aprendizagem não do que os professores selecionam como estudo materiais, mas muitas vezes através da navegação individual com dispositivos móveis e tablets. Os alunos geralmente ficam empolgados com o que "a nuvem" tem a oferecer e relativamente pouco animado com o que a escola programou para eles (COSTA, 2014, p.161, grifo do autor).

Desse modo, o modelo que se pode considerar relevante a esta pesquisa é a compreensão sobre o conceito de autoaprendizagem que contempla a ação do próprio indivíduo como intermediador do seu conhecimento. Nisso, contemplando o protótipo dessa pesquisa a relacioná-la à aprendizagem musical/instrumental.

A *priori,* como discussões nesse sentido, ao que se refere a autoaprendizagem, é considerado os estudos de Sugata Mitra (2014), professor e pesquisador indiano, que pode descobrir, em 1999, a possibilidade de uma aprendizagem direcionada ao desenvolvimento intelectual de um indivíduo construída sob fatores externos ao ambiente escolar.

A partir da inserção de um computador com internet nas paredes de vilarejos e favelas urbanas na Índia, o projeto denominado por Mitra de "Buraco na Parede" (*Hole in the Wall)*, crianças em situações de vulnerabilidade social e difícil acesso as tecnologias, tiveram a oportunidade de aprender em colaboração entre elas mesmas com concepções e linguagens diversas, assim como conceitos e problemáticas existente no mundo da tecnologia.

Em seus estudos, Mitra (2014) evidenciou um modelo auto-organizado do ensino. "Um sistema auto-organizado é um conjunto de partes interconectadas, cada uma imprevisível, produzindo ordem espontânea em uma situação aparentemente caótica" (MITRA, 2014, p.550), em que essas crianças apresentaram aspectos positivos de aprendizagem, ocasionados pela interação com um computador, internet e a colaboração entre os aprendizes.

Como resultado, Mitra compreende a existência de um sistema de aprendizagem denominado *Self Organised Learning Environment (SOLE),* que é um conceito estrutural a um Ambiente de Aprendizagem Auto-Organizado. A partir disso, entre os anos de 2007 e 2013,

ele desenvolveu um outro projeto chamado de *School in the cloud,* com o intuito de levar o SOLE para outros países.

Em uma análise crítico-pedagógica, Sala et al. (2018) perceberam que esse conceito de autoaprendizagem de Mitra, associa-se às concepções de Piaget e Vygotsky, pois há uma compreensão pedagógica inserida sobre os aspectos colaborativos da aprendizagem e intermediação do meio a partir da curiosidade, procura e descoberta.

> É um aprendizado que se espalhará entre os sujeitos (crianças e adolescentes) a partir de objetos (computadores e periféricos, no centro da experimentação piagetiana. SM [Sugata Mitra] acrescenta que o aprendizado se torna mais complexo porque os sujeitos interagem e colaboram entre si: quando alguns alcançam certas lições que os demais ainda não alcançaram, elas as repassam a seus pares, a última ação ocorre espontaneamente e é possível associá-la ao acordo de "zona de desenvolvimento proximal" proposto por Vygotsky (SALA et al, 2018, p.3)

Por essa aproximação conceitual e pedagógica, pode-se entender que aprendizagem pode ser feita em sala de aula, contanto que os professores ou o próprio sistema de ensino venha a ganhar uma diversificação no seu modo de aplicabilidade de ensino, trará bons caminhos ao aprender. E isso, não somente nos ambientes de educação básica, como também nas instituições de ensino superior.

> Um desafio adicional é repensar a prática de ensino na universidade, que ainda é permeada por uma tradição acadêmica que coloca o professor em um lugar de conhecimento relativamente inquestionável. Os novos cenários requerem adaptações e atualizações, mas não apenas em termos de reciclagem e conteúdo tecnológico, mas também em termos das estratégias utilizadas. Trata-se de criar e recriar práticas capazes de envolver e desafiar os alunos que, por si só, encontram dificuldades no caminho para aprender. Mas de maneira alguma deve ser interpretado que as tecnologias podem substituir o trabalho ou o papel dos professores (SALA et al, 2018, p.26).

Porém, reconsiderando a fala de Sala et al (2018), essa compreensão sobre o repensar a prática de ensino na universidade, deve-se levar em consideração os tempos atuais de ensino em que essa reflexão foi feita e que o direcionamento a ser cumprido na universidade está no incentivo ou auxílio a essas novas práticas de ensino. Uma forma de visualizar isso é compreender a utilização de uma ferramenta tecnológica como a desta pesquisa, para traçar um caminho ou objetivo a ser chegar no que permeia a aprendizagem do aluno perante a instituição que esses fazem parte.

Vale ressaltar, principalmente ao que se direciona a aprendizagem musical, que nem todo aprendiz detém de um mentor ou professor colaborador. Tendo em vista que ambos

precisam efetuar suas próprias descobertas e modos de aprender música sozinhos ou com o auxílio dessas tecnologias. “As novas mediações tecnológicas podem atuar como “professores” incansáveis para os aprendizes, dando oportunidade de progresso àqueles que não tem um tutor para corrigir seus erros” (GOHN,2002, p.09). Neste sentido, pode-se complementar a fundamentação desse trabalho no que apresenta Daniel Gohn (2002), músico, professor e pesquisador, sobre a relação da autoaprendizagem musical a ser assistida por ferramentas tecnológicas.

Para Gohn (2002) a autoaprendizagem é “um conceito chave para o entendimento da utilização de meios tecnológicos para a aprendizagem e o domínio de um instrumento ou de um conhecimento musical” (GOHN, 2002, p.14).

No que defende Gohn, há uma visibilidade maior sobre o uso dessas ferramentas, de forma ocorrente, nos ambientes de ensino informal[21] e não-formal[22] da música. Isso porque grande parte dos instrumentistas iniciam seu desenvolvimento musical a partir da curiosidade sobre a música. E isso ocorre devido ao acesso em ambientes de aprendizado que dão, após a vivência escolar musical e/ou universitária, um segmento próprio de aprimorar sua técnica.

Dessa forma, ao perceber que a longevidade musical se perpetua ao longo da vida, é possível refletir sobre quais elementos podem oportunizar isso e de que maneira o ambiente de ensino pode contribuir no desenvolvimento desse aluno. E assim, utilizar ferramentas de aprendizagem capazes de possibilitar a compreensão simbólica tanto coletiva quanto individualmente.

2.2.2 Uma Aprendizagem Significativa

Levando a seção acima para campo de atuação pedagógica, debruça-se esse trabalho sobre o conceito da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003), e a uma possibilidade interdisciplinar como aporte teórico e didático a ser discutido na nossa pesquisa e possibilitar a validação do protótipo sugerido nela.

A priori, esse conceito de aprendizagem se perpetua a uma relação do saber com a estrutura cognitiva do indivíduo junto a sua representação linguística de significados. Isso

[21]Concepções não-organizadas de aprendizagem que acontecem a partir de experiências próprias ou com terceiros, no caso da música, o ensino pelo autodidatismo ou experiências músicas por colegas músicos.
[22]Concepções organizadas de aprendizagem que acontecem por meio de ambientes que não seguem um modelo curricular comum entre instituições. No caso da música, esse modelo acontece nos conservatórios, bandas de música e escolas de música onde o ensino tem uma organização, mas com diretrizes próprias e específicas.

porque as informações em processo de aquisição, são compreendidas além das questões simples e de significação material a que ele, o aprendiz, é exposto (AUSUBEL, 2003).

> A aprendizagem significativa não é sinónimo de aprendizagem de material significativo. Em primeiro lugar, o material de aprendizagem apenas é potencialmente significativo. Em segundo, deve existir um mecanismo de aprendizagem significativa. O material de aprendizagem pode consistir em componentes já significativos (tais como pares de adjectivos), mas cada uma das componentes da tarefa da aprendizagem, bem como esta como um todo (apreender uma lista de palavras ligadas arbitrariamente), não são 'logicamente' significativas (AUSUBEL, 2003, p. 04, grifo do autor).

Nesse modelo de aprendizagem, não se tem a mão uma consciência pronta de significados, ele se dá na perspectiva de alicerçar-se sobre conceitos existentes no indivíduo com o processo de aquisição não arbitrária e substantiva (AUSUBEL, 2003). Situação essa que se envolve a Aprendizagem Mecânica ou Representacional ao processo de memorização como pressuposto de cognição que "ocorre sempre que o significado dos símbolos arbitrários se equipara aos referentes (objectos, acontecimentos, conceitos) e tem para o aprendiz o significado, seja ele qual for, que os referentes possuem" (ibidem, p.01).

No entanto, vale ressaltar que, para Ausubel, a aprendizagem significativa não se apresenta como distinta da prática mecânica, ele acredita que ambas são processos contínuos de uma aprendizagem. "A simples memorização de fórmulas situar-se-ia em um dos extremos desse continuum (o da aprendizagem mecânica), enquanto que a aprendizagem de relações entre conceitos poderia estar no outro extremo (o da aprendizagem significativa)" (MOREIRA, 2009, p.09, grifo do autor).

Esse tipo de compreensão leva a entender que, na prática de um instrumento musical, o processo sistemático ou mecânica faz parte do aprimoramento técnico e interpretativo de uma música e que, para classificá-lo como modelo de aprendizagem significativa, essa prática precisa está submetida a processos de ancoragens em outros conceitos e estruturas didático-musicais, uma substancialidade ao material utilizado no desenvolvimento instrumental pela relação simbólica e cognitiva do que se é aprendido.

Ausubel (2003) compreende essa questão de ancoragem a subordinação do conhecimento a uma variável de possibilidades e ações interventivas do saber. Para ele todo esse processo é pertencente aos aspectos subsunçores da aprendizagem.

> A aprendizagem de subsunção ocorre quando uma proposição 'logicamente' significativa de uma determinada disciplina (plausível, mas não necessariamente válida em termos lógicos ou empíricos, no sentido filosófico) se relaciona de forma

> significativa com proposições subordinantes específicas na estrutura cognitiva do aluno (AUSUBEL, 2003, p.03, grifo do autor).

Essa base estrutural por subsunçores mostra a relação prática da compreensão de um conteúdo dado o processo de assimilação, este convergente ao pensamento de Vygotsky (2000).

> Os conceitos constituem um aspecto importante da teoria da assimilação, pois a compreensão e a resolução significativas de problemas dependem amplamente da disponibilidade quer de conceitos subordinantes (na aquisição conceptual por subsunção), quer de conceitos subordinados (na aquisição conceptual subordinante), na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2003, p.02).

Esse tipo de exposição, ao que refere o processo de assimilação por conceituação, exemplifica o caminho da informação ao que o indivíduo pode vivenciar, seja ela verbalizada ou não, cognitivamente. Assim, como na aprendizagem conceptiva da criança, tanto quanto ela verbalizada na compreensão do adulto, isso pode proporcionar uma aquisição de novos conceitos ao papel da aprendizagem, considerando o significado quando expressado por um mecanismo especificamente conceitual.

> Um conjunto crescente de provas sugere que as práticas de instrução melhoradas, resultantes das práticas de aprendizagem verbal significativa (Teoria da Assimilação), podem melhorar a capacidade quer das crianças (até mesmo ao nível pré-escolar), quer dos adultos para tomarem parte na aprendizagem por recepção verbal (AUSUBEL, 2003, p.53).

Esse tipo de compreensão mostra que, no processo de aprendizagem musical, por exemplo, a prática recorrente da aprendizagem significativa ou de materiais potencialmente qualitativos, pode contribuir na formação cognitiva do instrumentista, seja ele aprendiz ou adulto, no sentido de aperfeiçoamento técnico-interpretativo. Isso porque é esse modo teórico que se pode considerar a “assimilação de conceitos, que é a forma predominante de aprendizagem conceitual nas crianças em idade escolar e nos adultos” (AUSUBEL, 2003, p.92), como um aporte à aprendizagem musical.

Dessa forma, entende-se que há uma consciência metodológica por trás perpetuando uma aprendizagem organizacional ou simbólica (por conteúdo ou conceitos), beneficiando o processo de aprendizagem musical. Essa prática mostra que o pensamento sobre a aprendizagem significativa é um expoente da linguagem cognitiva em que o indivíduo se submete e é capaz de tornar aquele conhecimento aprendido não superficial (simples) apenas, ou arbitrário.

Logo, nesse sentido de compreensão significativa, ao que se fundamenta essa pesquisa, é possível interpretar a necessidade de elementos didáticos que podem auxiliar nessa aprendizagem. No caso da música, toda possibilidade que decorre de uma busca externa pode contribuir nessa representação iniciada, principalmente, por um material potencialmente significativo, a exemplo das tecnologias digitais que podem contribuir nesse aprendizado e aperfeiçoamento instrumental e o protótipo dessa pesquisa que propõe essa intermediação com os significados.

Assim como em outros saberes, a tecnologia pode possibilitar essa complementação organizacional no sentido de diversificação material e acesso dos mesmos. Uma vez que essa relação possa levar o desenvolvimento musical a uma concepção metodológica significativa e interdisciplinar. Logo, é válido ressaltar que essas ações pedagógicas requerem elementos dinâmicos à prática musical que se tem como interesse possibilitar. E por isso, essa pesquisa tem, na criação deste protótipo, a proposta de possibilitar essa relação do conteúdo com o indivíduo.

2.2.3 Interdisciplinaridade e o Modelo TPCK: intervenção tecnológica na aprendizagem musical

Figura 6 - A tecnologia trocada por um instrumento musical.



Fonte: (O SEGREDO, 2021).

Na figura acima, (Figura 6) é possível identificar o quanto o uso das tecnologias no cotidiano de crianças e jovens vêm, cada vez mais, criando alusões à preocupação no uso

dessas ferramentas. E isso pela observação sobre o excesso do uso dessas ferramentas a não causar prejuízos no quesito aprendizagem desses jovens. Assim, seria realmente válido propor esta troca, mesmo que fosse por um instrumento musical? ou talvez fosse contundente unir ambas a uma aprendizagem musical auxiliada pela própria tecnologia?

Por pensar assim, é possível entender que existem dois fatores que podem provocar essa substituição. 1) a não familiarização e utilização de ferramentas tecnológicas pelos professores no desenvolvimento intelectual do aluno. 2) as funcionalidades em que essas ferramentas são criadas e submetidas ao domínio profissional como proposta pedagógica de aprendizagem. Ambas as situações podem ser repensadas a partir da perspectiva interdisciplinar, ao compreender a importância de unir linguagens - música e tecnologia - a uma formação intelectual do aluno.

Nessa proposta, essa pesquisa é direcionada à união dos elementos próximos a um desenvolvimento cognitivo do aprendiz partindo dos pressupostos educacionais e tecnológicos na aprendizagem musical. Considerando a interdisciplinaridade como intermédio entre a ação metodológica - utilizando-se de ferramentas tecnológicas - e o pensamento didático feito sob o conhecimento pedagógico do professor de música. E, além disso, direcioná-lo ao auxílio no processo de desenvolvimento musical em que se utiliza de avanços tecnológicos para prática instrumental do aprendiz e do *performe*r.

A interdisciplinaridade passou a ser concebida, conceitualmente, a partir do séc. XX, porém, essa abordagem integrativa na educação surge ante esse período. Através de problemáticas apresentadas no ambiente escolar sobre novos modelos pedagógicos utilizados pelo professor em sala de aula (FAZENDA, 1998).

A interdisciplinaridade, como pensa Ivani Fazenda (1998), professora e pesquisadora em educação, surge como intermédio da integração ou correlação do conhecimento. Isso porque a centralidade da aprendizagem, antes feita por um contexto isolado e específico, passou a interferir de forma reflexiva no ensino através de outras áreas e saberes. Essa visão educacional possibilitou uma mudança de foco na aprendizagem a partir de novos fundamentos ao desenvolvimento do aluno, ótica essa sobre questões didático-pedagógicas.

> O foco mudou de uma visão unificada, comumente aceita, do conhecimento e das relações entre os campos existentes para uma nova pedagogia integradora, para novos conceitos, modelos e sistemas integradores, para um novo corpo de princípios universais e para a capacidade de perceber novas relações e criar novas estruturas (KLEIN, 1998, p.111).

Com o surgimento dessa discussão no âmbito escolar, relacionado aos saberes musicais a uma causa ou questão por áreas distintas, pode-se interpretar a necessidade de integração de outra área científica para auxiliar a aprendizagem, no caso da presente pesquisa, a tecnologia direcionada à música.

Como o interesse interdisciplinar emerge no processo didático escolar, pode-se considerar a relação do professor, intermédio a esse aprendizado, como uma representação essencial na orientação e uso de tecnologias para o ensino. Essa prática, inserida na competência do profissional de educação - assim como o de música - auxilia no desenvolvimento do aprendiz e, consequentemente, na continuação e aperfeiçoamento dessa prática, haja vista o seu domínio Pedagógico e de Conteúdo combinados (SHULMAN, 1986). Para combinar adequadamente os dois aspectos das capacidades de um professor, é necessário que se preste atenção aos aspectos do conteúdo do ensino quanto recentemente dedicamos aos elementos do processo de ensino (SHULMAN, 1986, p.05).

Essa discussão, sobre os aspectos pedagógicos e de conhecimento de conteúdo, faz-se refletir sobre a atuação docente do professor de música em sala de aula e na autoaprendizagem que o aluno poderá dar no pós-escolar. Se tratando das questões de performance, é importante o domínio técnico-interpretativo, literário e pedagógico do professor na aprendizagem do aprendiz em processo de formação musical. Essa questão é pontuada por Shulman (1986), sobre uma visão educacional geral, quando ele reflete:

> Como o professor se prepara para ensinar algo nunca aprendido anteriormente? Como ocorre o aprendizado para o ensino? Outro local estratégico ocorre em conjunto com seções de livros didáticos que o professor considera problemáticas, falhas na concepção do assunto, incompletas no tratamento ou inadequadas na explicação ou no uso de exemplos (SHULMAN, 1986, p.05).

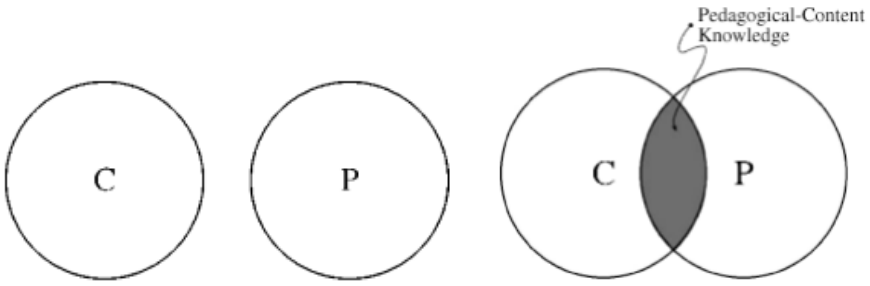
Essas indagações incentivam o professor a exploração de conteúdos e temáticas direcionados à música, primeiro compreendidos e analisados, depois proporcionados ao aluno. Pensar em uma qualidade didática, seja ela musical ou escolar formal, leva o professor a refletir sobre conceitos autoaplicáveis a sua compreensão antes mesmo de pontuá-los em aula (SHULMAN, 1986). Esse exemplo pode ser considerado um processo de autopercepção do professor de música sobre o conteúdo, pedagogia e ferramenta (tecnologia) utilizados para

incentivar o desenvolvimento em sala e, após a aula, um direcionamento próprio de aprendizagem.

Nessa exemplificação, pode-se citar os estudos de Punya Mishra e Matthew J. Koehler, ambos professores e pesquisadores, sobre o domínio do professor a esses três elementos de atuação profissional de ensino: Conteúdo, Pedagogia e Tecnologia (MISHRA; MATTHEW, 2006).

Mishra e Koehler desenvolveram sua base conceitual a partir dos estudos de Shulman (1986), e denominaram o conhecimento metodológico do professor como uma ação combinada para fundamentar a sua prática de ensino, chamada de *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPCK), traduzido como *Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo*. Esse conceito de Mishra e Koehler (2006) exprime a complementação da tecnologia no papel do professor em sala de aula em conjunto com a pedagogia e o conhecimento de conteúdo.

Figura 7 - Ciclos separados e em conjunto a pedagogia e o conhecimento de conteúdo.



Fonte: (MISHRA; KOEHLER, 2006).

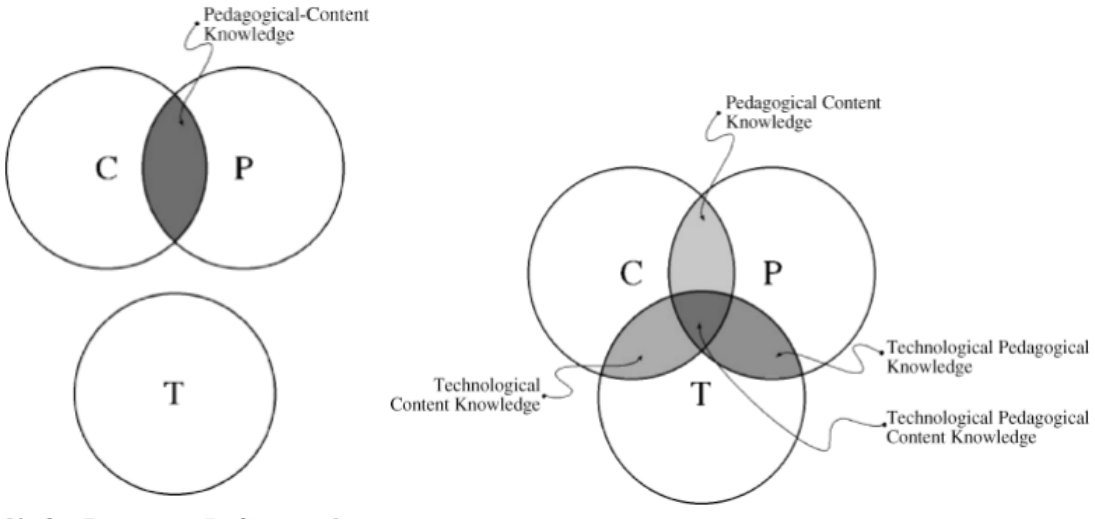
A figura acima (Figura 7, lado esquerdo) exemplifica o ponto de partida de Shulman (1986), a base do conhecimento de conteúdo e o funcionamento da pedagogia. E, ambas unidas (Figura 7, lado direito), significando o que ele chama de conhecimento *Pedagogical content Knowledge* (PCK). O PCK:

> Representa a mistura de conteúdo e pedagogia em uma compreensão de como os aspectos particulares do assunto são organizados, adaptados e representados para instrução. [...] No cerne do PCK está a maneira pela qual o assunto é transformado para o ensino. Isso ocorre quando o professor interpreta o assunto e encontra diferentes formas de representá-lo e torná-lo acessível para os aprendizes (MISHRA; KOEHLER, 2006, 1021).

Nesse sentido, sobre os estudos de Mishra e Koehler (2006), é possível perceber a implementação da tecnologia, pelo viés educacional, como ferramenta de apoio à aprendizagem. Na música, essa função é compreendida como uma ação interdisciplinar e conjunta no processo pedagógico da performance musical. Mishra e Koehler (2006) perceberam a lateralidade da tecnologia na educação como algo separado dos ciclos ativos e metodológicos da aprendizagem (Figura 7, lado esquerdo).

> A tecnologia é vista como um conjunto separado de conhecimentos e habilidades que devem ser aprendidas, a relação entre essas habilidades e as bases testadas e comprovadas de ensino (conteúdo e pedagogia) é inexistente ou consideradas triviais a uma aquisição ou implantação delas (MISHRA; KOEHLER, 2006, p.1025-1026).

Figura 8 - Visão da tecnologia separa do conhecimento de conteúdo e pedagogia/integração da tecnologia na pedagogia e conhecimento de conteúdo.



Fonte: (MISHRA; KOEHLER, 2006).

Na figura 8 (lado esquerdo), pode-se entender a ideia de Mishra e Koehler (2006) na intervenção do *Technology Knowledge* (TK) ao Conteúdo (C) e Pedagogia (P). O TK é o:

> conhecimento sobre tecnologias padrão, como livros, giz e quadro-negro, e tecnologias mais avançadas, como a Internet e o vídeo digital. Isso envolve as habilidades necessárias para operar tecnologias específicas. No caso das tecnologias digitais, isso inclui conhecimento de sistemas operacionais e hardware de computador, e a capacidade de usar conjuntos padrão de ferramentas de software, como processadores de texto, planilhas, navegadores e e-mail (MISHRA; KOEHLER. 2006, p.1027).

O TK integrada a *Content Knowledge* (CK) que, de acordo com a visão de Shulman (1986), é uma compreensão realista do que se deve aprender e o que se ensina, partindo do

conhecimento do professor na sua organização e conexão de ideias sob aspectos teóricos e conceituais do conhecimento. Em ambos, TK e CK, tem-se o conceito de *Technological Content Knowledge* (TCK), que é a compreensão do conhecimento tecnológico interligado ao conteúdo na aprendizagem. Esse conhecimento fundamenta-se a partir da ideia de que "os professores precisam saber não apenas o assunto que ensinam, mas também a maneira de como o assunto e a matéria podem ser mudadas a partir da aplicação de tecnologia" (MISHRA; KOEHLER, 2006, p.1028).

O TK também é integrado na *Pedagogical Knowledge* (PK), "um conhecimento profundo sobre os processos e práticas ou métodos de ensino e aprendizagem e como isso abrange, entre outras coisas, objetivos, valores e objetivos educacionais gerais" (ibidem p.1026). Nos conceitos fundidos, TK e PK, tem-se o *Technological pedagogical knowledge* (TPK) que é "o conhecimento da existência, componentes e recursos de várias tecnologias à medida que são usados em configurações de ensino e aprendizagem e, reciprocamente, saber como ensinar pode mudar o resultado a partir do uso de tecnologias específicas" (ibidem, p.1028).

Essa combinação de ciclos fundamenta o modelo TPCK, pois permite o acesso a uma discussão mais ampla das questões centrais ao ensino, baseando-se em uma combinação multifacetada de conhecimento ao ambiente escolar.

> O que diferencia nossa abordagem é a especificidade e articulação nas relações entre conteúdo, pedagogia e tecnologia. Em termos práticos, isso significa que, além de olhar para cada um desses componentes em isolamento, também precisamos olhar para eles em pares: conhecimento do conteúdo pedagógico (PCK), conhecimento do conteúdo tecnológico (TCK), conhecimento pedagógico e tecnológico (TPK) e todos os três considerados juntos como conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPCK) (MISHRA; KOEHLER. 2006, p.1026).

Assim, é possível compreender o conceito de Mishra e Koehler (2006), em que há um uso integrado dos termos possíveis em sala de aula: Conteúdo, Pedagogia e Tecnologia. No entanto, vale ressaltar que a proposta TPCK tem como perspectiva direcionar a ação do professor um formato sistêmico e educacional que sobreponha essas três bases conceituais a aprendizagem.

> O TPCK é a base do bom ensinar com tecnologia e requer uma compreensão da representação de conceitos por meio dela; técnicas pedagógicas que usam tecnologias de formas construtivas para ensinar conteúdo; conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar corrigir alguns dos problemas que os alunos enfrentam; conhecimento prévios dos alunos e teorias epistemológicas; e conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para construir, sobre o conhecimento existente, o desenvolvimento de novas epistemologias ou fortalecer as antigas (MISHRA;KOEHLER. 2006, p.1029).

Dessa forma, é preciso entender que, ao propor a criação de um protótipo para o ensino musical, deve-se compreender as várias questões de aprendizagem que se possa estar passando despercebidos quando se objetiva apenas uma necessidade técnica musical. Deve-se compreender que o uso de uma ferramenta tecnológica precisa ir além das suas funcionalidades específicas, ela precisa inter-relacionar, principalmente, sobre as questões cognitivas e interpretativas do desenvolvimento do aprendiz na performance musical.

2.3 MÚSICA ELETRÔNICA: FUNDAMENTOS E FERRAMENTAS MUSICAIS

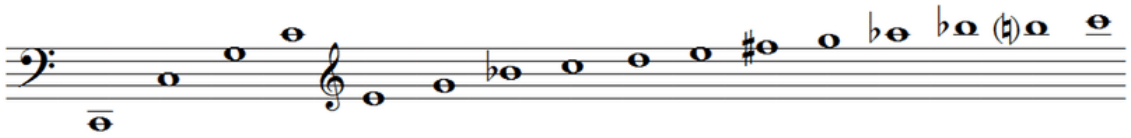
Nesta seção, será apresentado um breve histórico da música eletrônica iniciada no séc. XX e alguns avanços decorrentes desse período que foram imprescindíveis para o surgimento de instrumentos e ferramentas tecnologias na música. Como subseção, foram apresentados alguns modelos de sintetizadores que fizeram parte das produções fonográficas da época, mostrando alguns elementos de criação e experimentação musical.

A partir dessas tecnologias apresentadas, serão mostradas quais as ferramentas que tiveram relevância na consolidação desta pesquisa, a exemplo do Metrônomo e Playback. Além disso, quais elementos e funcionalidades fizeram parte do desenvolvimento e criação do protótipo para validação desse projeto.

2.3.1 Síntese sonora

As características do som são percebidas a partir dos primeiros estudos sobre a física da vibração. Com Pitágoras, notório filósofo grego do séc. VI a.c., esses estudos tomaram forma e foram responsáveis pela criação do que se chama de série harmônica (Figura 9). Nela, é possível perceber a propagação que uma frequência em uma nota musical, provocada por um corpo elástico, que soam outros harmônicos a partir de uma nota base, ou como é conhecida, *pitch*.

Figura 9 - Série harmônica com 15 sons gerados a partir da nota Dó[1]



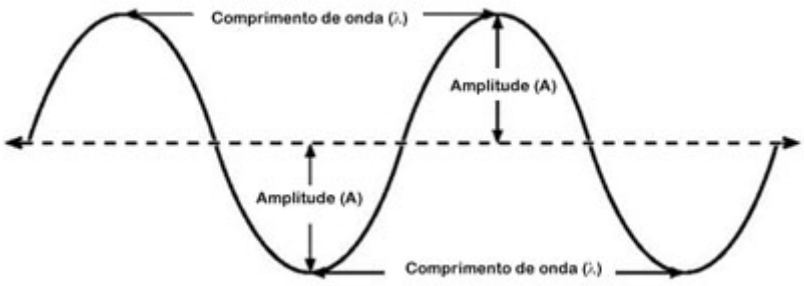
Nota	C1	C2	G2	C3	E3	G3	Bb3	C4	D4	E4	F#4	G4	Ab4	Bb4	B4	C5
Freq. (Hz)	65,41	130,81	196,22	261,63	327,03	392,44	457,85	523,25	588,66	654,06	719,47	784,88	850,28	915,69	981,10	1046,50
Temp. (Hz)	65,41	130,81	196,00	261,63	3279,63	392,00	466,16	523,25	587,33	659,26	739,99	783,99	830,61	932,33	987,77	1046,50
Diferença (cents)	0	0	+2	0	-14	+2	-31	0	+4	-14	-49	+2	+41	-31	-12	0

Fonte: (SANT' ANA, 2017).

> Quando ouvimos um som, na realidade escutamos também, além da fundamental, uma série de outras frequências mais agudas, chamadas harmônicos, sobretons e parciais, que não conseguimos perceber individualmente, mas apenas como um conjunto de frequências sonoras que soam simultaneamente com uma nota principal. Diferentes instrumentos tocando o mesmo *pitch* soam diferentes, por causa dos diferentes conteúdos harmônicos. A presença e a intensidade dos diferentes harmônicos dão ao som sua cor do tom e timbre característico (SILVA, 2014, p. 75).

Com as medidas de ciclos por segundos, ou *Hertz*, o ser humano é capaz de ouvir entre 20Hz e 20.000Hz. Em relação às notas musicais, a exemplo do La[1], é possível reconhecer esse som com uma quantidade de Hertz equivalente a 27.5 vibrações por segundos, ou como se enumera 27.5Hz. As suas oitavas geram o dobro de vibração da nota anterior, exemplo: Lá² = 55Hz e Lá³ = 110Hz e assim consecutivamente. Temos também como referência de frequência o volume ou força da onda sonora (Figura 10) que é gerada, o que chamamos de amplitude, que é a distância entre o ponto inicial de vibração e a sua altura de frequência (SILVA, 2014).

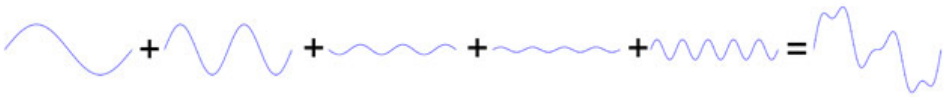
Figura 10 - Gráfico de uma onda sonora.



Fonte: (ASSIM QUE ROLA,2021).

Dentro da atividade de criação sonora musical, há formas distintas de síntese sonoras. Entre elas, a **Aditiva** (Figura 11), que é a combinação entre ondas sonoras que acabam gerando sonoridades específicas, basicamente funciona como o corpo de instrumentos feitos de materiais distintos (exemplo: madeira, metal, plástico). “Adicionar duas ou mais formas de onda juntas pode resultar em tons e harmonias complexas. [...] quando você tem duas ondas diferentes com ciclos por segundo ou hertz (Hz) diferentes, quando elas são unidas, elas criam uma forma de onda nova e interessante” (SOUND TRAINING, 2017, online).

Figura 11 - Gráfico de uma síntese aditiva.



Fonte: (SOUND TRAINING, 2017).

A **Síntese Subtrativa** (Figura 12), funciona de forma oposta à síntese aditiva. Nela, há remoção de harmônicos a partir de filtros direcionados uma onda gerada a partir de um oscilador. Partindo do *Voltage Controlled Oscillator* (VCO) ou, em português, Oscilador Controlado por Voltagem. Nesse caso, síntese subtrativa, em resumo, é a remoção a partir de filtros, que subtraem os harmônicos de forma intencional, técnica essa que tem como objetivo alcançar o som desejado (SILVA, 2014, p. 77).

Figura 12 - Gráfico de uma síntese subtrativa (traduzida do inglês).



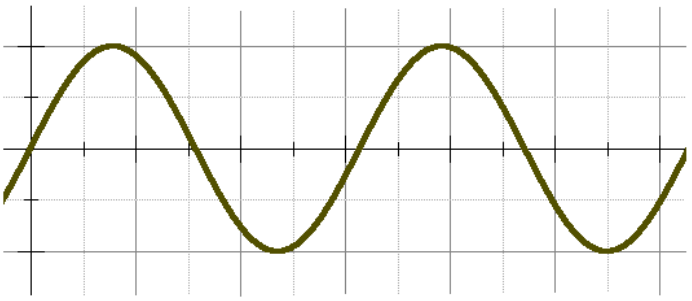
Fonte: (SOUND TRAINING, 2017).

2.3.1.1 Formas de ondas

“A forma de onda é, assim, definida pelos harmônicos no seu conjunto. Harmônicos e formas de onda são, na verdade, duas maneiras de expressar a mesma coisa. A natureza dos tons musicais é definida pelos números e amplitudes dos harmônicos neles contidos” (SILVA, 2014, p. 88). Nessas ações de frequências, em que são especificados os harmônicos, há alguns tipos de ondas bases que são considerados importantes para ações modulares e de filtros sonoros.

Entre elas, a **onda senoidal** (Figura 13), ou senóide. Ela, fisicamente, é a demonstração sonora na sua forma mais pura. Especificamente, na onda senoidal, um filtro de frequência retira todo e qualquer harmônico existente nela. “A onda senoidal gera o som mais simples de todas as formas de onda. É chamada de tom puro porque, assumindo que não haja nenhuma distorção no caminho do sinal, ela contém apenas a frequência fundamental sem nenhum harmônico adicional” (ibidem, p. 89).

Figura 13 - Onda senóide sem complemento harmônico.



Fonte: (COSTA ET AL, 2016).

Outra forma de onda sonora é a **triangular** (Figura 14)**.** Nela, já é possível ver a adição de harmônicos, neste caso, frequências de números ímpares que, apesar de ter uma baixa amplitude na sua sequência sonora, geram uma natureza de som específico. Alguns exemplos são os aerofones como flautas e sinos (ibidem, 2014). Na onda triangular:

> se a fundamental, “f”, estiver presente como uma amplitude de um, o segundo harmônico “2f” não está presente; o terceiro harmônico “3f” está presente com uma amplitude de 1/9; o quarto harmônico “4f” não está presente, o quinto harmônico “5f” está presente com uma amplitude de 1/25 e assim por diante (ibidem, 2014, p. 91).

Figura 14 - Onda triangular com o complemento de harmônicos ímpares.

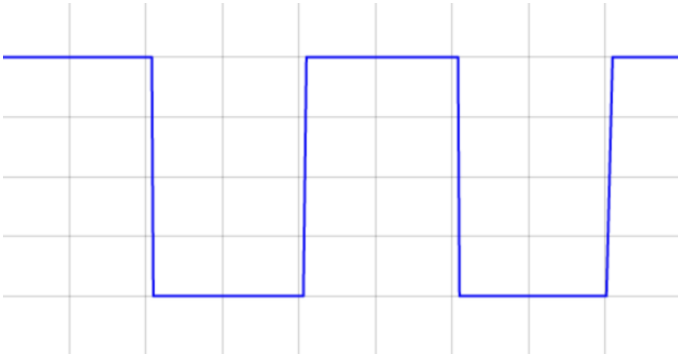


Fonte: (BLOG AUDIO, 2009).

A onda **quadrada** (Figura 15), apesar de ter especificação similares a onda triangular, que é gerar o som a partir dos harmônicos ímpares, ela difere pela amplitude de cada um harmônico que é "a amplitude fundamental dividido pelo número do harmônico" (ibidem, 2014, p. 93).

> se a fundamental, "f", estiver presente como uma amplitude de 1, o segundo harmônico "2f" não está presente; o terceiro harmônico "3f" está presente com uma amplitude de 1/3; o quarto harmônico "4f" não está presente, o quinto harmônico "5f" está presente com uma amplitude de 1/5 e assim por diante (ibidem, 2014, p. 93).

Figura 15 - Onda quadrada com o complemento de harmônicos ímpares.

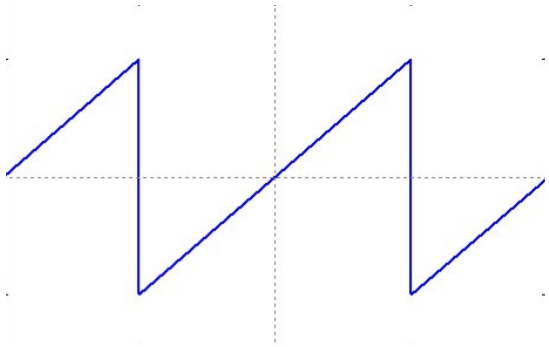


Fonte: (ICHI.PRO, 2021).

A onda **dente de serrote,** (Figura 16), diferentemente das outras citadas acima, contém em sua frequência os harmônicos ímpares e pares. Esse tipo de onda é mais utilizado porque ele dispõe de mais harmônicos, ajudando assim em conceitos sonoros que buscam um maior brilho.

> se a fundamental, “f”, estiver presente como uma amplitude de 1, o segundo harmônico “2f” está presente com a amplitude de 1/2; o terceiro harmônico “3f” está presente com uma amplitude de 1/3; o quarto harmônico “4f” está presente com a amplitude de 1/4, o quinto harmônico “5f” está presente com uma amplitude de 1/5 e assim por diante (ibidem, 2014, p. 93).

Figura 16 - Onda dente de serrote com o complemento de harmônicos pares e ímpares.



Fonte: (NAUTILUS, 2021).

Há dois tipos de onda dentes de serra. As diferenças das duas são, unicamente, o início do ciclo e o seu declínio. Em uma, há ascendência inclinada para direita e desce vertical, a outra, faz o inverso, tem a subida vertical e a queda inclinada para direita. O ouvido humano não reconhece essa diferença, que só é percebida na questão do uso do *trigger* para módulo, que só pode ser utilizado há a subida do ciclo verticalmente (ibidem, p. 98).

Dentro dos contextos de sínteses subtrativa e aditiva, há a **modulação por FM**, que é uma síntese de modulação de frequência que pode modificar ações espectrais em uma determinada onda.

> A síntese FM ou síntese por modulação de frequência é uma modulação entre dois sinais (uma onda portadora e outra modulante), que produz modificações espectrais no som produzido ao longo de seu envelope. Na síntese FM, a taxa de variação da frequência da onda portadora varia de acordo com a frequência da onda modulante, e esse valor é conhecido como índice de modulação (ROSSETTI, 2020, p. 579).

No contexto de síntese digital, existem outras formas de sínteses que podem possibilitar a criação e otimização sonora. Por exemplo: **Wavetable**, que busca criar sons resultantes de ondas naturais e realistas. A partir dela é possível criar-se uma biblioteca de sons em loop com recortes digitais para serem utilizados em determinadas ações sonoras (SOUND TRAINING, 2017, online).

Basicamente, para se ter uma imitação de um determinado instrumento, é utilizado essa forma de síntese para traduzi-la. Geralmente se encontra, na maioria dos sintetizadores digitais que permitem gerar ondas como a **Síntese baseada em amostras**, que é conhecido como atividade sonora por *samplers*.

De forma ainda mais específica, essa condição de registros sonoros pode ser atrelada à busca do corpo físico para torná-lo digitalmente tocável, e que possa representar, de forma fidedigna, os aspectos fundamentais e reais de um determinado som, assim considera-se a **Síntese por modelagem física**, que possibilita analisar o material dentro dos seus processos mecânicos para ser simulado de maneira sintética (VALENTE, 2020).

> Tais modelos não são exclusivos de domînio da síntese sonora, sendo de imenso interesse em distintos campos da atividade humana, abarcando desde finalidades mais tcnicas e pragmáticas como a simulação do comportamento de estruturas em diversos setores da engenharia, até aplicações de interesse predominantemente estético, como em produções audiovisuais (VALENTE, 2020, p. 58).

Existe outro tipo de síntese que se fragmenta nos conceitos de síntese sonora (aditiva, subtrativa e FM), é a **Síntese Granular**. Nela, é exemplificada uma questão de atividade sonora por átomos que pode se comportar como partícula ou como onda. Além disso, ela pode ser concebida como grãos micro sônicos com diferentes características que podem permitir alterar a textura do som de forma fragmentada (NETO, 2006, p. 21).

Essas questões de propriedade sonora serviram de norte para criar e aprimorar ferramentas voltadas para música. Ao longo da história, muitos instrumentos e dispositivos foram criados com ideias e características dentro desse universo físico do som. Logo, como será apresentado na próxima seção, serão vistos alguns desses equipamentos que puderam representar e misturar ondas e frequências distintas dentro de uma ideia ou textura musical.

2.3.2 Música eletrônica e instrumentos analógicos

A música eletrônica surge com a inserção de elementos tecnológicos do final do século XIX à primeira metade do século XX. Ela permitia, através de impulsos elétricos e eletrônicos, criar correntes de informações entre dois ou mais pontos de conexão. Em um estudo de Hiller (2018), intitulado *Electronic Music,* a música eletrônica é qualquer meio de processamento eletrônico que é capaz de gravar, editar e reproduzir som através de alto-falantes. Além disso, a música eletrônica possibilita:

> uma ampla variedade de recursos sonoros - desde sons captados por microfones até aqueles produzidos por osciladores eletrônicos (gerando formas de onda acústicas básicas, como ondas senoidais, ondas quadradas e ondas dente de serra), instalações complexas de computador e microprocessadores - que são gravados em fita e depois editados em uma forma permanente (idem, on-line).

Hiller (2018) ainda apresenta a música eletrônica como um conceito sonoro e não algo que apenas é sintetizado através da eletricidade. Ele fala que esse formato musical pode ser, citando o exemplo de uma peça musical, algo que também permita ser conceitual, inclusive, para quem a cria. O "seu compositor deve antecipar o processamento eletrônico posteriormente aplicado ao seu conceito musical de forma que o produto final reflita de alguma forma a interação do compositor com o meio" (ibidem, 2018, on-line).

A utilização de elementos eletrônicos ganha força quando essas experimentações musicais passam a ser consolidadas por compositores contemporâneos à época, criando e utilizando assim, ferramentas para conseguir exprimir suas ideias e habilidades musicais. Isso ocorre devido ao momento em que se transitava do período pós-clássico e romântico para um momento experimental musical no século XX, buscando novos sons e formatos composicionais específicos (ibidem, 2018).

Ao final do séc. XIX e início do XX um instrumento chamado *Pianola* (Figura 17), ou piano mecânico, já chamava atenção nos bares e locais de concertos de música. Patenteada por volta de 1895, por Edwin S. Votey, norte americano, *design* industrial e fabricante de pianos e órgãos, a Pianola passou a ser considerado o primeiro exemplar de instrumentos mecânicos.

Figura 17 - Votey apresentando sua primeira versão de pianola Smithsonian Institution (1922).



Fonte: (INSTITUTE PIANOLA, 2019).

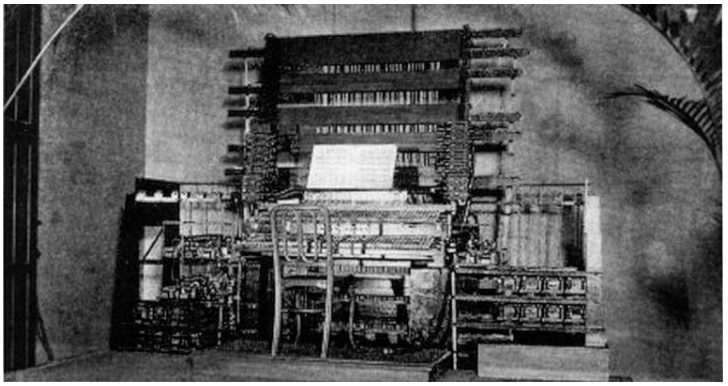
> As pianolas são acionadas por meio da força de sucção gerada pelos pés do pianolista e controlada em tom por um rolo de música perfurado. É a diferença nos níveis de sucção dentro do instrumento que opera os vários mecanismos e, de passagem, pode-se notar que o vácuo não está envolvido, pelo menos não em um sentido absoluto. Um vácuo pneumático é uma ausência completa de ar, e qualquer pianola implodiria instantaneamente se submetido a forças tão enormes. Quanto maior for a sucção em qualquer instante, mais alto soará uma nota ou acorde particular, e o "pianolista meticuloso" deve aprender a controlar a dinâmica tão rapidamente e sutil como um pianista normal. (INSTITUTE, 2019, on-line).

Esse instrumento, inicialmente tocado com a manivela, passou a se tornar mecanizado para reproduzir músicas sozinho. Além disso, pode servir de inspiração para outros instrumentos, na busca de experimentar novos sons.

Como resultado de buscas sonoras no início do séc. XX, surgem os primeiros instrumentos considerados eletrônicos. O primeiro deles, resultado de uma invenção engenhosa com atividade elétricas e de conceitos difundidos no livro *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music* de Hermann Helmholtz (1821-1894), o Telharmonium (figura) patenteado em 1897, por Thaddeus Cahill (1867-1934).

> O instrumento possuía dois teclados mais os pedais e eram necessárias duas pessoas para operá-lo, uma tocando o teclado e os pedais, como um organista, e outra responsável pela troca de timbres. Dessa forma era possível ter um timbre de violino no primeiro teclado, viola no segundo teclado e o som de um contrabaixo nos pedais, ou uma flauta no primeiro teclado e um piano no segundo (BRAGA; FERRAZ, 2020, p.2).

Figura 18 – Telharmonium.



Fonte:https://www.flipscience.ph/flipfacts/telharmonium/

O Telharmonium havia sido criado com o objetivo de "gerar música eletricamente e distribuí-la por meio de uma estação central" (BRAGA; FERRAZ, 2020, p.3). E, para tal feito, era preciso um equipamento capaz de propagar essa transmissão de forma abrangente. Para isso, os manipuladores do Telharmonium detinham de um prédio, especificamente, para o seu uso. Era, basicamente, três andares do edifício para fazê-lo funcionar, sem contar em um andar desses três que era exclusivo para os geradores (ibidem).

> A geração de som do Telharmonium era feita por rotores, um conjunto de eixos rotativos, formado por uma roda com dentes de aço movendo-se dentro de um campo magnético criado por um imã. Cada rotor foi projetado para girar em uma frequência específica. Assim, a nota "Lá" do meio do piano tem 440 ciclos por segundo, então o rotor desta nota geraria uma vibração de 440 ciclos por segundo. Esses rotores substituíram as cordas ou tubos de um órgão para a geração de som e eram o coração elétrico do instrumento (ibidem p.3).

O Telharmonium foi um instrumento eletrônico que perpetuou um conceito específico de som e que serviu de referência para muitos outros durante o último século. Entre eles, desenvolvido no período pré-segunda guerra mundial, o Órgão Hammond (Figura 19), estruturado com circuitos eletrônicos, por Laurens Hammond e John M. Hanert em 1935.

Figura 19 - Órgão Hammond (visão externa e interna) - Modelo A de 1936.

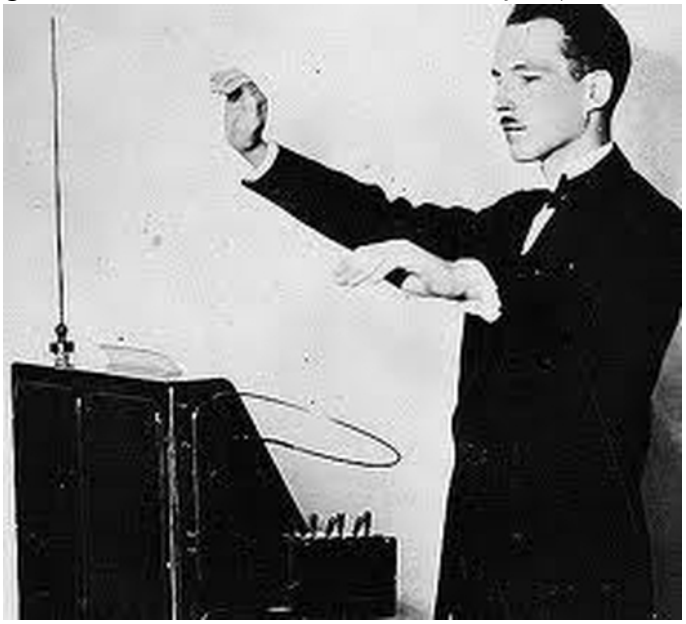


Fonte: (LATORRE, 2014).

Esse instrumento, além de ser criado com o intuito de ser um piano ou órgão, passou a representar uma ferramenta eletrônica experimental, sendo um precursor também dos sintetizadores subtrativos posteriormente. Isso porque Hammond permitia explorar e controlar frequências distintas, tudo isso em tempo real, criando os mais variados timbres possíveis. A sua capacidade de amplificação era apenas em microwatts, mesmo assim o modelo conhecido na época, B-3, pesava cerca de 200 kg (LATORRE, 2014).

Ainda, anteriormente ao Hammond, em 1920, como a ascendência na construção de instrumentos musicais monofônicos, nascia um instrumento de intervenção eletromagnética capaz de criar sons experimentais (Hiller, 2018). Por nome de Theremin (Figura 20), desenvolvido por Leon Theremin (1896-1993). Esse oscilador e gerador de onda senoidal, que mais tarde fora patenteado em 1928, foi um importantíssimo instrumento à época, principalmente pelas suas características e forma de se fazer música.

Figura 20 - Leon Theremin e a sua invenção (Theremin).



Fonte: (FILMOW, 2021).

Além de permitir uma maior extensão de notas, vibrações, escalas e glissando, o Theremin possuía condensadores externos que possibilitavam, através da aproximação das mãos, gerar essas experimentações sonoras. A sua estrutura era, basicamente, composta por uma caixa de amplificação e duas hastes em formato de antenas, onde haviam sensores de aproximação que possibilitavam manipular o som.

Esses instrumentos, dentro do contexto de música eletrônica, foram significativamente relevantes, pois a partir deles, novos instrumentos começaram a ser criados e utilizados para nortear conceitos de músicas experimentais na indústria fonográfica dos anos 60, pós segunda guerra mundial. Assim, começou-se a surgir instrumentos a exemplo de sintetizadores modulares que possibilitaram essas experiências acontecerem tanto em laboratórios musicais, quanto em gravadoras.

2.3.2.1 Sintetizadores modulares

Na década de 60, com o surgimento do Estúdio de Música Experimental na Universidade de Illinois em 1958 e o estúdio da Universidade de Toronto em 1959, a música começou a tomar uma proporção sobre os aspectos de produções fonográficas sem preceitos. Nesses estúdios, haviam contextos específicos a atividades sonoras que possibilitaram a

criação de novos sons e conceitos a partir de ferramentas que os dispuseram. Através desses ambientes de experimentação sonora, era possível ter acesso a:

> fontes de som (onda senoidal, onda quadrada, onda dente de serra e geradores de ruído branco; e microfones para captando sons concretos); roteamento e circuito de controle (painéis de conexão, placas de comutação e mixers para componentes de acoplamento; amplificadores; e conexões de saída); modificadores de sinal (moduladores, deslocadores de frequência, reverberadores artificiais, filtros, gravadores de fita de velocidade variável e dispositivos de compressão-expansão de tempo); monitores e equipamentos de controle de qualidade (contador de frequência, analisador de espectro, medidores VU que monitoram a gravação de níveis, osciloscópio, amplificadores de potência com alto-falantes e fones de ouvido e instalações de oficina); e equipamento de gravação e reprodução, incluindo gravadores de fita de alta qualidade (HILLER, 2018, on-line).

Quase paralelo a esse período, em 1963, criaram-se dois sintetizadores modulares que, basicamente, serviriam para sedimentar conceitos estéticos e novos caminhos que se queria percorrer na música eletrônica. Na costa oeste dos Estados Unidos, pelas mãos de Don Buchla, nasceu o sintetizador modular Buchla (Figura 21). A sua criação passou a ser considerada a maior representação da escola “West Coast”. Em sua invenção, o modular Buchla, carregava na sua parte estrutural forma de geração de ondas diversas através de voltagens em controles por elementos de circuitos elétricos (SILVA, 2014).

Figura 21 - Buchla series 200 (1970).



Fonte: (BOHNES, 2021).

O sintetizador, da companhia Buchla Eletronic Musical Instruments em Berkeley, Califórnia, surge como um "pedido dos compositores Ramon Sender e Morton Subotnick, do São Francisco Tape Center, juntamente como uma doação de US$500 da fundação Rockefeller" (Ibidem, 2014, p.18), para consolidar algumas de suas ideias musicais. A princípio, o Buchla 100, como foi intitulada a série, traria uma possibilidade de manipulação sonora a partir de controladores por voltagens em eventos distintos de uma mesma música, como era a proposta inicialmente dos compositores.

A atividade de produção do Buchla 100 viria para substituir o *musique concrète*[23], criada por Pierre Henri Marie Schaeffer (1910-1995), compositor e teórico musical francês, porque ele possibilitava a execução sonora pela combinação de componentes separados em caixas distintas que "servia de uma função específica, geradores de envelopes[24], osciladores,

[23] Uma música que usava sons gravados como material básico para compor. Schaeffer, encorajou *a escuta acústica* — ouvindo sons por suas qualidades acústicas e rítmicas sem saber ou tentar saber o que as causavam. A fita desempenhou um papel fundamental como meio de gravação e manipulação dessas experiências. fonte: BRANDÃO, M. 5 momentos na história da fita que deram forma à música moderna. LANDR. 2017. Disponível em: https://blog.landr.com/pt-br/musica-em-fita/ acesso em: 15 jul 2021.

[24] "Ao contrário de um oscilador, que repete seu sinal repetidas vezes, um gerador de envelope envia seu sinal apenas uma vez. Como um oscilador, podemos observar o sinal produzido por um gerador de envelope em um gráfico de domínio de tempo" (IME, s.d., online). Disponível em: https://www.ime.mus.br/posttutosintese03 acesso em: 21 jul 2021.

filtros, amplificadores controlados por voltagem e módulos de sequenciadores analógicos [...] um compositor poderia afetar a afinação, o timbre, a amplitude e a localização espacial do som" (Ibidem).

Conforme a evolução tecnológica, o Buchla passou a permitir funções diversas. Em meados dos anos 70, para Silva (2014), o Buchla permitia controlar eventos sonoros por controles externos, sem a necessidade de sedimentar esses eventos internamente no sintetizador. Logo após esse período, iniciou-se com os Buchlas 300, 500 e Touché, a desenvolver essas interações sonoras digitalmente por computadores. Mais tarde na década de 80, com o Buchla 400, 700 e MIDAS, a criar interação modular a partir de *software* que operavam arquivos MIDI em uma programação chamada Forth como instrumentos musicais digitais (SILVA, 2014, p.18-19).

Com a influência da invenção do transistor, no final dos anos 60, a empresa Moog se torna pioneira na produção comercial de sistemas de sintetizadores modulares analógicos controlados por voltagem (Ibidem, p.35). Apesar de ter coincidências com o Buchla, principalmente sobre o ano de criação, no sintetizador Moog (Figura 22) haviam pontos distintos de um sintetizador para o outro.

Figura 22 - Sintetizador Moog (1964).



Fonte: (YASSUDA, 2012).

No sintetizador Moog, havia um processo fixo e simplificado no controle de atividades sonoras que faziam com que essas ações fossem "mais rápidas e fáceis de trabalhar

e que ‘soavam’ fabulosas fazendo qualquer tipo de som” (Ibidem, p.13, grifo nosso). Além disso, utilizava-se de síntese subtrativa, que permitia aplicar filtros diversos nas ondas antes de serem amplificadas.

Antes de desenvolver o Moog, Robert Arthur Moog chegou a ter atividade comercial na venda dos famosos Theremins à época e, como essa imersão ainda jovem, pensou-se nas criações e *design* específico para desenvolver os seus próprios modelos. Antes, Moog tinha uma observação clara das limitações, por exemplo, do próprio Theremin, porque o mesmo apenas gerava onda senoidal simples, em que havia ausência de harmônicos nas notas executadas.

Para criação do seu instrumento, Robert Arthur Moog:

> propôs o uso de uma escala padronizada de voltagens para os sinais eletrônicos que controlam as várias funções destes módulos - os osciladores e o teclado Moog, por exemplo, usavam uma progressão normal de 1 Volt por oitava para controle de afinação. [...] cada módulo de voltagem controlável tem uma ou mais entradas que aceitam uma voltagem tipicamente de 10 V ou menos. A magnitude desta voltagem controla um ou mais parâmetros principais dos circuitos do módulo, tais como frequência de um oscilador de áudio (ou sub-áudio ‘baixa frequência’), a atenuação ou ganho de um amplificador, ou a frequência de corte de um filtro de faixa de frequência larga. (SILVA, 2014, p. 38).

Com o aumento na visibilidade dos primeiros exemplares e os avanços tecnológicos, assim como Buchla, o sintetizador Moog também pode ser melhorado. Uma dessas atualizações foi o Moog 3P (1968) (Figura 23) e o Módulo Sequenciador que teve um aumento comercial através das gravações pela compositora Wendy Carlos, em que levou para o público em geral o sintetizador Moog. Em conjunto com Carlos, Rachel Elkind utilizaram-se de gravação multitrack para registrar, inclusive, uma série de composições de Johann Sebastian Bach, em um LP intitulado “*Switched On Bach”*, meticulosamente montada pedaço por pedaço no Moog (Ibidem, p.42).

Figura 23 - Sintetizador Moog 3P (1968).



Fonte: (KMRAUDIO, 2021).

O Moog, além de se tornar um representante na concepção de sintetizadores modernos, passou a ser incluído nos processos de gravações de muitas outras composições além de ser considerado uma forma conceitual de gravação, tendo intitulado até o próprio nome em títulos de gravações.

Após ter sido aprimorado ao longo dos anos, novas versões apareceram como o Moog Modular 55 (1974), que viera a se tornar, considerado por especialistas, o primeiro e maior sintetizador analógico polifônico multi timbre do mundo, sendo até usado por Stevie Wonder no seu álbum *Music in my mind.* Além do sistema modular, surge o Minimoog (1981), este como uma nova representação compacta dos seus antecessores. Essa nova versão trazia um *design* moderno e a possibilidade de ser usado nos palcos em tempo real para performance. Depois vieram o Moog Taurus (1975), que introduziu pedais, tinha sensibilidade de velocidade, capacidade de memória maior, tela iluminada LC, MIDI, e interface USB, e o Moogerfooger (1998).

Vale ressaltar que outras marcas foram sendo criadas ao longo das décadas e que trouxeram, a partir de novas descobertas tecnológicas, possibilidades diversas a serem colocadas em composições e atividades musicais experimentais. Porém, nessa seção ficou o direcionamento nessas duas escolas de modulares, Buchla e Moog.

Paralelo ao universo dos sintetizadores modulares, haviam perspectivas musicais voltadas para o registro sonoro a partir de gravações em fitas. Ao longo da história muitas descobertas foram sendo feitas e logo, como esses avanços, direcionou-se a vivência musical

de muitos compositores a escreverem músicas e propagar a partir dessas fitas e outras ferramentas de difusão sonora.

2.3.2.2 O playback

Em um vídeo da BBC com o título *the new sound of Music*, de 1979, apresentado por Michael Rodd, é possível observar algumas ferramentas que foram desenvolvidas, inicialmente, para meios de comunicação e que serviram de exemplares para criar os primeiros reprodutores sonoros, como o Fonógrafo (1877) de Thomas Edison (Figura 24) que:

> era constituído por um cilindro de couro recoberto por uma folha de estanho, montado sobre um eixo horizontal provido de manivela em uma das extremidades, ao acionada permitia à agulha ligada a um diafragma riscar a superfície do estanho conforme a vibração provocada pelas ondas sonoras. Na reprodução dos primeiros aparelhos, a velocidade imposta à manivela precisava ser exatamente a da gravação, do contrário o som surgiria distorcido e infiel ao corpo sonoro registrado originalmente. (MARCONDES, 2021, on-line).

Figura 24 - Fonógrafo.



Fonte: (MARCONDES, 2021).

E o Gramofone (1887) (Figura 25) do alemão Emil Berliner, que tinha uma estrutura aproximada e similar ao fonógrafo, porém ao invés de um corpo cilíndrico como era no seu antecessor, o seu formato era de disco plano. Esse instrumento serviu para serem implementadas as primeiras características do que viera a ser reproduzida em fita.

Figura 25 - Gramofone.



Fonte: (M. N. ANTIGUIDADE, 2021).

As primeiras criações sonoras em fitas surgem no começo do séc. XX, através do registro sonoro em fio de arame. Logo, com essa primeira impressão em um corpo físico para registros de áudio, antes direcionado à comunicação, nascem os primeiros protótipos de gravação magnética. Já, no final da década de 30, tendo como pioneiro Fritz Pfleumer (1881-1945), engenheiro alemão, tornou possível o registro sonoro em fita de papel com um revestimento em pó de aço, tendo assim o primeiro legado da *tape music.*

> Pfleumer havia desenvolvido um processo para colocar faixas de metal em papéis de cigarro e raciocinou que poderia revestir de forma semelhante uma faixa magnética, para ser usada como alternativa à gravação por fio. Em 1927, depois de fazer experiências com vários materiais, Pfleumer usou papel muito fino que revestiu com pó de óxido de ferro usando laca como cola. Ele recebeu uma patente em 1928 (JURIED, 2013, on-line).

A troca do arame e do papel com o pó de ferro para outro material de gravação, acontece em conjunto ao surgimento de aparelhos capazes de reproduzi-los. Em 1932, esta foi uma solução desenvolvida por duas empresas alemãs, a Basf e a AGE Telefunken. Em seguida, a própria Basf, em 1934, lança a fita magnética (figura) como atualmente é conhecida, a partir do plástico poliéster resistente e flexível (AMARAL, 2019). “O pó de aço cedeu lugar ao óxido de ferro (Fe^2O^3) que, embora testado por acaso, mostrou-se mais

adaptado à função de registro, sendo também mais barato e mais fácil de encontrar" (AMARAL, 2019, p.13).

Figura 26 - (Disco de fita maior) Fita magnética Basf (1934) de plástico poliéster.



Fonte: (VIDEO SHACK, 2021).

Com esses equipamentos, a primeira ideia de *playback* começou com os avanços da *Tape Music,* que eram fitas usadas para gravar composições e atender o mercado musical da época. Isso ocorreu por volta de 1960, como foi o exemplo de Karlheinz Stockhausen (1928-2007) compositor alemão, criador da primeira peça em fita *Gesang der Jünglinge* (1956), *Canção da Juventude*, quando o fascínio por composições surgia com a proposta de serem gravadas neste formato (HILLER, 2018).

Já, em 1963, surge a Fita Cassete (K7), uma invenção da holandesa Philips (Figura 27), que se tornou exponencial no mercado fonográfico e foi de grande relevância para gravação de áudio (AMARAL, 2019).

Figura 27 - Fita Cassete (K7) SQ-C60 Philips.



Fonte: (SIMÕES, 2018).

Nesse período, logo surgiram as primeiras preocupações referentes aos músicos em que, tratando-se de concertos ao vivo, estes poderiam ser substituídos por essas fitas. Entretanto, essa forma de registro possibilitaria aos compositores finalmente se libertar das "humilhações, tantas vezes suportadas para levar sua música para salões de concertos" (idem, p.6).

Ao que se pensava sobre o conceito de playback para questões práticas-musicais, essa funcionalidade criada a partir de evoluções tecnológicas, possibilitaria a execução de músicas em contextos específicos quando não haveria o acompanhamento de grupos para execução de uma peça. "O playback instrumental surgiu como forma de sonorização, sendo interpretado no campo da performance musical como uma ferramenta de auxílio, sem ser necessário recorrer a músicos para tocar ao vivo" (RODRIGUES, 2012, p.28).

E, no campo da aprendizagem musical, o *playback* desempenha um papel fundamental quando não há, à disposição ao intérprete, um correpetidor para tais fundamentos ou, até mesmo, uma orquestra para ensaios. Assim como o metrônomo, o uso do *playback* serviria "como ferramenta de apoio para consolidar questões de altura, afinação, campo harmônico e padronização dos exercícios" (ALVES, 2017, p.15).

2.3.2.3 O metrônomo

A primeira concepção do metrônomo surge por volta do séc. XVI, através do descobrimento do pêndulo por Galileu Galilei, matemático e astrônomo italiano. Essa concepção, por nome de *isochomism* tinha como finalidade ter uma estrutura "independente

da amplitude, e o pêndulo que levaria, aproximadamente, a mesma quantidade de tempo para completar um período, ou oscilação para frente e para trás (GERSTEN, 2017, on-line). Esse protótipo viria a ser proposto, inicialmente, para consolidar o relógio por pêndulo de Christiaan Huygens, séc.XVII e Georfe Graham, este último no século seguinte.

O primeiro protótipo do metrônomo é criado por uma musicista e pedagoga francês, Étienne Loulié em 1696, apesar de já apresentar a funcionalidade de um metrônomo mecânico, não dispunha de som e ainda existia a perspectiva de fazê-lo alterar o andamento da batida. Essa versão com alteração e som só viera a surgir por volta de 1816, quando Dietrich Nikolaus Winkel desenvolveu o *music chronometer*, apesar de não conseguir patentear sua invenção e isso acontecer dois anos depois por Johann Nepomuk Maelzel (Ibidem, on-line). Nessa última versão, intitulado *Maelzel's metronome* "o metrônomo estava alojado em uma pirâmide de madeira e podia ser ajustado movendo um pequeno marcador de aço afixado no pêndulo para cima e para baixo" (Ibidem, online).

A partir desse período, essa ferramenta se tornou preponderante para o desenvolvimento técnico e performático musical. Esse artefato ganhou destaque por conseguir imitar o andamento de uma obra musical, a exemplo de uma orquestra sinfônica, tanto para o maestro quanto para os músicos. "A utilização do metrônomo no aprimoramento técnico do agente musical, pois ele poderia contribuir nas interpretações das peças de compositores renomados" (ALVES, 2017, p.15).

Figura 28 - Metrônomo analógico.



Fonte: (MAGAZINE, 2021).

Para Dimitri Cervo (1999, on-line) a “criação do metrônomo se tornou uma grande ferramenta para as obras de Beethoven, Berlioz e Schumann, pois contribuíram para a padronização e a consciência real do ritmo exposto pelos compositores”. E assim, nesse formato da imagem acima, perdurou e perdura até os dias atuais, porém novas versões têm sido desenvolvidas para dar suporte ao estudo técnico musical.

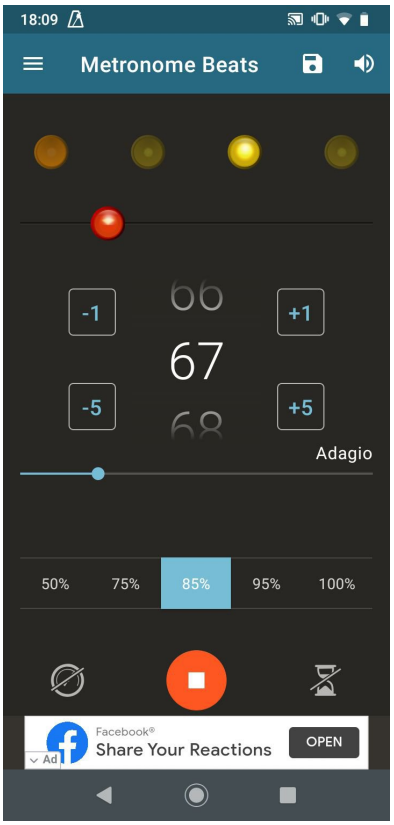
Com os avanços tecnológicos, o metrônomo passou a ser construído digitalmente, como mostra a figura abaixo (Figura 29), além disso, também foi desenvolvido através de *softwares* para dispositivos móveis, como aplicação virtual (Figura 30). Logo, com as funcionalidades direcionadas a determinados estudos, através dessas versões digitais, é possível fazer o aumento da batida (andamento) de forma combinada e com vários tipos de sons e células rítmicas, enfatizando a possibilidade de uso dessa ferramenta.

Figura 29 - Metrônomo digital, Korg TM-60.



Fonte (MUSITECH, 2017).

Figura 30 - Metrônomo virtual (Metronome Beats).



Fonte: (METRONOME BEATS, 2021)

No estudo de Alves (2017), a explicação sobre o uso de um metrônomo passou a ser considerado um fator de otimização para o projeto de desenvolvimento do *protótipo desta pesquisa,* por pensar na sua utilização combinada ao uso do *playback*. Isso porque o metrônomo possibilita "tornar o estudo técnico do método sistematizado dentro da perspectiva de sincronismo do tempo, buscando facilitar a divisão rítmica e padronização do tempo usado nos exercícios" (ALVES, 2017, p. 14).

Com essas tecnologias analógicas e digitais, surge um novo momento para indústria musical. Isso ocorreu devido ao grande avanço tecnológico por computadores e dispositivos modernos na segunda metade do séc. XX. Assim, será apresentado a seguir, algumas dessas transições e inovações tecnológicas que foram preponderantes no surgimento e otimização da música através do computador.

2.3.3 Computação musical

O uso do computador, para a criação musical, nasce como uma evolução da música eletrônica que passou a ser composta através de ferramentas tecnológicas por meio de hardwares e *software*s capazes de oferecer a usuários e/ou compositores uma maior liberdade e possibilidade de criação.

Partindo do pressuposto estrutural, o que realmente significou como "divisor de água" para esse avanço foi a conversão digital analógica para o digital. Esse princípio possibilitou diversos avanços no quesito composicional dos anos 60, nele foi possível transformar, converter e usar de forma híbrida os processos que se tinham na música eletrônica para o computador.

> A conversão digital para analógico (e o processo reverso, conversão analógico para digital, que é usado para colocar sons em um computador em vez de retirá-los) depende do teorema de amostragem. Isso afirma que uma forma de onda deve ser amostrada a uma taxa duas vezes a largura de banda do sistema se as amostras estiverem livres de ruído de quantização (um ruído agudo para o ouvido). Como a largura de banda auditiva é de 20 a 20.000 hertz (Hz), isso especifica uma taxa de amostragem de 40.000 amostras por segundo, embora, praticamente, 30.000 sejam suficientes, porque os gravadores raramente gravam algo significativo acima de 15.000 Hz (HILLER, 2018, on-line).

Para os aspectos musicais, o computador trouxe algumas especificações preponderantes para consolidar a inserção das novas tecnologias no campo musical. "Processamento de dados e recuperação de informações, incluindo aplicativos de biblioteca e abstração; processamento de notação musical e impressão musical; pesquisa acústica, teórica e musicológica; composição musical; e síntese de som" (HILLER, 2018, on-line).

Utilizando um computador IBM 704 (Figura 31) nos laboratórios Bell (1957), Max Mathews, engenheiro elétrico, em parceria com Newman Guttman, ambos programadores norte-americanos geraram som, pela primeira vez, através de um computador (DUARTE, 2014). A composição *The silver scale*, foi considerada por Roads (1996)[25], como a primeira feita a partir de um programa computacional, ela tinha 17 segundos. Isso significou uma ruptura no processamento musical em que acontecia, unicamente, a partir de equipamentos e instrumentos analógicos a uma formatação computacional.

[25] ROADS, C. The Computer Music Tutorial. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.

Figura 31 - IBM 704.



Fonte: (MUSEU SCIENZA, 2021).

A partir disso, logo vieram as primeiras versões de programas que possibilitaram gerar som em computadores. Através das gerações seguintes do *Music I*, a exemplo do *Music V* (1967), logo foi possível compilar dados através do Fortran[26] para outras máquinas. Com um computador mais rápido, já no *Music II*, Mathews conseguiu gerar 4 sons, assim possibilitando uma maior criação sonora.

> Os programas desenvolvidos por Mathews (MUSIC I-V) por volta da década de 1960 foram as primeiras linguagens de programação para a produção de som. O livro por ele escrito, Technology of Computer Music (M.I.T. Press, 1969), influenciou gerações de pesquisadores e entusiastas da área. Nele, Mathews apresenta os conceitos físicos e matemáticos por trás da síntese sonora, além de um manual com diversos exemplos de implementação de instrumentos através do programa "MUSIC V" (DUARTE, 2014, p.933, grifo do autor).

No *Music II* era capaz de gerar 16 formas de ondas através da introdução de um oscilador que lia os dados de uma tabela pré-gravada 'wavetables' (DUARTE, 2014, p.934, grifo do autor). Isso foi possível porque o mesmo estava utilizando uma nova versão de computadores, o IBM 7094, que se utilizava de transistores e tinha um tipo de processamento mais rápido que os computadores antigos, que eram valvulados.

[26] Linguagem de programação.

No *Music III*, houve um avanço considerável no desenvolvimento do programa porque ele proporcionou uma unidade geradora de onda. “Cada unidade geradora aceita parâmetros numéricos e/ou sinais de áudio como entrada e produz um sinal de saída. Com isso, a programação modular ocorria a partir de unidades menores que poderiam ser reutilizadas” (ibidem, p.935). Nesse mesmo período, o Moog ganhava ascensão no mercado. Já o seu sucessor, o Music IV, foi apenas uma transição para melhores equipamentos sem ter um melhoramento nos quesitos funcionais do programa, em que isso só foi possível na versão *Music V*.

> As unidades geradoras do MUSIC V incluíam oscilador, filtro, adicionador, multiplicador, gerador numérico aleatório (randômico) e gerador de envelope. Os módulos básicos de processamento de sinais e síntese poderiam ser interligados para criar sons interessantes. Técnicas como a aditiva, subtrativa e síntese não linear (como síntese FM) poderiam ser implementadas facilmente com esses módulos (ibidem, p. 936).

Com as possibilidades advindas do uso do computador para criação musical e os avanços tecnológicos no sentido de velocidade, banco de dados, filtragens e envelopes, essa ferramenta digital passou a ganhar notoriedade por parte de compositores como John Cage, um dos pioneiros na música do séc. XX, Lejaren Hiller que se tornou um dos grandes nomes da música computacional, que desenvolveu até mesmo uma série de trabalhos intitulados *Algoritmos I, Algoritmos II e Algoritmos III*, e Gottfried Michael Koenig que serviu de referência composicional em computadores para estudos teóricos sobre esse tipo de criação, utilizando meios digitais.

Já nos anos 70, projetado por Barry Vercoe, no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), o Music 11 pode apresentar um avanço nos *softwares* desenvolvidos para computação musical. A atualização possibilitou o programa a ser “executado em um computador PDP-11 e ser um sistema bem projetado que incorpora muitos recursos novos, incluindo entrada e saída de partituras gráficas” (Hiller, 2018, on-line).

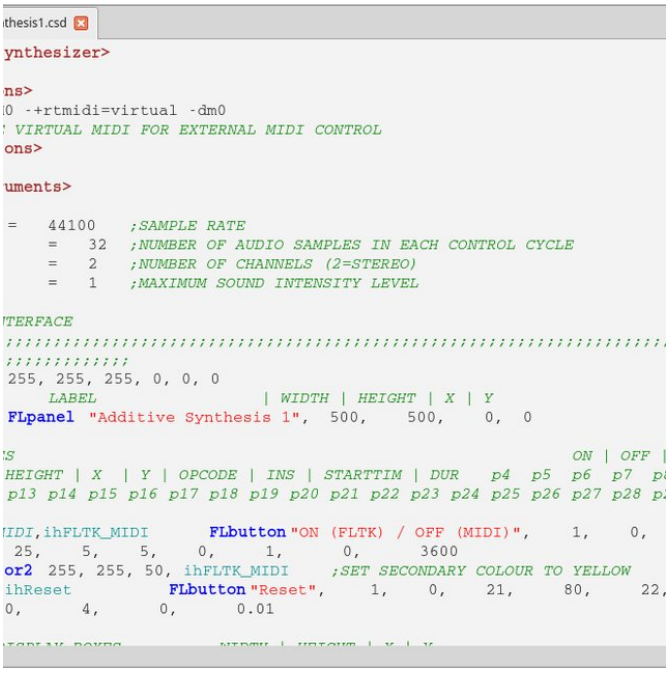
Após o Music 11, houveram outras versões para *Assembler*[27] como o Mus 10 (1977) e o Cmix (1984), para linguagem em C[28] (Csh, Cpp), o Cmusic (1980), Music 4C (1985). Todas essas aplicações foram, basicamente, ramificações da família Music-N, desde o Music I que foram ganhando inovações ao longo dos anos, porém como baixa relevância de avanços.

---

[27] É uma linguagem de montagem para máquina em notação legível a um código específico.
[28] É uma linguagem de programação compilada em propósito geral, estruturada, imperativa e procedural.

As estruturas de linguagem de programação com aplicações ganharam um “reforço” com a criação do *Csound* (Figura 32), em linguagem C, projeto também desenvolvido no MIT que passou a substituir o Music 11. Nela, Vercoe em 1985 iniciou essa derivação de escrita porque percebeu na linguagem C a oportunidade de desenvolver as atividades musicais através do fluxo de dados em ação combinada e de orientação de objeto.

Figura 32 - Exemplo de programação em Csound.



Fonte: (ARAÚJO, 2021).

> “O Csound é um software livre disponível pela LGPL (*GNU Lesser General Public License)*, multiplataforma capaz de rodar em diversos ambientes, como Linux, Windows e Mac. A última versão do Csound, chamada Csound-6.11, conta com milhares de geradores de unidades, tendo como ponto forte ser modular e extensível pelo usuário.” (ARAÚJO et al., 2018, p. 07).

Um ano após o surgimento da *Csound*, na *Institut de Recherche et de Coordination Acoustique/Musique* (IRCAM) em 1986, é criado o ambiente de programação visual chamado MAX.

> De interface gráfica, reutilizando o conceito de sintetizador analógico modular, permite construir "patches" conectando módulos com "patch cords". Por meio das conexões, ele permite enviar mensagens de controle ou sinais que são enviados entre os módulos. Esses módulos geralmente representam unidades de processamento, de cálculos aritméticos simples a transformações complexas; eles também podem representar contêineres de dados, como buffers de sinal ou matrizes, bem como entradas e saídas do sistema, como áudio e MIDI. Os módulos podem ser primitivos,

> chamados de “objetos”, ou os próprios “patchers”, dando aos patches uma estrutura hierárquica. Alguns objetos têm comportamento gráfico interativo e são usados como controladores.

Essa ideia partiu, inicialmente, por Miller Puckette com a intenção de controlar o sintetizador 4X da IRCAM. E só em 1989, por David Zicarelli, através de novas versões, que no *MAX* tornou possível rodar *MIDI* através da implementação de algoritmos por síntese FM, passando para ser intitulado MAX/MSP (DÉCHELLE et al., 1999, p. 50).

Com o surgimento de novas linguagens e ambientes de programação para síntese sonora, outras ferramentas puderam ser criadas com o intuito de democratizar o acesso a ferramentas de implementação de algoritmos através de objetos orientados para consolidar experimentações sonoras, consolidar o acesso a bibliotecas externas e combinação de dados para executar ações sonoras. Para esse exemplo, o *Pure Data* (mais informações na seção 3.2.4) de Miller Puckette, do final da década de 90 que trouxe uma série de possibilidades adicionais ao Max/MSP.

2.3.3.1 MIDI, sintetizadores digitais e virtuais

Com os avanços tecnológicos dos anos 80, a compactação de equipamentos (hardware) e a diminuição dos seus valores, logo passou-se a aumentar as concepções sonoras para criação musical a partir de computadores e sintetizadores modernos. Com isso, no início dos anos 90, várias empresas que trabalham com criação sonora decidiram universalizar uma interface que pudesse permear pelos seus equipamentos de forma padronizada.

Entre elas, a *Roland, Yamaha, Korg e Kawai* que juntas, auxiliadas pelos engenheiros da *Sequential Circuits*, a exemplo do seu presidente Dave Smith, propuseram o primeiro padrão de formato MIDI em 1981 (MILETTO et al., 2004). “Um arquivo *MIDI* padrão é uma sequência gravada digitalmente de eventos musicais que podem ser reproduzidos em outros dispositivos compatíveis com *MIDI*, incluindo instrumentos e computadores” (AJERO, 2007, p. 09).

De forma mais específica e colocando uma observação técnica sobre os dados MIDI, esse tipo de informação é:

> um padrão que define o protocolo de comunicação amplamente utilizado em instrumentos elétricos de áudio. Para esta discussão, assumimos o protocolo MIDI 1.0. Nesta configuração, MIDI é um protocolo de comunicação serial assíncrono

> onde o quadro de dados é uma palavra de 8 bits transmitida a 31,25 kbit / s ‘esta foi escolhida para ser a divisão exata por 1 MHz para compatibilidade com microprocesadores' (JOSHUA, 2019, online. grifo do autor).

Por volta de 1984, com o surgimento da linha da *Macintosh* (Figura 33), versão primária do MAC OS da *Apple*, surge um microcomputador com atividade sonora e que utilizava informação *MIDI*. Nessa primeira versão do computador, ele dispunha de mouse, teclado e interface gráfica, equipamentos que facilitam o uso de multimídias.

> Além de falar e tocar videoclipes, o primeiro Mac apresentava uma interface gráfica revolucionária baseada no trabalho desenvolvido pelo centro de pesquisas da Xerox, o Xerox PARC (Palo Alto Research Center), incluindo um processador de texto e um programa de desenho que se caracterizavam pela simplicidade e pela facilidade de uso (MATIAS; SANTOS, 2001, p. 55).

Figura 33 - Primeira linha da Macintosh, Mac OS, de 1984.



Fonte: (ESTES, 2014).

A exemplo da *Macintosh*, outros computadores começaram a ser utilizados em estúdios de gravação com a intenção de trazer alguns fundamentos da música eletrônica para serem integradas nas novas tecnologias da época. Logo, surgem os *hardwares* e sequenciadores MIDI modernos e digitais que levaram os processos de gravação e edição musical a uma nova esfera industrial.

Um desses exemplos foi o Yamaha CX5M (Figura 34), de 1984, que introduziu o suporte MIDI em um sistema de MSX. Nele, era possível “gravar performances MIDI e organizá-lo em trilhas individuais ao longo de um conceito de gravação multitrack” (STAN,

2021, online). Essa versão da Yamaha, de padrão MSX, agia de tempo real por módulo sintetizador FM em 8 vozes integradas.

Figura 34 - Teclado de computador (sequenciador MIDI) Yamaha CX5M.



Fonte: (ENCYCLOTRONIC, 2021).

Três sequenciadores MIDI, durante a década de 1980, dividiram o mercado da indústria musical: o *Yamaha DX7* (1983), o *Roland D-50* (1987) e o *Korg M1* (1988). No entanto, antes desses três se tornarem referências na indústria musical dos anos 90, o *Synclavier* da *New England Digital* (NED), de 1977, nascia como pioneiro na linha dos sintetizadores digitais que antes, apenas era possível ter essa experiência sonora através de computadores.

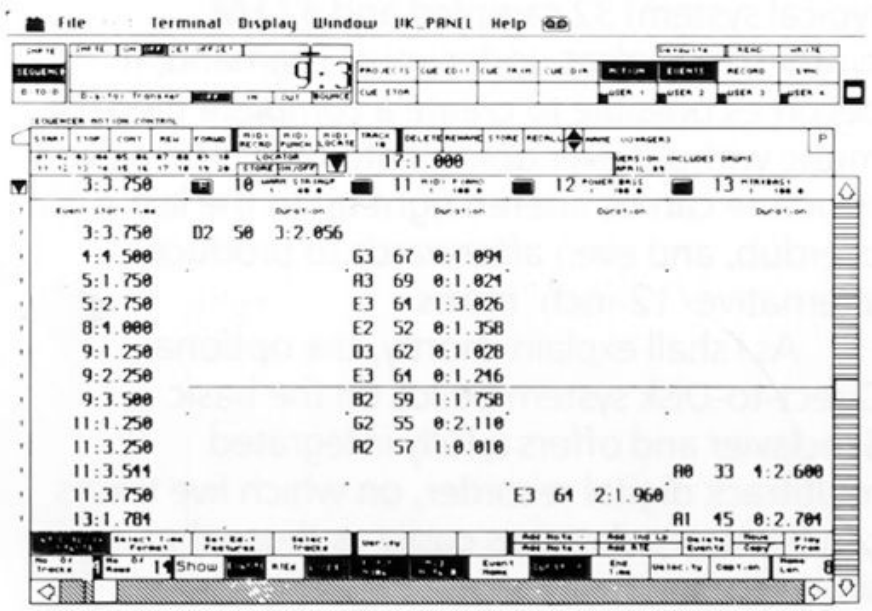
Figura 35 - Synclavier com um Computador VT 100(1977).



Fonte: (COMMONS, 2020).

Na interação visual do *Synclavier* (Figura 35) utilizava uma funcionalidade puramente digital e a sua tecnologia baseia-se no *Synthesizer FM. "*A vantagem do Synclavier é que ele se parece muito com o sistema MIDI definitivo. Com (em um sistema típico) 32 vozes sampleadas e 32 vozes sintetizadas FM sob seu comando, é possível criar uma peça musical completa sem nunca ir para a fita" (MELLOR, 1989, p. on-line).

Figura 36 - Synclavier Event Editing no Mac II.



Fonte: MELLOR, 2021).

O Yamaha DX7 (Figura 37) de 1983, foi considerado o primeiro sintetizador digital de sucesso na época por ter chegado à venda de mais de 200.000 unidades entre 1983 a 1989. Diferente de outros sintetizadores, a base tecnológica modular de síntese FM no DX7 não era feito com alteração de frequência, mas sim de fases sonoras (BERWECK, 2015).

Figura 37 - O Yamaha DX7.



Fonte: (YAMAHA, 2021).

A capacidade instrumental do DX7 era revolucionária, justificando a grande ascensão comercial. Através deste sintetizador digital era possível criar "sons de cordas, sinos, trompetes, cortes de barras, baixos, superfícies etéreas, envelopes com mais de 10 minutos, sons que estão em constante mudança e que podem até tocar mini-sequências" (ibidem, online).

Sem contar na utilização inovadora do DX7 usando MIDI com 32 posições de memória, 32 sons adicionais para serem adquiridos e programados apenas por plugin na forma de cartucho. No Yamaha NX7, além das conexões por pedais, dispunha de display LCD, teclado e velocidade e *aftertouch,* e um oscilador para vibrato com modulação de frequência utilizando LFO[29] (ibidem, online).

O *Roland D-50* (Figura 38) de 1987 foi um sintetizador com características similares ao Yamaha DX7, porém com algumas condições a mais na sua formação. Para se ter essa funcionalidade, o D-50 precisou difundir o seu primeiro sintetizador polifônico totalmente digital da Roland que compreendia uma polifonia de 16 notas através de um novo sistema de síntese: a Síntese Aritmética Linear "que é implementado em um novo chip de *design* personalizado conhecido, não surpreendentemente, como LA Chip" (TRASK, 1987, online).

[29] Oscilador de baixa frequência. "Um LFO é como um oscilador normal, pode ter qualquer forma de onda e amplitude que especificamos, mas tem uma frequência de sub-áudio muito baixa, produzindo um sinal de oscilação muito lenta geralmente usado para controlar outros módulos dentro de um sintetizador. Por exemplo, um LFO pode mover o nível de volume de um VCA (velocity) para cima e para baixo, criando um efeito tremolo. LFOs são como pequenos robôs que giram os botões para você" (IME, s.d., online). Disponível em: https://www.ime.mus.br/posttutosintese03 acesso em: 21 jul. 2021.

Figura 38 - Modelo Roland D-50 (1987).



Fonte:(SYNTHMARKET, 2021).

Por ter sido criado para se tornar o concorrente direto da Yamaha, o D-50 precisou ajustar suas funcionalidades à indústria musical. O maior exemplo foi o fornecimento de som através de amostras de Modulação de Código de Pulso (PCM) que é um revestimento de frequência que ajuda com a adição de síntese em um oscilador.

> O D50 possui 100 amostras de PCM a bordo. Quarenta e sete deles são one-shot e 29 são em loop. Os 24 restantes são versões combinadas e em loop das outras amostras, para alguns efeitos mais incomuns. As amostras de ataque de Roland incluem todos os tipos de instrumentos de percussão, juntamente com piano, cravo, órgão, guitarra elétrica e acústica, baixo elétrico e vertical, flauta, clarinete, trompete, trombone, violino e violoncelo (muitas vezes com várias versões de cada tipo de instrumento (ibidem).

O M1 da Korg de 1988 (Figura 39) também foi um expoente sintetizador no mercado industrial musical. Fabricado com o intuito de ser completo e não apenas que tivesse um acesso a experiências musicais, O M1 se tornou referência no final da década de 90 por permitir uma gama de sons simples, porém com objetivo e qualidade sonora. (MELLOR, 1992).

Figura 39 - Modelo M1 da Korg (1989).



Fonte: (KORG, 2021).

Fabricado com o conceito *WorkStation*, o M1 da Korg anunciava na sua estrutura funcionalidades específicas. Era unidade de efeitos e de sequenciador, sintetizador multitimbral, tela de LCD, botões de deslocamento, balança de oscilador, filtro de cortes, nível VDA, acompanhamento de teclado, sensibilidade de velocidade, tempo de ataque e liberação e equilíbrio de efeito (ibidem).

Um outro diferencial do modelo era a capacidade de memória *Read Only Memory* (ROM) que era, na época, 4Mb uma revolução de mercado. O M1 também tinha um processo de programação mais fácil que os modelos da Yamaha DX7 e o Roland D-50. “o Korg M1 percorre um longo caminho no sentido de fornecer uma interface de edição realmente utilizável” (ibidem).

Após esses modelos de sintetizadores vistos acima, surgiram ferramentas de uso externo antes de serem criados novos sintetizadores digitais e virtuais. Muitas marcas passaram a reproduzir esses sequenciadores MIDI, porém, antes dessa consolidação, nascia o Yamaha FS1R.

O Yamaha FS1R de 1998 (Figura 40), passou a ser um equipamento fundamental para consolidar os parâmetros e informações MIDI em um sintetizador digital. A versão FS1R “continha vários milhares de parâmetros programáveis, mas tinha uma interface que consistia em quinze botões minúsculos, quatro knobs e um pequeno LCD” (STAN, 2021, online).

Figura 40 - Synth da Yamaha (FS1R).



Fonte:(VINTAGE SYNTH, 2021).

Essas funcionalidades, baseadas em FM, poderiam complementar as buscas sonoras de vários modelos de sintetizadores. Poderiam dar padrões diversos de som acoplado, por exemplo, instrumentos de outras marcas pela facilidade de interação via MIDI com sequências e modulações diferentes. E o maior diferencial da marca, a tecnologia *Formant Shaping Synthesis*. “Formantes são os padrões espectrais que compõem os sons da fala humana. Isso permite a criação de timbres vocais, mas também pode ser aplicado de muitas

maneiras diferentes para criar sons incrivelmente únicos que você não encontrará em nenhum outro sintetizador" (KUHN, 2021, online).

No início dos anos de 1990, surgem os sintetizadores virtuais. Eles passam a ter relevância no mercado por conta dos vários avanços em *Software* e Hardwares dos computadores. Logo, passaram-se esses equipamentos de som para o desktop de computadores multifuncionais.

2.4 ESTADO DA ARTE

Dentro das pesquisas sobre educação musical, tem se discutido a respeito de novas ferramentas interdisciplinares que possam apoiar o seu desenvolvimento e aprendizado. Algumas dessas discussões têm colocado as inovações tecnológicas como material de apoio em várias áreas da educação, inclusive na música como fala Macrides e Angeli (2018, p.166-167). Como a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), cada vez mais, está desempenhando um papel linguístico de interação com a educação, é possível construir um panorama desta interação a partir de pesquisas realizadas na área que se direcionam a melhoria do ensino musical através da tecnologia.

Atualmente, o uso de *software*s tem chamando à atenção de comunidades de ensino musical, principalmente, ao que se refere à aprendizagem instrumental dos alunos. Tais ferramentas proporcionam um espaço de interatividade aos discentes, levando-os a deixar o desenvolvimento no instrumento insuficiente para as necessidades musicais (ROWE et al. 2015, p.115). Isso ocorre pela falta de estímulos dessas ferramentas integradas à própria aprendizagem na música. O que nos convida a refletir sobre a elaboração de novas diretrizes educacionais para acompanhar estes modelos de inovação tecnológica, no sentido de possibilitar uma interação dos dois conhecimentos: música e tecnologia.

Ultimamente, *software*s têm sido desenvolvidos com o objetivo de facilitar o aprendizado musical como ferramentas interdisciplinares. Porém, nota-se que, grande parte destas ferramentas passaram por uma reflexão pedagógica no sentido dos aspectos lúdicos e interativos em seu corpo metodológico. Essa problemática, ao que se refere a aprendizagem, conecta-se ao baixo estímulo em ambientes pedagógicos, neste caso, voltados à música. Isso porque a tecnologia, cada vez mais, vem ocupando espaços no dia a dia dos alunos, e de certa forma, distanciando-os do estudo dos seus instrumentos musicais.

Também é importante pontuar sobre o uso dessas ferramentas tecnológicas por parte dos docentes no ambiente escolar. Em que uma grande parte apresenta dificuldades de correlacionar as novas mídias ao ensino musical, por ainda estarem no processo de "migração digital", comparados às crianças que nascem já nestes ambientes de interação (HANING 2016, p.79). Isso compreende tanto o uso da ferramenta quanto o processo metodológico a ser utilizado em sala de aula em que o professor seja intermediador deste uso.

O presente trabalho realizou um Mapeamento Sistemático sobre o uso de Interação Humano-Computador (IHC) e Tecnologia da Informação (TI) com o objetivo de cooperar com o desenvolvimento de ensino musical. Através desta, aplicando-se um filtro sobre literatura produzida nos últimos 5 anos, foi possível compreender que, apesar de ainda existir limitações ao que é oferecido, as metodologias e *software*s utilizadas nas fontes estão se preocupando em melhorar as ferramentas atuais.

2.4.1 Direcionamento de pesquisa

Para Kitchenhan e Charters (2007, p.4-5) O Mapeamento Sistemático de Literatura (MSL) é um levantamento de pesquisas visando investigar e evidenciar uma área de estudo ou problemática. Ele é um estudo secundário com o propósito de identificar, analisar e apresentar um panorama geral de pesquisas primárias, dando a possibilidade de trabalhos futuros a partir dos resultados apresentados. Dessa forma, o presente trabalho será dividido em 4 etapas: 1) Descrição da problemática de estudo. 2) Levantamento dos trabalhos relevantes para pesquisa. 3) Análise dos materiais e estudos 4) Discussão e apresentação dos dados analisados.

O objetivo deste tipo de recurso de pesquisa é explorar e apresentar as metodologias e *software*s que estão sendo direcionados a educação musical dentro de um *"specific time frame"*. Baseado nisso pretendeu-se: 1) Apresentar as temáticas e metodologias dos trabalhos utilizados na pesquisa. 2) Analisar, dentro das concepções de ensino, os fatores pedagógicos das metodologias utilizadas. 3) Evidenciar os *software*s desenvolvidos e os utilizados como ferramenta de apoio à educação musical. 4) Classificar as ferramentas dentro das áreas ou subáreas da música em que foram utilizadas.

A busca restringiu-se a artigos de bases e repositórios internacionais que seguiam linhas pedagógicas e educacionais. Assim, através do direcionamento da pesquisa, pode-se

chegar aos trabalhos que seriam utilizados no mapeamento. Faz-se importante pontuar que este MSL servirá de ponto de referência para trabalhos futuros, inclusive a criação de um *software* para auxiliar na aprendizagem de um instrumento, tendo como fundamentos, metodologias para o ensino de música de forma interativa, lúdica e significativa.

As bases e repositórios utilizados para o MSL foram: *periódicos da CAPES (5), Sciencedirect (6), Springerlink*[30]*(1), ACM (4), SAGE (10), ERIC (6) e Proquest(2),* outras bases como a *Scopus* foram analisadas, mas não resultaram em um número necessário e relevante de publicações. A presente pesquisa considerou os trabalhos de janeiro de 2015 a janeiro de 2019, esta última, data atual de levantamento das publicações.

A *string* de busca utilizada nas bases e repositórios foi "*Music Education*" AND "*Software*" AND "*Technology*" AND "*Education*". Através da aplicação destas strings, as bases retornaram 509 artigos. Usando os critérios de inclusão e exclusão. 1) Ter acesso livre e gratuito da fonte. 2) Apresentar temáticas referentes à string de busca nos títulos e resumos. Chegou-se a 78 publicações.

Destas, utilizando uma nova filtragem sobre relevância sistemática (que compreendia direcionar os trabalhos a aproximação possível da pesquisa levando em consideração as palavras chaves que eram citadas apenas um ou duas vezes e de forma indireta) e pedagógica (que apresentava uma relação mais ativa com questões de ensino e aprendizagem musical, não apenas levando em consideração a criação de um protótipo e discussão de termos pedagógicos), foram utilizadas 34 na pesquisa do MSL.

2.4.2 Exposição e análise dos materiais utilizadas no MSL

Na seção (3.1) irá ocorrer uma exposição das pesquisas e metodologias utilizadas no ensino e aprendizagem musical. Na seção (3.2) apresentar os pensamentos e concepções dos autores com as breves discussões metodológicas. Na seção (4.1) evidenciar os *software*s e aplicações utilizados nas fontes. Na seção (4.2) panorama metodológico das ferramentas apresentadas. Na última seção (4.3) classificar as áreas e subáreas em que as ferramentas foram utilizadas.

[30] O artigo usado da SpringerLink não foi utilizado a partir da sua base principal, mas sim, através do repositório do periódico da Capes por conta da data recente da publicação.

2.4.2.1 Temáticas e metodologias dos trabalhos utilizados na pesquisa (2015-2019)

Neste tópico, apresentam-se as metodologias que foram utilizadas nos últimos 5 anos para o ensino musical. Das fontes, serão apresentadas as temáticas, de acordo com cada pesquisa ou estudo, seus respectivos autores e o ano. Os artigos estão ordenados de acordo com as leituras nas bases e repositórios, como demonstra a tabela a seguir.

Tabela 1 - Relação das temáticas e metodologias dos trabalhos utilizados na pesquisa (2015-2019).

Temática	*Autor(es)*	*Ano*
Software livre na educação: prática interdisciplinar na escola primária	*PÉREZ et al.*	*2017*
O crescente interesse pelo aprendizado assistido pelo viés on-line da música.	*SCHMIDT-JONES*	*2017*
O ensino colaborativo entre alunos através da tecnologia e do apoio docente no gerenciamento desta aprendizagem.	*CREMATA; POWELL*	*2017*
Pensamento didático sobre o despertar emocional para aprendizagem musical utilizando o modelo e estrutura didática Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK).	*MACRIDES; ANGELI,*	*2018*
Ensino musical através dos ambientes E-learning.	*RUOKONEN; RUISMÄKI*	*2016*
Utilização das ferramentas tecnológicas como ambiente E-learning de ensino musical.	*GARCÍA-GIL; ANDREU*	*2017*
Ensino musical utilizando o pensamento construtivista através de ferramentas de interação online.	*BITTER*	*2018*
Utilização de aplicativos em Ipad para estimular a imersão na aprendizagem musical através da criatividade "Icreate".	*ORDER*	*2015*
A aplicação do modelo Technological Methodological and Content Knowledge (TMCK) como metodologia sobreposta ao Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) sobre questões de pesquisas educacionais em música.	*BAUER*	*2016*

A utilização do método multilateral para o ensino-aprendizagem musical	*RAUTIAINEN*	*2017*
A utilização do pensamento computacional, Computational Thinking (CI), como elemento metodológico para a relação da educação musical no ambiente digital.	*BELL; BELL*	*2018*
O uso de Ipad para o ensino musical no modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK)	*REESE et al.*	*2016*

Fonte: O autor.

2.4.2.2 Análise das metodologias apresentadas

O pensamento interdisciplinar e o *software* livre são dois dos principais direcionamentos para utilização da tecnologia como ferramenta de apoio ao ensino musical. A partir delas, pode-se significar uma aprendizagem baseada na experiência prévia do aluno, e ser considerada uma abordagem didática de acordo com que ele apresenta junto a acessibilidade que lhe é possível (PÉREZ et al., 2017, p.6).

Para Rautiainen (2017, p.73-74) conduzir o ensino através da incorporação de outras áreas educacionais, permitindo um maior desenvolvimento na compreensão musical dos alunos. Ele pontua uma discussão macro sobre o ensino em que utiliza o método *Multilateral* para dinamizar a aprendizagem a partir de elementos corporais/criativos. Na interação em ambientes digitais, buscando o bem-estar do aluno e um maior entusiasmo e motivação no ensino.

Para Bell e Bell (2018, p.161-165), o pensamento computacional, ou *Computational Thinking*, combinado ao ambiente musical, é um elemento de contribuição para aprendizagem, partindo de situações pedagógicas específicas até condições metodológicas de interação no ambiente educacional. As duas áreas são linguagens similares, elas possibilitam uma consciência de notação simbólica na construção do conhecimento. Quando se utilizam em bases de notação, na música, partitura no uso timbres, alturas, texturas, e na computação linguagem de programação, codificação, ambas acabam sendo engajadas de forma direta no princípio da aprendizagem combinada, possibilitando serem aprendidas de forma conjunta (ibid., p.152-153).

Como conceito de aprendizagem através da indução cognitiva da emoção, Macrides e Angeli (2018, p.168-169) mencionam às suas discussões o processo metodológico *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPCK), que é a junção do conhecimento tecnológico, pedagógico ao que se refere a aprendizagem musical. Para as pesquisadoras a relação afetiva do aluno como principal ponto de análise conceitual para educação musical, esteja ela relacionada a composição, improvisação ou compreensão do conhecimento.

São enfatizados também, o cenário em que está o docente como mediador do conhecimento e suas dificuldades na utilização das ferramentas tecnológicas para o ensino musical. Toda essa relação didática se expressa no modelo TPCK, direcionando a problemática da ação pedagógica e sua eficiência em que o professor, através do conhecimento e da ferramenta que se utiliza, sendo um dos principais motivadores da aprendizagem (REESE et al., 2016, p.108-109). Bauer (2016, p.12) também pontua que o modelo *Technological Methodological and Content Knowledge (*TMCK) serve como discussão para problemáticas que podem complementar a proposta do TPCK, tornando questões de pesquisas o ponto de partida conceitual para atividades pedagógicas musicais.

Ainda como panorama metodológico, algumas pesquisas na música e tecnologia têm criado um vínculo muito forte ao pensamento construtivista (BITTER,2018, p.63-65). Entendendo que o conhecimento passado através das ferramentas tecnológicas precisa se conectar ao processo significativo do ensino e a elementos de interação social e cultural do indivíduo para construir uma condição educacional melhor para os alunos de música.

Ao que se refere ao ensino musical, as ferramentas tecnológicas ainda representam um uma pequena parte dos elementos educacionais utilizados nas salas de aula. Em alguns ambientes de aprendizagem, a utilização de tecnologias de compartilhamento de informação através de ambientes E-learning (GARCÍA-GIL; ANDREU, 2017, p.58; RUOKONEN; RUISMÄKI, 2016, p.111-112), ainda está em processo de integração no ensino.

Nota-se que, não somente os professores de música, como também os de modo geral, ainda apresentam dificuldades para utilizar tais tecnologias como fontes auxiliares. Assim, o estímulo didático dos docentes para, cada vez mais, se integrarem a essas ferramentas juntos aos discentes, pode tornar o ensino colaborativo entre alunos e professores, em que a interação *online* venha a fazer parte da construção pedagógica e musical de pesquisadores, professores e alunos, e alguns casos, refletidas no interesse de auto aprendizado musical (CREMATA; POWELL, 2017, p.304-311; SCHMIDT-JONES, 2017, p.621-623).

A criatividade é um dos principais fatores no processo de aprendizagem musical. A tecnologia tem sido uma das ferramentas colaborativas de mais utilização para realização dessas metodologias ao que se refere à música. Segundo Order (2015, p.11-12) a usabilidade de aplicações por modos criativos em *Ipods* pode proporcionar uma maior eficiência no processo de aprendizagem por possibilitar uma maior imersão nos elementos musicais através de como os usuários utilizam as ferramentas.

2.4.2.3 Softwares e aplicações utilizados em processos educacionais de música e tecnologia

Nesta tabela abaixo, (Tabela 2), apresentam-se os *software*s e aplicações que foram criados ou utilizados nos últimos 5 anos como ferramenta das pesquisas, os respectivos autores e ano.

Tabela 2 - Softwares e aplicações utilizados em processos educacionais de música e tecnologia.

Ferramenta/aplicação	*Autor(es)*	*Ano*
O uso de QR-Code em smartphones para leitura de partituras que facilitam o ensino do instrumento musical.	*PALAZÓN; GIRÁLDEZ*	*2018*
A utilização da Musical Interaction Relying On Reflexion (MIROR) com o software MIROR-Impro para aprendizagem de improvisação no piano.	*ROWE et al.*	*2015*
Ensino musical para crianças e jovens em ambientes hospitalares através da ferramenta Rock Hub.	*ISSAKA; HOPKINS*	*2017*
Utilização da ferramenta Interactive WhiteBoard (IWB) para o ensino de música.	*LEE; JEN*	*2015*
Desenvolvimento de um software no formato Learning Management Systems (LMS) com o Sirius Games (SG) para o ensino musical por análise gestual e captação de imagens.	*VOLIOTI et al.*	*2015*
A utilização da plataforma de acesso DREAM como repositório de ferramentas tecnológicas para a área de música.	*UPITIS et al.*	*2015*
A utilização do PLatform for the Integration of Handicapped children in Music Education (PLAIME),	*CANO; SANCHEZ-IBORRA*	*2015*

uma ferramenta TIC, para aprendizagem musical de crianças especiais.		
O uso do Software para android "Professor piano" em formato de Serious Games, como ferramenta de apoio à aprendizagem musical de pessoas com limitações direcionadas a concentração e foco.	*PAULINO et al.*	*2016*
Captação digital da música convertido em dados visuais para crianças com deficiência auditiva usando o som do violino como manipulação de flores robotizadas.	*KIM et al.*	*2015*
O uso do software online Vmus como ferramenta de apoio a performance instrumental, para facilitar a interação didática do aluno antes de usar ferramentas mais complexas.	*YANG*	*2017*
O uso de LEGO Music Notation como manipulação digital de ferramentas tecnológicas na compreensão de elementos de leitura musical.	*BARATÈ et al.*	*2017*
Utilizando a ferramenta iterativa Nearpod para o ensino de música	*DUNBAR*	*2016*
A utilização do sistema Eletronic Diagnostic Assessment (EDIA) para avaliação online da aprendizagem musical discente.	*ASZTALOS; CSAPÓ*	*2017*
A educação musical é compartilhada e acompanhada pela Computer-Assisted Instruction (CAI) para o ensino eficiente dos métodos musicais através da tecnologia.	*ARICI*	*2018*
Estímulo auditivo, sensorial e afetivo através de softwares de músicas em dispositivos móveis	*CHO et al.*	*2019*
A utilização de Software em Ipad para o ensino musical	*BURTON; PERSALL*	*2016*
Videoconferência como ferramenta de ensino e aprendizagem musical	*WEST; CLAUHS*	*2018*
O processo de musicalização através do Auralbook como ferramenta de motivação a aprendizagem musical utilizando dispositivos móveis	*CHEN*	*2015*
O software Smart Board em Notebook Smart como ferramenta auxiliar ao ensino de música	*NICHOLS*	*2015*

O uso da tecnologia Virtual Reality Learning Environments (VRLEs) como ferramenta de ensino e desenvolvimento musical.	*ORMAN et al.*	*2017*
Uso de laptops como ferramenta de atividade musical no nível superior de ensino	*CHENG*	2019

Fonte: O autor

2.4.3 Panorama metodológico das ferramentas apresentadas

A utilização visual também por gráficos dentro da música, é um dos fatores mais enfatizados nos trabalhos analisados. A metodologia *Musical Interaction Relying On Reflexion* (MIROR) ou em brasileiro, *Interação Musical Baseada no Reflexo (i.e., fator espelho),* possibilita a compreensão do tocar piano através da leitura de imagens usando o reflexo do usuário com os elementos musicais, a ferramenta utilizada, neste caso, é o *software* MIROR-Impro que apresenta um contexto de aprendizagem na relação intuitiva da ferramenta (ROWE et al. 2015, p.115).

Assim como o MIROR, a utilização de LEGO digital para aprendizagem de notação musical (BARATÈ et al. 2017, 1335-1336), transmite a assimilação de conteúdos através de programas visuais. Desta forma, compreende-se que, quando se utiliza a percepção visual, é possível ter um resultado mais eficaz na aprendizagem. O termo usado por Baratè et al (ibidem) é o Algomotricidade[31], que enfatiza a transferência ou transmissão de conceitos de informáticas em uma concepção própria de aprendizagem, somando a uma construção do conhecimento facilitador.

Outra discussão que se atrela ao contexto tecnológico é o ambiente virtual em que os docentes e discentes utilizam para compartilhar programas e atualidades musicais (UPITIS et al. 2015, p.552). A proposta do *Digital Resource Exchange About Music* (DREAM) é fazer esse compartilhamento de programas através de avaliações por professores, pesquisadores e alunos que se interessam por ferramentas digitais de comunicação e troca de informações.

O uso de ambientes de aprendizagem por Realidade Virtual (VR) também é uma das formas encontradas para intervir na prática musical. Através do *Virtual reality learning environments* (VRLEs) pode-se perceber que a compreensão e reação musical de alunos pode ser instantânea com a imersão visual. Para Orman et al. (2017, p.33) a ferramenta ajuda nas

[31] O neologismo Algomotricidade é uma combinação das palavras algoritmo e motor.

habilidades de conduzir, através de um campo da relação virtual, a prática no instrumento musical.

Ao se referir ao ambiente de ensino, a proposta de Lee e Jen (2015, p.451-452) traz a o *Interactive WhiteBoard* (IWB) para promover uma interação facilitada entre professores e alunos em um quadro de sala inteligente, possibilitando inúmeras ações, para significar o conteúdo exposto em aula. Para Nichols (2015, p.30-32) o uso do *software Smart Board* no IWB possibilita uma agilidade no processo de ensino musical, por ser uma ferramenta de fácil utilização, permitindo ao professor trabalhar elementos e atividades musicais de uma forma mais interativa no ambiente educacional.

O uso das TIC's tem se tornado um viés metodológico em que o ensino ou compartilhamento de informação, cada vez mais, está sendo utilizado nos ambientes escolares como ferramentas de interação e estímulo cognitivo. Dentro desta ótica, Cano e Sanchez-Iborra (2015, 273-274) têm utilizado o *Platform for the Integration of Handicapped children in Music Education (PLAIME)* como ferramenta de integração para crianças especiais, na insertiva de trabalhar as dinâmicas de interação das TIC como elemento de aprendizagem musical.

O trabalho de Kim et al. (2015, p.428-429) também enfatiza a preocupação do ensino musical para pessoas com deficiência auditiva. E, para os pesquisadores, a transformação sonora da música em algo visual é uma das formas que pode ultrapassar barreiras educacionais em que o som possibilite interação, ou pelo menos, a sensação do som através da visão. O uso de cores e movimentos e vibração, fazem parte das reflexões metodológicas dos autores. Inclusive em seu trabalho o uso de plantas robotizadas reagindo por som de violino, ou até mesmo risadas, é uma forma de possibilitar esta interação.

Entre as formas metodológicas utilizadas, é possível destacar o vínculo da tecnologia no direcionamento cognitivo da aprendizagem musical. A ferramenta *NearPod*, segundo Dunbar (2016, p.35-37), pode oferecer vantagens no aprendizado, porque oferece um ambiente interativo, extra sala, que pode auxiliar no compartilhamento de conteúdo entre professores e alunos e ter uma possibilidade de feedback maior no envolvimento didático.

Nessa ótica o trabalho de Asztalos e Csapó (2017, p.683) utiliza o sistema *Electronic Diagnostic Assessment (EDIA)*, que tem um formato de aprendizagem e avaliação dentro das possibilidades onlines de ferramentas multimídias, assistida por computador, com o intuito de

acompanhar a aprendizagem musical online. Este permite uma maior interação e análise pedagógica entre professor e aluno, melhorando assim as avaliações e diagnósticos.

Outra proposta similar é a de Arici (2018, p.77-78) com o *Computer-Assisted instruction* (CAI), que tem como direcionamento o ensino aprendizagem assistido por computador, sendo uma ferramenta que possa facilitar à compreensão e interação com conteúdo, sejam eles musicais ou de outras áreas.

Algumas ferramentas também podem ser usadas, não apenas no intuito da construção musical, mas também no estímulo social de quem interage com ela, como na perspectiva de Issaka e Hopkins (2017, p.145), em que é possível utilizar a educação musical para motivar crianças em ambiente hospitalares utilizando a ferramenta *Rock Hub*, tendo como objetivo fazer com que elas possam interagir entre si e com familiares.

Os estudos de Volioti et al. (2015, p.1545-1549), West e Clauhs (2018, p.50) trazem uma ampla discussão pedagógica, porque neles somam o processo de ensino musical através das tecnologias online, por videoconferência, sem deixar de lado o foco na ação do aluno. Ainda por Volioti et al. (Ibid., p.1549) propor o lado interativo da gamificação, *Serious Game* (SG). Focar na aprendizagem através da condição visual sem a intervenção prática, deixa o processo de ensino limitado, pois a música é uma ação prática. Quando envolve a condição interativa através do SG, isso torna o ensino mais relevante na aprendizagem.

O uso de ferramentas de editoração, gravação e mixagem são bastante utilizadas nos ambientes pedagógicos. No entanto, algumas ferramentas apresentam um certo tipo de complexibilidade no seu uso e nas suas descobertas empíricas ao que se relaciona com o contexto musicológico (YANG, 2017, p.1). Para Yang (ibid., p.4), a possibilidade de utilizar ferramentas mais simples acabam sendo um ponto de partida para o desenvolvimento dos alunos. Para isso, o pesquisador apresenta a ferramenta *Vmus*, que é tem objetivo manipular áudios em um grau de complexibilidade menor, servindo de ponto de imersão para ferramentas posteriores, caso aqueles alunos venham a despertar o interesse de conhecer mais a fundo conceitos e tarefas de manipulação de áudio de uma forma mais complexa, venha se aprofundar em outros *software*s.

O uso de laptops tem se tornado ponto de discussão para ambientes e práticas musicais. Para Cheng (2019, p.129), utilizar essas ferramentas possibilita uma aprendizagem não somente em música, mas também em tecnologia. Fato este que engloba músicos e

educadores musicais a emergir nessa prática em vários níveis de ensino, inclusive o superior, levando uma aproximação da nova era digital a sons e melodias digitais.

Outras questões discutidas foram os ambientes em que estas ferramentas estão sendo utilizadas para aprendizagem musical (CHO et al.,2019, p.138-139), que através dos dispositivos móveis em *smartphone* e *tablets*, fazem parte do cotidiano desses alunos. Estas ferramentas podem gerar estímulos auditivos, sensoriais e afetivos, isso possibilita ao ensino musical um pressuposto de satisfação por serem ferramentas do dia a dia desses discentes (BURTON; PERSALL, 2016, P.78). Todavia, fomentando o uso eficiente da ferramenta junto as aplicações/*softwares* que possibilitem metodologias de apoio aos conteúdos de música.

Na utilização de dispositivos móveis, usando *softwares,* Palazón e Giráldez (2018, p.448) discutem o objetivo de melhorar a concentração, foco de pessoas com limitações cognitivas. Entendendo que a ferramenta pode contribuir com o desenvolvimento do indivíduo que apresente condições de aprendizagem. Paulino et al. (2016, p.271-273) apresenta o uso do "Professor Piano" com intuito de trabalhar esta concentração e foco do usuário. A sua utilização possibilita assimilar os conteúdos pela facilidade e imersão visual que o *software* proporciona.

Outra ferramenta que apresenta sistemas educacionais de música em sua metodologia é o *Auralbook,* um *software* baseado no currículo da *Associated Board of Royal Schools of Music* (ABRSM). O *software* funciona como um banco de dados e exercícios auditivos que podem auxiliar no desenvolvimento musical do usuário tornando sua interação uma forma musicalizada de aprender. Segundo Chen (2015, p.257-258), levar o ensino musical para ambientes móveis utilizando o *Auralbook*, permite uma maior satisfação e eficácia na aprendizagem por permitir o aluno evoluir a partir do nível que já vem consigo.

2.4.3.1 Especificações das áreas e subáreas apresentadas nos trabalhos

Durante a análise dos *softwares* e aplicações, foi constatada a utilização de dois tipos de ferramentas. Primeiro, a Ferramenta Pedagógica de Execução (FPE)[32], construídas para executar situações dentro de uma problemática específica no aprendizado musical. Essas

[32]Softwares criados e elaborados como ferramenta didática para trabalhar o desenvolvimento e a compreensão de um determinado conteúdo, seja ele teórico ou prático. Exemplos, softwares para prática e estudo auditivo (Earmaster), instrumental e (Professor Piano, Urban Play).

ferramentas foram utilizadas por: (BARATÈ et al. 2017; VOLIOTI et al. 2015; CANO; SÁNCHEZ-IBORRA, 2015; KIM et al. 2015; YANG, 2017; ROWE et al. 2015).

A Ferramenta Pedagógica de Facilitação (FPF)[33], utilizadas para auxiliar a ação pedagógica, não são a principal fonte do conteúdo ou metodologia. Essas foram utilizadas por (PÉREZ et al., 2017; ASZTALOS; CSAPÓ, 2017; SCHMIDT-JONES, 2017; PALAZÓN; GIRÁLDEZ, 2018; UPITIS et al., 2015; LEE; JEN 2015; DUNBAR, 2016; ARICI, 2018; CHO et al., 2019; ISSAKA; HOPKINS, 2017; PAULINO et al, 2016; BURTON; PERSALL, 2016; WEST; CLAUHS, 2018; NICHOLS, 2015; ORMAN et al., 2017; CHENG, 2019).

Os critérios de divisão dos dois tipos de ferramentas, FPE e FPF, foram através da utilização dos *software*s apresentados. As ferramentas que apresentavam estímulos metodológicos integrados, que apresentavam roteiro, sistemática, desenvolvimento de conteúdo e ação pedagógica foram consideradas FPE. As que apresentavam intercâmbio de atividade, substituição, facilidade de para o acesso de dados foram consideradas FPF.

2.4.3.2 Áreas de ação metodológica dos softwares e aplicações

Entre as ferramentas utilizadas foram constatadas as áreas de ação metodológicas de cada uma delas. 1) Fins teóricos e práticos. Ferramentas direcionadas a aprendizagem e desenvolvimento técnico de compreensão musical. Foram eles:(PÉREZ et al., 2017; PALAZÓN; GIRÁLDEZ, 2018; ROWE et al. 2015; LEE; JEN 2015; VIOLIOTI et al., 2015; UPITIS et al., 2015; YANG, 2017; BARATÈ et al. 2017; DUNBAR, 2016; ASZTALOS; CSAPÓ, 2017; ARICI, 2018; CHO et al.,2019; BURTON; PERSALL, 2016; WEST; CLAUHS, 2018; NICHOLS, 2015; ORMAN et al., 2017; CHENG, 2019). 2) Fins de interação e acessibilidade. Ferramentas que tinham como propósito, não especificamente o desenvolvimento técnico musical, mas também sensorial, cognitivo, sensitivo, relações de interação social, dificuldades de concentração, envolvimento das músicas com portadores de deficiência. Foram eles: (ISSAKA; HOPKINS, 2017; CANO; SANCHEZ-IBORRA, 2015; PAULINO et. al, 2016; KIM et al., 2015).

[33]Tecnologias criadas e elaboradas para intermediar ou facilitar o acesso a conteúdo através de uma ferramenta. Exemplos, software como de compartilhamento de conteúdo e de interação online (Interactive WhiteBoard, ambientes online e E-learning).

3 CLASSES DE PROBLEMA

Como citado na introdução, sobre o processo metodológico vinculado ao *Design Science Research* (DSR), esse trabalho segue o modelo de aplicação de Peffers et al. (2007) em 6 etapas: identificação do problema; definição dos resultados esperados; projeto e desenvolvimento; demonstração avaliação e comunicação. Para isso, este trabalho se apoiará na estrutura de classes de problema do DSR.

No contexto da DSR, não há uma definição central e conceitual de classe de problemas. Porém, há fatores que o sintetizam em características que podem ser diferenciadas a partir de determinados modelos de pesquisa. O que inicialmente é importante entender é que a classe de problemas funciona “como a organização de um conjunto de problemas práticos ou teóricos que contenham artefatos úteis para a ação nas organizações" (DRESCH; LACERDA; JÚNIOR, 2015, p. 104).

3.1 REQUISITOS E DEFINIÇÃO DOS RESULTADOS ESPERADOS

Para estrutura das classes de problema dessa pesquisa, utilizou-se o modelo apresentado por Toscano (2019) na sua pesquisa de mestrado intitulada *Framework para auxiliar terapeutas no design de recursos audiovisuais para ensinar competências e habilidades a crianças autistas.* Nela, há dois tipos de vinculação de problemáticas nas classes de problema, utilizaremos estes na observação por: 1) ambiente externo onde se verificarão os dados da MSL e o outro na observação por 2) ambiente interno dos contextos históricos e estruturais de ensino de música vinculados às questões pedagógicas e conceituais.

3.1.1 Ambiente Externo

Como classificação dessas observações, retomou-se aos resultados compreendidos no capítulo anterior, seção 2.4 sobre o estado arte como requisitos de classes de problema do MSL. Desses resultados, classificou os dois pontos a serem levados em consideração para nortear a construção da problemática no ambiente externo.

1) Especificações das áreas e subáreas apresentadas nos trabalhos:
    a) Ferramenta Pedagógica de Execução;

b) Ferramenta Pedagógica de Facilitação;

2) Áreas de ação metodológica dos softwares e aplicações:
   a) Fins teóricos e práticos;
   b) Fins de interação e acessibilidade.

Em consonância com os pontos acima, classificou-se os requisitos do ambiente externo a serem considerados na construção do artefato ou protótipo. Esses foram:

1. Subaproveitamento pedagógico na construção das ferramentas na busca de fatores reais ao desenvolvimento musical;
2. Não direcionamento a qualificação de docentes na manipulação, criação e idealização de ferramentas para uso em ambiente educacional;
3. Limitação de ferramentas vinculadas ao interesse artístico ou performático da música;

Ao ponto 1, considera-se o não direcionamento para o desenvolvimento instrumental técnico em que haveria a possibilidade, com base nos avanços tecnológicos atuais, de sedimentar ações mais específicas ao ensino da performance. Ao ponto 2, pelo foco na ação e menos na qualificação docente quando o mesmo deveria ser exposto a manipulação, criação e idealização desses protótipos ao ambiente de ensino. Ao terceiro e último ponto, sobre a caracterização das ferramentas que há um direcionamento maior a atividades recreativas e menos incisiva aos aspectos interpretativos e técnicos musicais.

Isso ocorre porque há uma lacuna entre o problema a ser levado ao ambiente científico com a estratégia para desenvolver um artefato que atenda às necessidades reais ao interesse musical artístico. E nisso, é possível verificar essas problemáticas, discutidas no DSR, quando se percebe que parte dessas ações não efetivas ocorrem devido às metodológicas tradicionais que acabam causando uma limitação na resolução desses problemas.

Assim, com os requisitos apresentados, que se tratam das abordagens científicas em pesquisas a educação musical, delimita-se o processo de construção do artefato nessa pesquisa na busca de alinhar essas observações práticas e teóricas, ao ambiente científico artificial e real da ação apresentada.

3.1.2 Ambiente interno

Ao ambiente interno, foi feita uma roteirização que buscou analisar pontos pedagógicos, históricos e conceituais a serem considerados nessa pesquisa. Esse mecanismo de busca partiu de uma análise bibliográfica, sobretudo, aspectos evolutivos da música com relação à tecnologia e ensino. E, com o propósito de criar os requisitos internos da classe de problema, considerou-se alguns pontos, especificamente nas seções 2.1, 2.2 e 2.3 que foram analisados e serviram de base para o desenvolvimento do artefato, segundo o processo de *Design Science Research*.

A seção 2.1, voltado às inovações no desenvolvimento musical e conceituais dos últimos séculos, considerou-se como problemática:

1. O processo natural e evolutivo da pedagogia musical, dado o período e contexto voltados, especificamente, para prática musical;
2. A realização, ao longo do discurso musical, sobre a organização didática única e exclusiva para o interesse técnico musical;
3. A comunicação das abordagens apresentadas provenientes dos pesquisadores teóricos e práticos;
4. O acesso a bibliografias específicas a área de desenvolvimento musical;

Ao ponto 1, de forma prática, pensou-se unicamente nos requisitos técnicos na busca pelo aperfeiçoamento de discursos educacionais musicais. Ao ponto 2, a ênfase no compartilhamento de informação e a lacuna na construção conceitual dos sistemas de ensino aplicado. No ponto 3, a descentralização e a não homogeneidade na consciência performática no conceito e aplicação musical. Por último, no ponto 4, a dificuldade no acesso a bibliografias para construção técnica musical, levando em consideração o passar de informações tradicionais e oral, aplicado ao discurso e desenvolvimento musical.

A seção 2.2, voltado aos aspectos da aprendizagem na consolidação didático-musical, considerou-se como problemática:

1. O estímulo ao autoaprendizado baseando-se nas condições de ensino musical da performance;
2. Uma maior discussão sobre a existência de metas e produção científica voltadas para aprendizagem significativa;
3. A qualificação de conteúdos e inovação nas abordagens didáticas para o desenvolvimento musical assistido por áreas interdisciplinares como as tecnologias digitais;

Ao ponto 1, considerando o não acesso a profissionais qualificados de ensino musical alinhado ao não incentivo na construção de sistemas de ensino que estimulam a autoaprendizagem. Ao ponto 2, as construções bibliográficas práticas que buscam, de forma específica, sedimentar o processo técnico musical sem considerar ações de aprendizagem que possam auxiliar nesse processo. No último e terceiro ponto, sobre a necessidade de inovação no interesse técnico-musical utilizando fatores de ensino e tecnologia de forma interdisciplinar.

A seção 2.3, voltado aos aspectos evolutivos a música e tecnologia com ênfase no ensino, a exemplo da música eletrônica, considerou-se:

1. O desenvolvimento científico musical particular com uma mínima propagação de interesses e estímulos ao ambiente educacional baseado nas tecnologias;
2. A ação tardia e de baixo efeito como publicações no âmbito educacional musical e tecnológico;

Ao ponto 1, considerando o discurso apenas ao fazer musical, não especificamente limitadas ao interesse coletivo, porém como um estímulo reduzido a interdisciplinaridade de ferramentas tecnológicas como suporte à aprendizagem. Ao ponto 2, a necessidade que se tem de aprimorar as condições musicais práticas a ação científica como pesquisas, artigos, projeto de extensão e ação acadêmica.

É válido ressaltar que esses pontos considerados nas três seções acima do ambiente interno das classes de problema não representam, de forma geral e atual, as condições sobre as práticas científicas voltadas ao ensino musical. Isso é apenas uma observação no campo das

análises que foram sendo percebidas ao longo dessa pesquisa e que serviram de premissas para consolidar o processo e realização do artefato sobre um contexto histórico, conceitual e analítico ao ensino de música.

3.1.3 Estruturação das classes de problema

Assim, com os requisitos levantados na subseção acima, criou-se uma estrutura baseada no modelo de Toscano (2019) para apresentar os requisitos das classes de problema que irão nortear o desenvolvimento do artefato segundo o DSR. Nesse sentido, surgem os dois problemas que esse trabalho terá como caminho. Estes serão:

Problema 1:
O aproveitamento pedagógico, por parte dos pesquisadores e docentes, das ferramentas tecnológicas direcionadas ao desenvolvimento performático musical.

Problema 2:
O desenvolvimento de ferramentas voltadas para criação musical que estimulem o autoconhecimento a partir de fatores significativos da aprendizagem.

No primeiro problema, buscou-se dialogar sobre a criação do artefato e o contexto de desenvolvimento tecnológico no âmbito de ensino musical, alinhando-os aos processos de aprendizagem instrumental. A esse mecanismo, também se atrelou o incentivo à diversificação didática por parte dos profissionais de ensino na busca da imersão científica para contribuir no desenvolvimento musical.

No segundo problema, buscou-se alinhar os mecanismos de criação tecnológica a situações reais de desenvolvimento musical. E isso, a fim de equiparar as necessidades musicais como questões prática, interpretativa e linguísticas as condições pela autoaprendizagem musical.

3.2 PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO ARTEFATO (PROTÓTIPO)

Seguindo os processos abordados pelo *Design Science Research*, para o desenvolvimento do artefato, considerou-se o ciclo citado por Toscano (2019) em que “um

artefato para o DSR passa pelo (a) levantamento de artefatos existentes, isto é, artefatos que de algum modo solucionam as problemáticas do estudo; (b) Definição das bases teóricas que fundamentam a solução; (c) desenvolvimento do artefato; (d) avaliação do artefato" (TOSCANO, 2019, p.54).

Esse artefato, que se direciona a um protótipo em formato de *software*, nasce por meio da criação de um *patch* utilizando Pd e aplicações secundárias para sua utilização. Por nome de BoneAux, é construída a primeira versão do artefato compreendido pelo DSR.

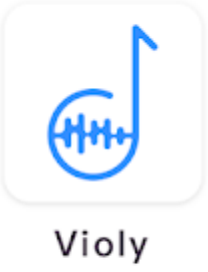
3.2.1 Software existentes

Ao que se conseguiu visualizar através do Mapeamento Sistemático de Literatura, na seção 2.4 do estado da arte, não foi possível ter um acesso real aos protótipos ou ideias citadas nas pesquisas. Isso porque parte dos modelos apresentados baseiam-se apenas em questões teóricas de pesquisa em que, a exemplo do DSR, poderiam consolidar aspectos e requisitos alinhados às ações tradicionais de pesquisas. Outro ponto a se considerar foi o difícil acesso às plataformas por não estarem disponíveis definitiva ou temporariamente em plataforma de *download.*

Tendo essa falta de acesso direto às aplicações dos estudos, considerou-se a utilização e amostra de artefatos disponíveis nas lojas de aplicativos, a exemplo do *Google Play Store*, que tivessem funcionalidades ou propostas similares às ações das classes de problemas citadas neste trabalho.

3.2.1.1 Violy Music

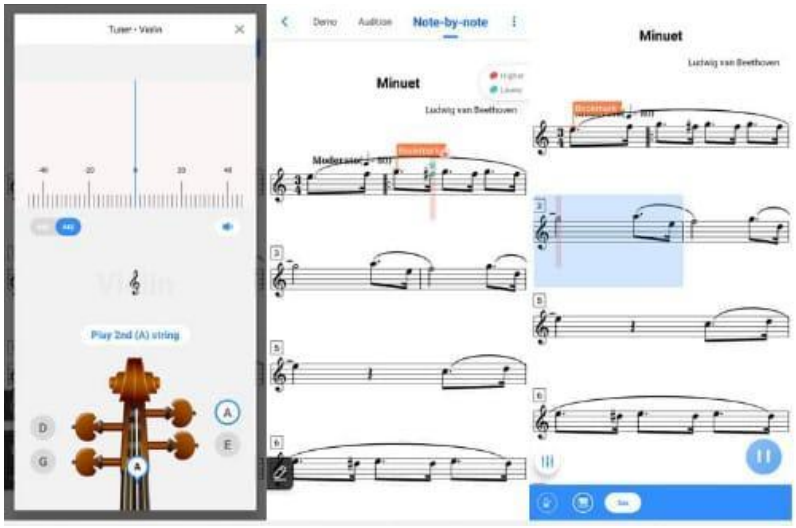
Figura 41 - Logo do aplicativo Violy Music.



Fonte: (VIOLY, 2021).

Desenvolvido em 2017, o Violy Music (Figura 42) é um produto da Shenzhen Mango Future Education Technology Co., Ltd, disponibilizado em IOS e Android. A plataforma permite ao usuário tocar com acompanhamento musical, fazer marcações de andamento, desabilitar e modificar o volume dos instrumentos existentes e determinados trechos musicais e tocar de determinadas regiões na partitura tendo o visual da notação na tela do dispositivo.

Figura 42 - Telas de execução do aplicativo Violy Music.



Fonte: (VIOLY, 2021).

No ambiente de acesso ao usuário, há uma biblioteca para álbuns de instrumentos como piano e voz, cordas friccionadas (violino, viola, cello), e instrumentos de metais (trompete, trompa em fá, flauta, clarinete e saxofone). Recentemente à crise sanitária global, foi integrado um ambiente para *classroom,* para interação em uma *live class* entre o docente e um aprendiz para auxiliar no desenvolvimento musical.

Na plataforma há um algoritmo de reconhecimento da afinação do instrumento, tanto no processo contínuo da leitura da partitura, quanto na fixação da afinação do instrumento antes do estudo. Além disso, a ferramenta dispõe de um ambiente específico para observação técnica e gráfica musical do aluno. No entanto, esse acesso é pago, não permitindo a utilização completa da aplicação.

Como visão geral do Violy Music, é uma ferramenta aplicável à utilização musical docente. No entanto, não proporciona a livre manipulação da mesma no quesito integração para editoração de partituras, estimulando a prática e uso de ferramentas que possibilitam ter o

acesso livre das funcionalidades e manutenção de bibliotecas. Isso, de certa forma, limita a utilização quando apenas dá uso para instrumentos específicos dentro da plataforma.

3.2.1.2 Tonestro - Learning Wind Instruments

Figura 43 - Logo do aplicativo Tonestro.

Fonte: (TONESTRO, 2021).

Dos pesquisadores Heinrich Huber, Christoph Huber, Christian Kapplmüller e Alexander Kogler, a aplicação austríaca Tonestro (Figura 44), lançada em 2018, foi desenvolvida pela *fun.music IT GmbH*. Este é um aplicativo direcionado ao desenvolvimento musical que utiliza funcionalidades específicas ao estudo de instrumentos de sopro (trombone, trompete, tuba, saxofone, clarinete).

Figura 44 - Telas de execução do aplicativo Tonestro.



Fonte: (TONESTRO, 2021).

De forma específica, o Tonestro tem como principal ação funcional, o reconhecimento sonoro (externo) do instrumento que se toca/estuda. Nele, aplicam-se algoritmos que identificam afinação e ritmo junto a um acompanhamento visual com *pitch* indicando as notas nas partituras a executar. Há uma biblioteca que disponibiliza o acesso a músicas a serem acompanhadas com a aplicação. A ferramenta também oferece um metrônomo integrado que possibilita, mesmo que de forma fixa, 3 níveis de tempos (e.g. mais lento, mais rápido e extremamente rápido). Porém, ele oferece acesso a diversas atividades inerentes ao melhoramento técnico de instrumentistas, como por exemplo, a prática de escalas, arpejos e peças (e.g., concertos, sonatas etc.).

Como visão geral do Tonestro, existem funcionalidades que podem auxiliar no desenvolvimento musical a partir desse reconhecimento sonoro. Porém, não há um guia ou exemplo de som que possibilite a ação do instrumentista na execução de estudos ou músicas. Apesar de ter um sistema intuitivo de execução com informativos, não há indicação ou instrução na atividade sonora. Isso, de certa forma, dificulta o processo de reconhecimento técnico tendo em vista a falta de instrução ao usuário. Por fim, a aplicação é limitada no sentido de material disponível, pois há uma versão pro que só é acessada quando adquirida a licença paga.

3.2.1.3 Pockestra

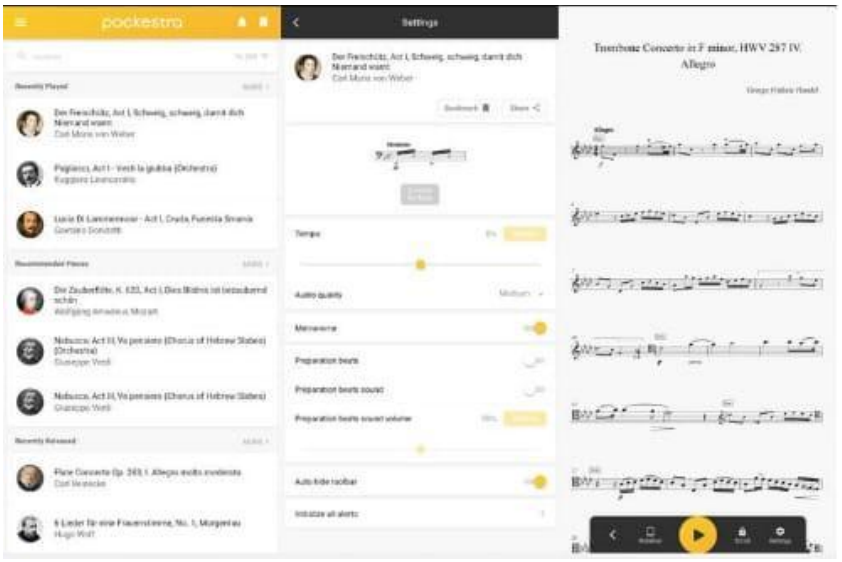
Figura 45 - Logo do aplicativo Pockestra.



Fonte: (TONESTRO, 2021).

Desenvolvido pela Sul Coreana Ui Young Kim, em 2017, o *software* Pockestra (Figura 46) é um produto da East Control em 2013, que tem como fundadora e CEO a própria Kim. Essa ferramenta, desenvolvida para o acompanhamento musical, tem como objetivo facilitar o acesso a níveis diversos de músicas direcionadas a vários instrumentos musicais.

Figura 46 - Telas de execução do aplicativo Pockestra.



Fonte: (POCKESTRA, 2021).

Na ferramenta há o suporte sonoro a execução musical, o Pockestra oferece a alteração no tom da música e o acompanhamento de pitch como metrônomo. A aplicação tem integrado uma biblioteca que é separada por instrumentos, compositores e níveis instrumentais. Além disso, é possível executar peças musicais a partir de determinados trechos por meio da manipulação visual na partitura.

O Pockestra está disponível nas plataformas para *download* Android e IOS, porém, o seu acesso é totalmente pago, tendo apenas alguns trechos das músicas *demo* para interação com a ferramenta. Em linhas gerais, a ferramenta demonstra ter ações significativas ao aprendizado musical, porém não há acesso às suas possibilidades tecnológicas de interação mais sistêmica entre docentes e usuários para um melhor aproveitamento técnico. Ademais, por ser versão paga, a aplicação deveria ter um acervo maior para instrumentos específicos, no entanto ainda não há essa disponibilidade para um acesso completo por partes dos instrumentos.

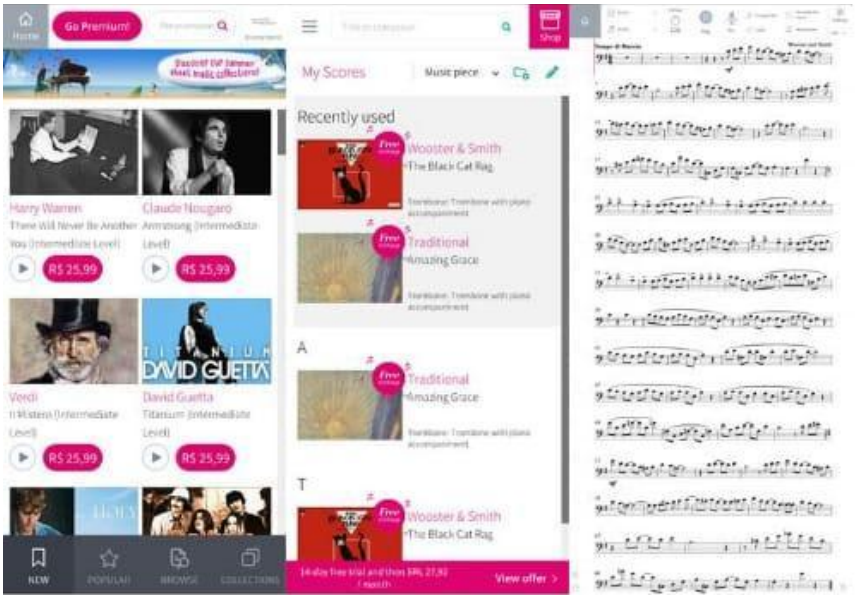
3.2.1.4 Tomplay

Figura 47 - Logo do aplicativo Tomplay.

Fonte: (TOMPLAY, 2021).

Desenvolvida pela *startup* Tombooks Sarl, o *software* Tomplay (Figura 48) foi criado em 2016. A *startup* que o representa tem uma série de investidores e já é consolidada no mercado com, inclusive, prêmios pelas produções direcionadas à música. A Tomplay é uma aplicação que contém funcionalidades voltadas para o acompanhamento musical. Disponível para vários dispositivos (*smartphone, tablet, desktop*) e plataformas (*Android* e IOS).

Figura 48 - Telas de execução do aplicativo Tomplay.



Fonte: (TOMPLAY, 2021).

O Tomplay é destinado para acompanhamentos de instrumentos de sopro, cordas e teclas. Das funcionalidades oferecidas, a partitura em rolo automático, para o acompanhamento da leitura dos instrumentistas; opções de andamento, voltados para assimilação dos níveis musicais; gravação da execução; personalização da partitura e impressão da mesma; reprodução de trechos musicais em loop; metrônomo e diapasão (afinador) integrado.

Apesar das funcionalidades existentes na aplicação serem em um número significativo, principalmente, pelo acervo para instrumentos diversos, ela apenas existe em uma versão paga que pode ser adquirida através da compra de músicas ou da aplicação na versão premium.

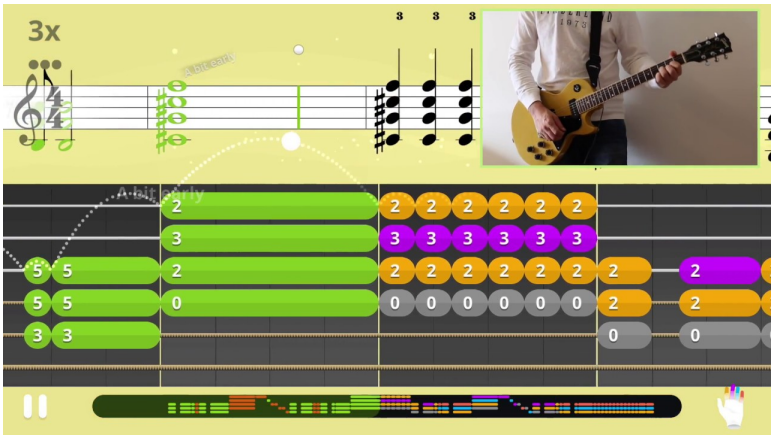
3.2.1.5 Yousician

Figura 49 - Logo do aplicativo Yousician.

Fonte: (YOUSICIAN, 2021).

O Yousician (Figura 50), lançado em 2015 pela Yousician Ltd, é um uma aplicação direcionada ao aperfeiçoamento musical. Essa ferramenta é oferecida para alguns instrumentos de cordas (violão, baixo, Ukulele), teclas (piano e teclado) e voz.

Figura 50 - Tela de execução do aplicativo Yousician.



Fonte: (YOUSICIAN, 2021).

Disponível para dispositivos móveis (tablet e smartphone) para Android e IOS, o Yousician oferece o acesso visual de músicas a partir de um guia com partitura e tablaturas

interativas que permitem ao usuário tocar o instrumento e, a partir de um reconhecimento sonoro, identificar a altura das notas executadas. Também é possível modificar o andamento das músicas, mesmo que estas já estejam pré-moldadas aos níveis iniciais, intermediários e avançados.

Essa aplicação oferece ao usuário um roteiro de ação com guias em formato de vídeo recomendando os exercícios a serem executados ao longo das atividades. Essa ferramenta, além de oferecer tutoriais específicos ao aprendizado musical, possibilita ao usuário escolher, através de músicas pré-estabelecidas, caminhos musicais diferentes como modelo erudito e popular. Esse *software*, apesar de oferecer o acesso a exercícios e atividades no contexto musical, ele também é uma aplicação paga. Assim, tendo uma limitação no acesso aos conteúdos existentes.

3.2.2 Semelhanças entre as aplicações

Para criar uma visualização geral das funcionalidades e limitações entre as aplicações apresentadas nas subseções acima, detalhou-se uma tabela com os elementos dessas ferramentas que as fizeram ser elencadas nesta pesquisa.

Além disso, na seção seguinte, após a apresentação de estudos científicos da ferramenta proposta, serão combinados ao panorama desta tabela com as propostas do artefato baseado no DSR. Será objeto de pesquisa também verificar, de forma inicial, os cumprimentos dos requisitos colocados nas classes de problema se terão o rigor e a relevância necessária para validar o artefato.

Tabela 3 - Aplicações similares ao objeto do artefato.

Nome da aplicação	Acesso em dispositivo móvel (IOS e Android)	Acesso total (gratuito) ao conteúdo da aplicação	Acesso interativo (visual) com funcionalidades específicas ao estudo musical	Possibilidade de edição a estrutura da aplicação (programação)	Incentivo a imersão no desenvolvimento tecnológico musical	Inserção de materiais próprios como arquivos de áudio, texto e informativos como ação propositiva ao autoaprendizado
Violy Music	X	X	X			
Tonestro	X		X			
Pockestra	X		X			

Tomplay	X		X			
Yousician	X		X			

Fonte: O autor.

Os pontos a serem considerados em relação às aplicações, são que todos eles se encontram disponíveis nas plataformas digitais móveis e há uma acessibilidade significativa pela disponibilidade em plataformas diferentes, como Android e IOS, além do acesso em PC/MAC. No entanto, não se tem percebido através das especificações das ferramentas a disponibilidade na plataforma Linux.

Em relação ao ponto de acesso livre as ferramentas, apenas uma, Violy Music, permite acesso completo à sua plataforma e conteúdo. Apesar do *classroom* ser licenciado, é possível acessar a plataforma e possibilitar o acompanhamento musical no desenvolvimento instrumental utilizando essa ferramenta. As outras apresentadas, apenas oferecem o uso parcial da aplicação ou total através da compra ou aquisição de licença *premium*. Isso, de certa forma, limita o acesso para usuários que não podem efetuar a compra de certas licenças para o aprendizado musical.

Ao acesso interativo com funcionalidades específicas, todas apresentaram inovações que possibilitam o acompanhamento musical na busca por um aperfeiçoamento técnico. Subfunções como metrônomo, afinadores, tela interativa, marcações e informações, porém, como já citado no parágrafo acima, a versão não paga serve apenas para demonstração do que é possível executar com as ferramentas citadas.

Ao que é proposto nessa pesquisa, que é o interesse sob a atividade coletiva e de autoaprendizado no âmbito tecnológico musical, nenhuma ferramenta apresentada possibilita essa ação. Isso torna um dos pilares que formam os requisitos das classes de problema desse trabalho, que é o estímulo pela própria ferramenta de propor o acesso a manutenção e desenvolvimento de funcionalidades que possam auxiliar no crescimento técnico-musical do aprendiz e do profissional em performance.

Assim, tendo essa visualização sobre essas ferramentas, buscou-se desenvolver um protótipo que pudesse cumprir tais pilares e resolver, de forma satisfatória, os requisitos apresentados nas classes de problema dessa pesquisa para corroborar no desenvolvimento do artefato proposto.

3.2.3 Base teórica

A partir das atividades nas disciplinas do Programa de Pós-Graduação em Comunicação, Computação e Artes (PPGCCA), e o manejo de ferramentas de programação direcionadas a arte, pode-se perceber no *software Pure Data* (Pd) uma possível utilização para o cumprimento do artefato proposto neste trabalho. E, por meio das experiências prévias com as ferramentas, compreendeu-se sobre as possibilidades e limitações que o Pd poderia proporcionar. A partir disso, iniciou-se uma maior imersão no *software* na busca de realizar as proposições desde as premissas desta pesquisa, que se iniciaram no período de graduação, até o presente momento na realização deste trabalho no mestrado.

Para que houvesse uma maior verificação sobre as disposições do Pd, iniciou-se um levantamento sobre trabalhos que apresentavam aspectos positivos de seu uso. Assim, foi proposto uma análise de literatura para identificar possíveis ações com a ferramenta para desenvolver o artefato desta pesquisa.

3.2.3.1 Critérios utilizados

Nessa análise, através de critérios de busca, a utilização de duas palavras-chaves *"Pure Data" e "Music learning" no Google Scholar,* de 2015 a 2019, retornaram para primeira avaliação das bases um total de 49 trabalhos. Usando os primeiros critérios de buscas e exclusão, em apenas artigos de periódicos, restando 23, com mais um critério de título, resumo e introdução, totalizaram 7[34] trabalhos que foram lidos e utilizados como base teórica.

3.2.3.1.1 Estudos e Pesquisas

Segundo o levantamento de Zhang et al. (2017, p.8), na China o mercado da Música Digital em 2011 representou 22% de toda a indústria financeira no âmbito musical. Ou seja, isso influenciou diretamente no uso de tecnologias na educação musical atual naquele país.

[34] Estes critérios reduziram o número de artigos lidos na íntegra pela relação com os termos usados. A plataforma, automaticamente, sonda os periódicos dos quais tem a relação com as palavras chaves, porém, nem todos que retornam apresentam relação temática com que se está em busca, assim, esses critérios servem de base para reduzir os artigos a um número menor. Além desse critério, é avaliada a relevância da ferramenta citada dentro do artigo, no caso, alguns artigos apresentam a palavra chave "Pure Data" apenas como exemplo de ferramentas utilizadas em pesquisas, não aprofundando no seu contexto e uso.

Assim, a interação da tecnologia no ensino médio deu suporte ao processo de educação musical, a exemplos de estruturação pedagógica com o uso de ritmos para aprimorar condições cognitivas dos alunos. E, segundo a pesquisa, a utilização de dados *MIDI* poderia facilitar essa aprendizagem permitindo a aproximação do ensino com a tecnologia (Ibid., p.6).

Na Espanha, a tecnologia serviu para amenizar a limitação do tempo de aula, que é em média de 45 minutos. Este suporte seria na utilização de arquivos *MusicXML e MIDI* na aprendizagem de flauta, possibilitando uma melhor afinação do instrumento (BRAVO, 2018, p.2-9). Na intenção de melhorar o ensino, o *Pd* pode ser utilizado para dar um *feedback* maior, utilizando o som através de conversor *MIDI* nas atividades discentes contemplando uma atenção mais individualizada (GERRY et al., 2019, p.5-6).

Para Ling (2016, p.1) a linguagem visual em programação/*software* é uma das ferramentas dentro da tecnologia que pode contribuir, significativamente, com o processo de compreensão musical do aluno. Em seus estudos, ele pontuou o uso do Pd para facilitar o aprendizado de percepção musical e a compreensão de sínteses sonoras. Isso porque o Pd permite esta assimilação visual.

Assim como Ling (2016), o estudo de Ludovico e Mangione (2015, p.455-456) apresenta a integração do *Pd* na aprendizagem musical como ferramenta de facilitação no desenvolvimento técnico instrumental. Segundo ele, é notável a diferença no ensino a partir da linguagem visual *GrIPD (Graphical Interface for Pure Data)* nas escolas primárias da Itália, isso porque o uso de códigos em bloco pode trabalhar tarefas específicas de audiovisual, reverberação e *Fast Fourier Transform* (FFT) e, até mesmo, decodificação de vídeo. O Pd ainda pode interagir com sensores e dispositivos de entrada e saída de *MIDI,* facilitando a manipulação de som.

Ainda como criação musical através da linguagem de programação, Pošćić e Kreković (2017, p.2) apresentam na sua pesquisa o *OpenMusic,* que oferece a possibilidade de linguagem visual, assim como o Pd, permitindo a criação e automação de música algorítmica e composição técnico musical. Também é citado o *Kyma*, que é um programa interativo de *design* de som por linguagem visual. Por último, o *NI Reaktor*, uma ferramenta paga que projeta sintetizadores de som, sequenciadores, *sampler*, efeitos de áudio e outras ferramentas de *design* sonoro.

Na Universidade de Paris, a música mista[35] É um campo precioso para experimentação, ensino, criação, pesquisa e desenvolvimento de *software* (SÈDES et al, 2017, p.3). Logo, as ferramentas que possibilitam este acesso ganham visibilidade e aprofundamento sob pesquisa. Assim, o *Musicoll*, um projeto em rede para redesenhar a prática e aprendizagem musical através de interação de usuários e criadores/manipuladores de áudio em tempo real - programa em multiplataforma baseado em C++, que interage com objetos orientados como o Pd. Este processo é feito através da interação de usuários em tempo real da plataforma, possibilitando acesso contínuo da criação de *patches* com sintetizadores. (Ibid., p.7-8).

A partir desses estudos, percebe-se que o uso de Pd possibilita a realização e criação de funcionalidades que podem atender os requisitos do artefato desse trabalho. Para isso, é importante identificar as limitações e possibilidades que a ferramenta tem e propor versões que possam atender essa demanda.

3.2.4 Escolha do Software

Diante do exposto, reafirmando o Pd como ferramenta escolhida para aplicação do projeto e desenvolvimento do protótipo, baseou-se nas predefinições e problemáticas dos requisitos possíveis a se cumprir a validação deste trabalho. Porres (2010, sp.) pode apresentar o *software* como instrumento de ação para consolidação do artefato proposto na busca de cumprir os requisitos estabelecidos nas classes de problema.

> Pure Data/Puredata (Dados Puros), ou simplesmente "Pd", é uma ferramenta de código aberto (open source) para programação em multimídia (áudio, vídeo, animação). Originalmente, o Pd era um ambiente dedicado apenas à Computação Musical, mas, por ser open source, um esforço comunitário de desenvolvedores mundo afora expandiu suas capacidades. Hoje, o Pd pode ser instalado em Windows, Linux, Mac OS, smartphones (como o Iphone), e até mesmo Ipods e outros portáteis. Por ser uma linguagem de programação visual, o Pd é baseado na idéia de caixas interconectadas. Em música, podemos relacionar esse conceito ao ambiente de um estúdio, com seus racks conectados por multicabos, ou ainda ao antigo sintetizador Moog, cujo conceito é o mesmo: conectar módulos que são geradores de som e/ou processadores de efeitos por "patch cables".O termo patch refere-se a uma conexão que não é fixa, ou seja, que pode ser temporária, removível, ou simplesmente modificada. No âmbito do Pd, o verbo "to patch", em inglês, remete ao ato de

[35] A música mista é um gênero musical, que foi estabelecido desde a segunda metade do séc. XX. Pode ser definida como a junção do meio acústico com o meio electrónico, mais concretamente: a combinação na performance de um ou mais instrumentos acústicos com sons criados, processados ou reproduzidos electronicamente (p.1) fonte: FERREIRA, J. L. C. M. **Música mista e sistemas de relações dinâmicas.** (2016). acesso em: 20 de maio de 2020.

> programar, enquanto que, como substantivo, um "patch" pode ser compreendido como um programa. No Brasil, há quem traduza o termo patch para fluxograma. O Pd é também uma linguagem de Data Flow (Fluxo de Dados), e é aqui que o termo fluxograma se torna mais próprio. Veremos no tutorial que programar em Pd é mais um trabalho de como controlar o fluxo de dados. Mais especificamente, a ordem das mensagens (PORRES, 2010, sp.).

Na escolha desta ferramenta, levou-se em consideração a sua capacidade de abstração e manipulação de dados relacionados à música e programação de forma conjunta.

Assim como outros processos de ação, o *Pure Data* funciona dentro de uma organização de algoritmos pré-definidos com *patches* executáveis de forma visual, facilitando para o programador executar tais funções. Essa funcionalidade se encaixa no que Tegarden (1995, p.241-243) compreende como *Object-Oriented*, pois ela simplifica algumas complexidades de programação que se encontra em processo de *software* pelo seu uso interativo e visual [ao contrário daqueles que só funcionam por linha de comando].

Cabe ressaltar que, após a criação do Pure Data, outro projeto foi desenvolvido a partir deste e foi nomeado como Pure Data *Extended*. Por sua vez, ao projeto inicial, a título de diferenciação, passou a ser denominado Pd Vanilla, o qual daqui para frente será mencionado pelo termo Pd como é mais conhecido entre seus usuários e comunidades que estudam o programa.

No caso do *Patch BoneAux*, onde a execução de dados *MIDI* e são condicionados a alterações ou flexões de andamentos, pode-se definir uma lógica de objetos que são capazes de executar essa dinâmica dentro do objetivo estabelecido. Lembrando que esse processo não seria ou apenas traria o contexto final da execução da ferramenta, mas também novas possibilidades à execução de tarefas interpretadas e condizentes com o exposto nas classes de problema do DSR.

3.2.4.1. Materiais

Foram utilizados, a partir de programas de editoração de partitura, arquivos criados para execução dos exercícios e peças *standard* de trombone com acompanhamento de piano. Usou-se o *Frescobaldi/Lilypond e Finale* para desenvolver arranjos e executá-los no formato *MIDI*. Esses arquivos foram estruturados em canais de áudio e, em seguida, colocados em repositórios para serem escolhidos no momento do estudo.

Tanto os exercícios quanto as peças, do repertório de trombone, foram transcritos em *MIDI* e anexadas mais uma linha de áudio com marcação de colcheia[36] nos tempos téticos dos compassos. Essa funcionalidade teve como objetivo fazer com que o metrônomo, através da junção com a grade dos exercícios ou peças, pudesse acompanhar os andamentos indicados em cada período ou trecho executado.

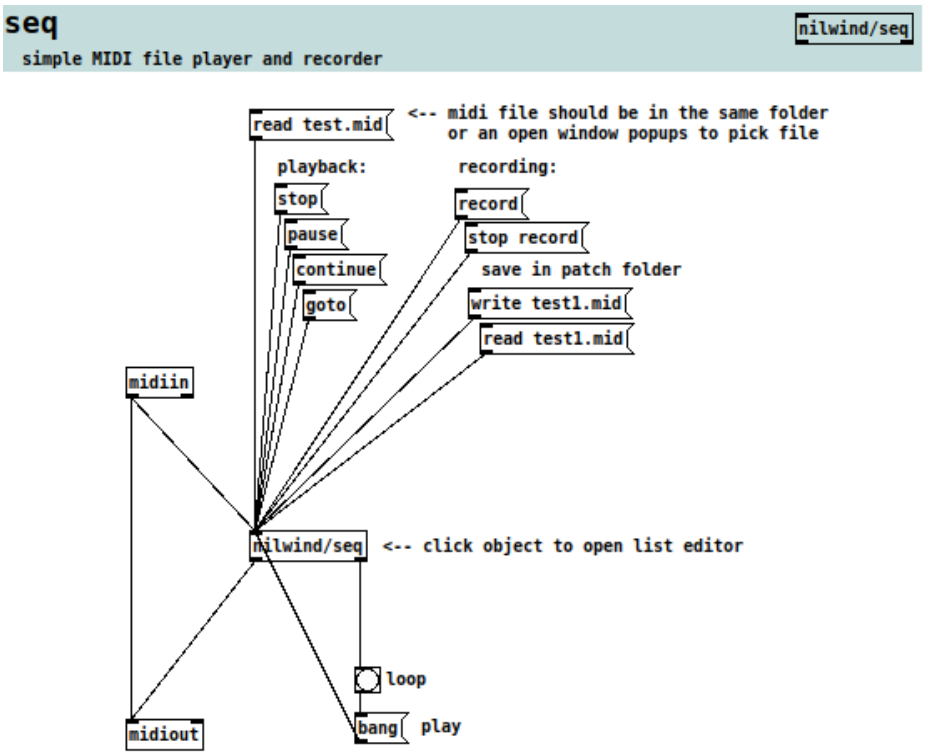
Para o acompanhamento e execução dos estudos, foram utilizadas partituras impressas de cada exercício ou peça. Os áudios foram direcionados aos dispositivos com saída de som (externo), para o usuário poder acompanhar o ritmo determinado e tocar junto a execução dos arquivos *MIDI*.

3.2.5 Estruturação do protótipo

O Pd traz consigo diversas bibliotecas que, por sua vez, contêm vários exemplos de *patches* executáveis. Todos, pela possibilidade de acesso livre nos fóruns existentes em sites e nos próprios tópicos de ajuda (ou "help") dos objetos no programa. Eles podem ser modificados ou complementados com outros objetos adicionais, chamados de *externals,* para novas funções e subfunções. Pensou-se então no aplicativo contendo uma interface gráfica executável a partir da junção de objetos existentes à uma camada da aplicação para que fosse possível o funcionamento do *Patch BoneAux*.

[36]Figura de som referente a ½ de uma unidade de tempo em um compasso simples.

Figura 51 - Patch para MIDI executável.



Fonte: (PURE DATA, 2021).

O primeiro *patch*[37], como mostra a figura acima (Figura 51), é a construção de objetos necessários para executar um arquivo *MIDI*, este *patch* foi encontrado na própria biblioteca do programa "Pd Vanilla". A partir deste exemplo foi possível resolver o problema de tratamento de dados MIDI, seja por entrada ou saída.

O objeto [nilwind/seq][38] é um cursor/leitor da informação *MIDI*, que gera ou reproduz a mesma sequência em que o arquivo foi criado. Neste exemplo, é possível observar que após a leitura do arquivo *test.mid*, o objeto [nilwind/seq] possibilita diversas ações como parar, pausar, continuar, ir para gravar e etc. Estas funcionalidades vêm solucionar o mecanismo de tratamento de dados *MIDI* que o *protótipo* necessita. Vale ressaltar que o *patch* interpreta o arquivo *MIDI* em padrão musical do qual foi construído como alturas de som definidos,

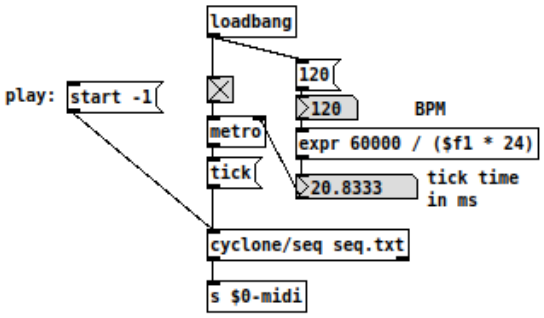
[37] A versão utilizada do software Pure Data é a 0.50-2.

[38] Continuação do "cyclone/ seq" tem um nome de um arquivo de teste "midi.seq", isto é referente a possibilidade de carregar o próprio arquivo MIDI dentro do objeto "cyclone", no entanto essa função não dá independência a o uso do "read" que tem a possibilidade de escolher o arquivo de acordo com a abertura da biblioteca ou repositório.

ritmos, intensidade e velocidade. Na leitura do arquivo, esta ação é conhecida por *Program Change*[39].

A saída do [nilwind], contém o objeto [midiout] que é a saída da qual os dados *MIDI's* são direcionados e, do lado direito da saída [outlet] direita, o objeto [bang], acionado o *play* a executar novamente, em forma de *loop*. Neste momento, a reprodução sonora do arquivo necessita de um sintetizador externo.

Figura 52 - Patch de alteração de tempo na leitura do arquivo MIDI.



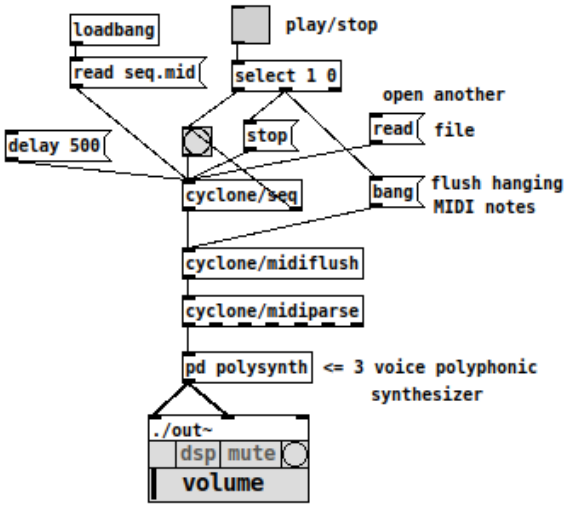
Fonte: (PURE DATA, 2021).

Na figura 52, há outro *patch* que, por sua vez, soluciona o problema de controle do *BPM* que se deseja aplicar sobre a execução do arquivo *MIDI*. Desta, feita o objeto em destaque, é que traz a alteração do tempo é o [metro] que passa a ser submetido a uma informação adicional de funções numéricas. Isso porque o valor de execução no objeto [metro] é dependente de uma expressão matemática [6000/ ($f1*24)] que traduzida para o objeto [expr] como apresentado na figura 9, dá o valor executado em um *message* 120, é resultado da expressão com o valor de 20.8333 em (ms) entrando de forma aditiva ao [metro]. Segundo, passando pelo objeto [tick], que dá a relação do batimento com a execução do *MIDI* no [cyclone][40].

[39] Evento de mudança de som, tom, timbre, altura e intensidade de um canal MIDI em um programa. fonte: PIETER, P. Arduino MIDI. Github. 2017. disponível em: https://tttapa.github.io/PDF/Arduino-MIDI.pdf acesso em: 21 maio 2020.

[40] O objeto [cyclone/seq] foi o primeiro objeto utilizado na pesquisa, no entanto, apesar de ser um objeto mais atualizado, tem limitações em relação ao direcionamento de objetos junto a ele. Por isso, passou-se a utilizar o objeto [nilwind], que mesmo sendo uma versão anterior do cyclone, contém mais possibilidades de execução.

Figura 53 - - Execução de um Patch com saída de áudio interna.



Fonte: (PURE DATA, 2021).

Outros objetos foram utilizados para construção do patch de requisitos do *Patch BoneAux*, estão presentes na figura 53. O [read] que quando acionado, direciona a abertura de um local do *MIDI* que será utilizado, a partir da sua escolha e por sua vez, direciona o arquivo para o [cyclone/seq] usado inicialmente, mas que depois foi substituído pelo [nilwind/seq], pois este último, segundos testes, fornece um maior controle sobre os dados *MIDI*. O [loadbang] também foi utilizado pois ele, ao abrir o programa Pd, já o direciona ao local ou repositório dos *MIDI*.

Após, o [cyclone/midiparse], substituído em seguida pelo [nilwind/midiparse] que é um identificador de dados *MIDI* e que pode alterar ordens das informações direcionadas a ele, ou então, fazer a leitura dos números que passam por esse objeto através do *velocity, pitch bend*, controlador.

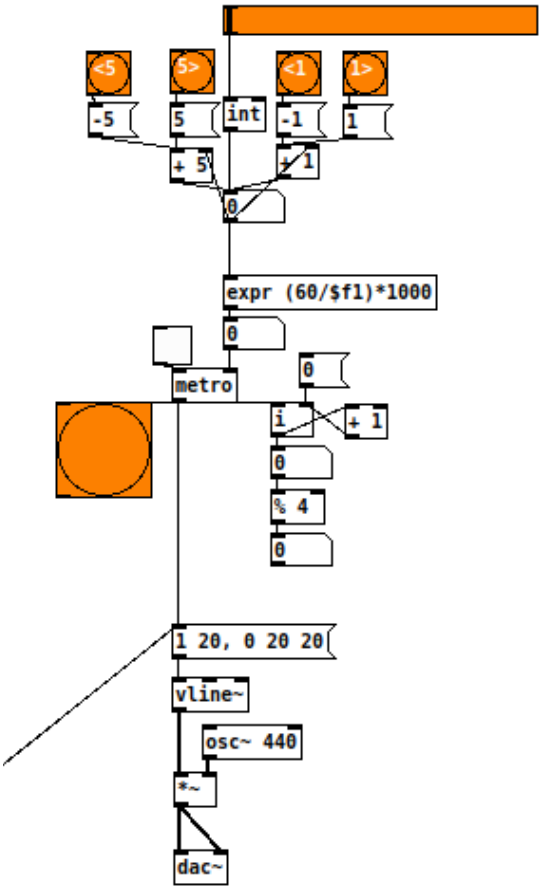
Os dois últimos utilizados, (Figura 53), são os objetos [pd polysynth] e o [else/out~], este último da biblioteca externals "ELSE". O [pd polysynth] funciona como um subpatch, pois ele carrega sinais de sintetizadores integrados, tendo o seu próprio repositório de conversor de informação *MIDI* em som. O último, [else/out~] ou [./out~], é a saída [dac] do próprio Pd, em que a sua reprodução independe de um sintetizador externo, logo o som pode ser reproduzido através do seu próprio objeto direcionado ao *QjackCtl* ou pela porta *ALSA*[41],

[41] ALSA significa Advanced Linux Sound Architecture. É um conjunto de drivers de hardware, bibliotecas e utilitários que fornecem funcionalidade de áudio e MIDI para o sistema operacional Linux. fonte: https://alsa.opensrc.org/ALSA acesso em: 19 de out. de 2019.

que está conectado diretamente à saída de som do dispositivo. Para isso é importante direcionar a saída do som do *MIDI*. O [ELSE/out~] também é convertido dentro do Pd como volume, *mute* e *DSP*.

A partir dos objetos utilizados, chegou-se à necessidade de funções de objetos que pudessem alterar os andamentos de forma facilitada. Para dar continuidade a construção do patch, foi construído um metrônomo como base inicial para o modelo na junção dos objetos de tempo com o andamento do *MIDI*.

Figura 54 - Patch Metrônomo.



Fonte: O autor.

O objeto [hslider], (Figura 54) no formato horizontal, foi utilizado como manipulador do valor dentro do BPM, o deslocamento para direita, aumenta o andamento do BPM, o retorno dele para esquerda, diminui o andamento. Em seguida foi aplicado um objeto [int],

que dimensiona o valor a um número inteiro, sem frações ou decimais. Os números 1 (um) e 5 (cinco) em objeto “message” de adição e subtração, aos acionados, aumenta ou diminui o valor também do *BPM*. Para que fossem somados aos valores anteriores como os novos, a saída do objeto “number” retorna para o “message” de cada número, criando uma função lógica de X = X + Y, ou seja, se o primeiro valor enviado fosse 5, e em seguida fosse enviado mais um valor de 5, ele somaria o seu novo valor como o valor anterior, tornando-se 10, usando a mesma lógica para subtraí-lo.

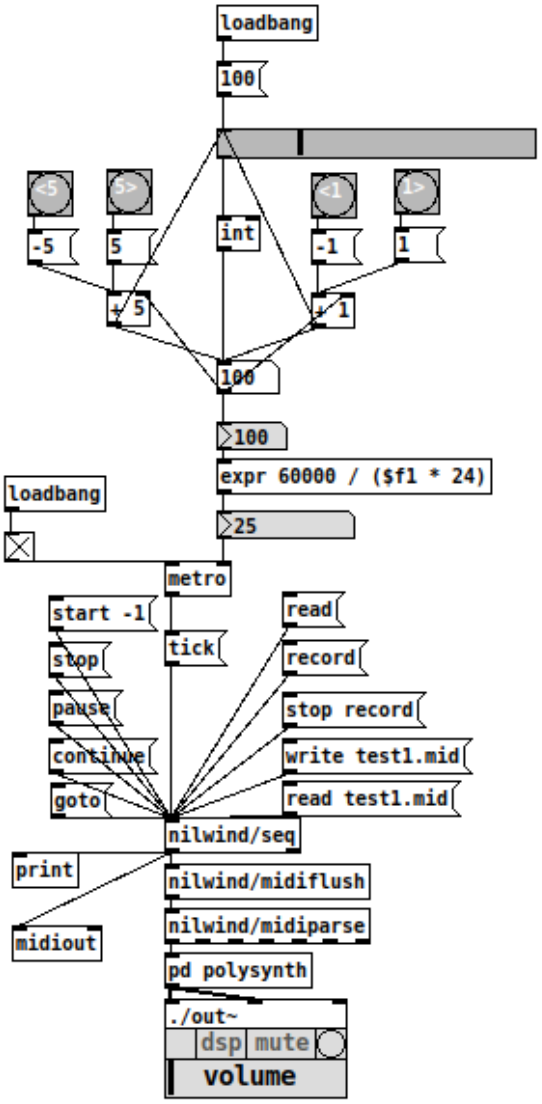
Na saída do [metro], pelo outlet do lado esquerdo, um [bang] em que é acionado o click de cada andamento. No lado direito do [metro], uma entrada de [int] para uma divisão por 4, como exemplo de um compasso quaternário.

Na saída do [metro] para um “message” de combinação numeral [1 20, 0 20 20], é inserido informação de som para cada dado enviado. Em seguida, para um [vline~] que é um objeto que gerencia e envia sinal[42] hertz, fazendo passar por um multiplicador de sinal [*~]. Com entrada no *inlet* direito do [*~], dar-se uma condição de valor fixo de hertz (440=Lá³, de um objeto oscilador [osc~] (*Open Sound Control*), em seguida, em um *Digital-to-Analog Converter* [dac] convertendo os dados digitais em analógicos.

Com a combinação de todos os patches estudados e desenvolvidos, chegamos à proposta da fig.12, a qual agrega todas as principais funções que serão integradas ao *patch*.

[42] Todos os objetos que têm o complemento “~” acompanhado do nome, geram ou repassam sinal de hertz. É possível observar nas próprias linhas de saídas após o “~” que todas estão mais largas, ao contrário das que não tem o símbolo.

Figura 55 - Patch BoneAux.



Fonte: Próprio autor

Para execução do *MIDI* com a flexão do tempo (Figura 55), o objeto [start] precisa ser precedido do "-1" ficando [start -1], ele faz com que o [metro] seja reconhecido através do outro objeto [tick]. Em seguida, o [pause] e [continue] ambos parando e retomando a sequência do *MIDI*. Do lado direito, os objetos [record] e [stop record], para registrar/salvar um determinado trecho do *MIDI* no armazenamento. Em seguida, [write test1.mid] e [read test1.mid], para nomear e ler o arquivo que foi criado com o [record]

Algumas subfunções foram alteradas e complementadas para chegar ao resultado apresentado. Por exemplo, o [stop] com saída para o [bang] e depois para o

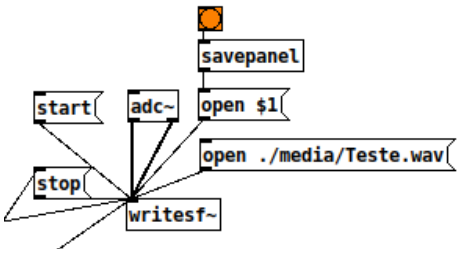
[nilwind/midiflush], para desligar a última informação de *MIDI* no arquivo de saída [dac~] seguindo pelo [nilwind/midiparse] distribuidor de átomos executáveis por pontos definidos no *MIDI* através de mensagens. Essa função pode captar as unidades de tempo do arquivo musical para que seja feita uma separação da informação em números para uma saída única, assim, podendo medir ou visualizar o *click* do *MIDI* que está em execução para combiná-lo a um metrônomo externo.

3.2.5.1 Atualização do protótipo

A partir de novas verificações e estudos sobre funções ao protótipo, com o intuito de complementar a ação da ferramenta considerando os requisitos das classes de problema, foi possível alinhar a execução do patch com a possibilidade de gravação do estudo ou música para facilitar no processo de autoanálise para o desenvolvimento técnico musical.

Para obter essa funcionalidade, foi inserido o objeto [writesf~] que direciona o registro de som em arquivo wav que possibilita uma reprodução sequente ao executado. Para isso, adicinou outro objeto vinculado ao [writesf~], o [adc~] que reconhece a entrada de áudio via input dentro do pd. Ligando o [start] e [stop] contínuos aos estabelecidos no patch de execução, para especificar a duração.

Figura 56 - Gerador de arquivo e gravação de áudio - Patch BoneAux.



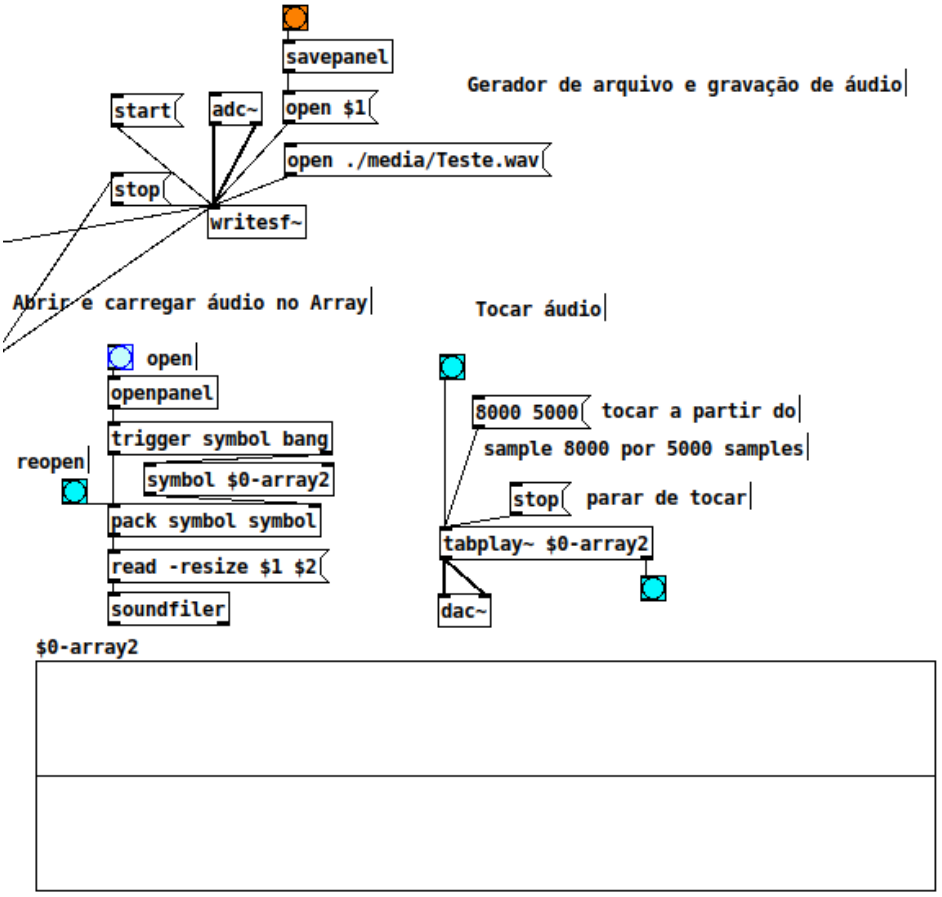
Fonte: (PORRES, 2010).

Além disso, condiciona o objeto [savepanel] com o [open $1] que registra o som via arquivo em uma biblioteca específica do pd. Ainda é possível deixar o áudio depositado no próprio pd em um message, a exemplo do [open ./media/test.wav] que pode ser substituído por outra nomenclatura indicando o arquivo a registrar o áudio.

Para a função de abrir o arquivo gravado e carregá-lo visualmente em um gráfico [array] que representa o som de *wav* em imagem, utilizou-se o objeto [openpanel], para indicar a biblioteca onde se encontrava o arquivo (Figura 56)[43]. Em seguida, o objeto [trigger symbol bang] para validar as informações em sequência do arquivo para [pack symbol symbol] que combina os dados a um message e para o [symbol $0-array2] que representa os dados de *wav* no gráfico.

Em seguida, com o objeto direcionado para o [read -resize $1 $2] que define os pontos visuais de execução e duração da *wav*. Por último, o [soundfiler] que lê e escreve as informações do wav no [array2]. Os [bang] como open, para indicar o arquivo a executar.

Figura 57 - Gerador de arquivo e gravação de áudio - Patch BoneAux.



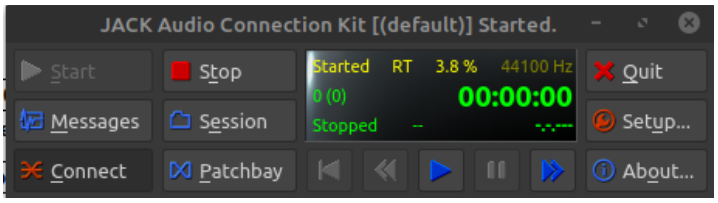
Fonte: (PORRES, 2010).

[43] Esses *patch*es foram retirados dos exemplos executáveis da biblioteca de Porres (2010).

Para a execução, como apresentado na figura acima (Figura 57), um [bang] para o [tabplay~ $0-array2], que envia a informação de start do arquivo. Também entrando como inlet, um message [8000 5000] com a definição, a exemplo do colocado no *patch*, para indicar especificamente o trecho ou fragmento da *wav* a reproduzir. O objeto [stop], para cessar a reprodução, e um [dac~] para enviar a reprodução de som para o sistema do dispositivo.

3.2.5.2 Dependências (hw/sw)

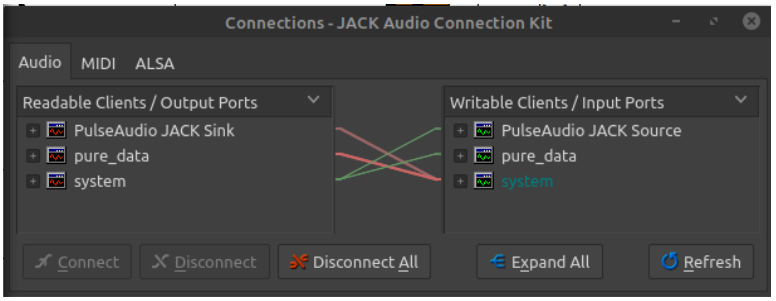
Figura 58 - Software Jack para o acabamento de saída e entrada de áudio.



Fonte: (QJACKCTL, 2021).

Pós sistema de execução do Pd, existem as dependências que são responsáveis pelo cabeamento e saída de áudio no dispositivo. Para esta ação, a operação do *software QjackCtl* (Figura 58) como roteador de entrada e saída entre o programa Pd, tornando possível a utilização do *software* no processo de dependências.

Figura 59 - Tela de conexões (áudio) do QJackCtl.

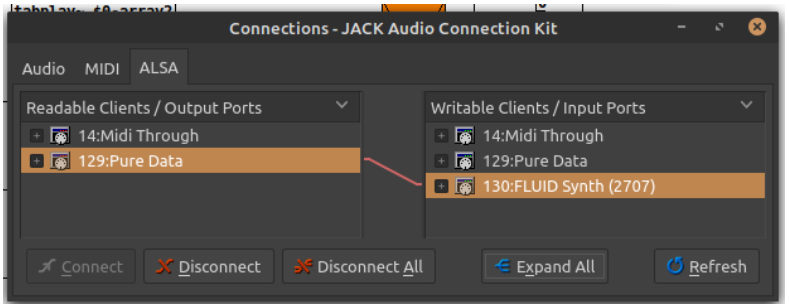


Fonte: (QJACKCTL, 2021).

Esta ação ocorreu no ambiente do *Linux Mint*, que é o sistema operacional usado na pesquisa. Como mostra a figura acima (Figura 15), ele faz o roteamento do Pd para o *Qsynth* como um canal de saída de áudio (ReWire). Para essa ação, devido a problemas que surgiram

à atualização no sistema e otimização para áudio, o arquivo pulse2jack.sh que efetivou algumas conexões necessárias para rodar o áudio do Pd em algumas ações do dispositivo. Ele conecta as entradas e saídas do Pd ao sistema de áudio do computador.

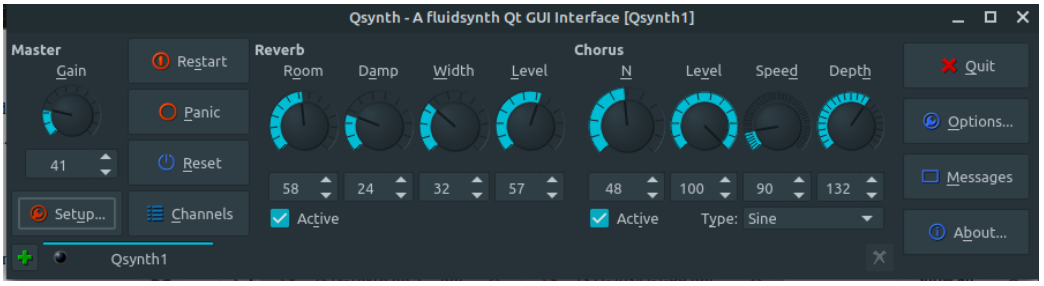
Figura 60 - Tela de conexões (ALSA) do QJackCtl.



Fonte: (QJACKCTL, 2021).

Para o sistema ALSA, que envia as informações MIDI para um sintetizador (Figura 60), conecta-se o Pd ao FLUID Synth (2707).

Figura 61 - Tela do sintetizador Qsynth, que compõem as Soundfonts de áudio.

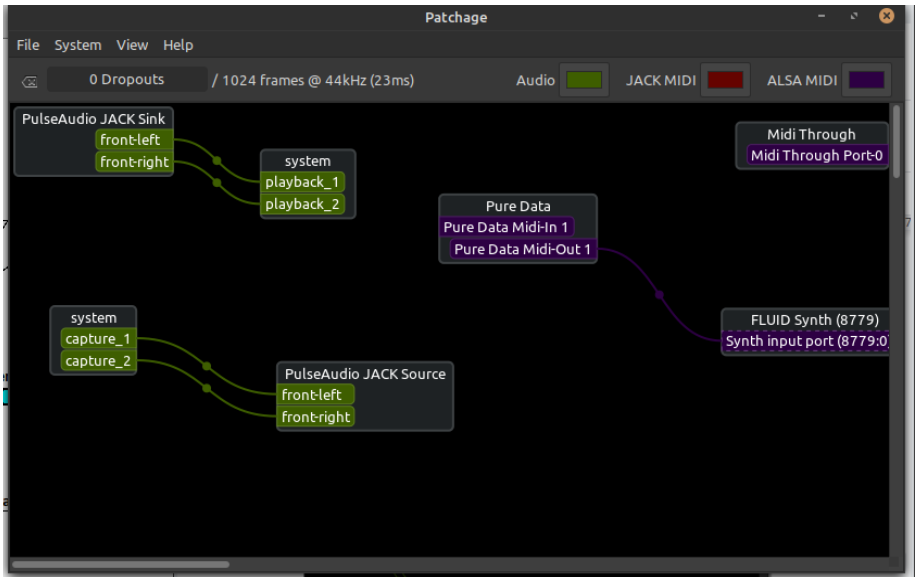


fonte: (QSYNTH, 2021).

Assim ele permite ler e reproduzir o *MIDI*, conectado à saída de som do dispositivo, para executar a ferramenta Qsynth (Figura 61) como conversor dos dados para áudio. No caso apresentado no momento, a saída de áudio do *desktop*.

Para se ter a visualização dos cabeamentos entre o Pd e as dependências (programas secundários), utilizou-se o programa *Patchage* (Figura 62). Ele permite visualizar e efetivar, através de blocos e cabeamento, as saídas do *QjackCtl* para que o som possa ser reproduzido no dispositivo PC.

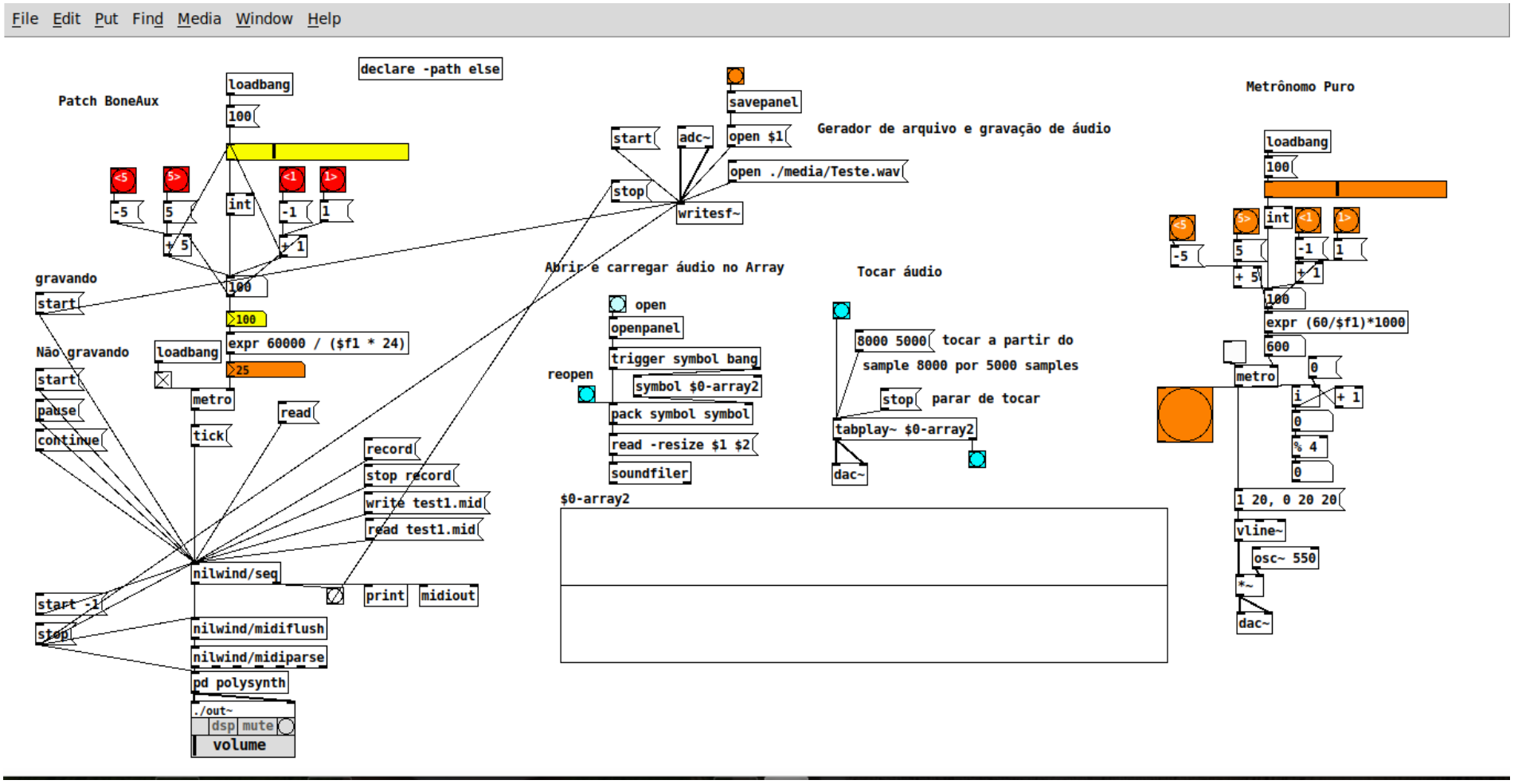
Figura 62 - Tela de visualização do programa Patchage.



Fonte: (PATCHAGE, 2021).

Na visualização geral do *patch* BoneAux, conseguiu-se fazer as conexões dos *patch*es e *subpatches* para a sua execução como pretendia. Abaixo, na figura 63, é possível fazer toda essa verificação. Além disso, é possível fazer um checklist de funcionamento dentro do que foi estabelecido nesta pesquisa no apêndice E.

Figura 63 - Visão geral do patch BoneAux[44]



Fonte: O autor.

[44] Esse patch encontra-se depositado na plataforma do GitHub e no Apêndice D deste trabalho. Disponível em: https://github.com/brenonovaes/Patch-BoneAux/

Vale ressaltar que o *patch* BoneAux ficou com uma camada de interação ao modo preliminar, na possibilidade de ser otimizado a camadas posteriores a sua visualização. Porém, para questões de estudos e efetividade do artefato, o *patch* até o final desse estudo permaneceu com essas características, podendo assim, em momentos futuros ser inserida novas funcionalidades a aplicação para uma maior utilização intuitiva do mesmo.

3.2.5.3 Considerações sobre o protótipo

Com essas primeiras funcionalidades executadas do protótipo, constatou-se que as dependências que se buscavam efetivar foram atendidas nos primeiros testes de execução. Isso porque foi possível executar os acompanhamentos de áudio, inicialmente escritos no formato MIDI, através de objetos dentro do próprio Pd. Logo, também se conseguiu, a partir de outros objetos existentes na ferramenta, manipular os andamentos com *program change, garantindo* todas atribuições e notações escritas nas músicas e exercícios utilizados para tocar junto com a execução musical por parte do usuário.

Além disso, através do Pd foi possível direcionar atividades *como play, stop, record* e buscas de arquivos a serem executados dando funcionalidade ao uso do *patch*. A exemplo de estudos específicos onde é possível acompanhar uma execução musical no momento de estudo, junto ao professor ou individualmente, foi possível constatar que o mesmo seria possível ser utilizado em apresentação ou concerto do usuário utilizando a ferramenta.

No aspecto de gravação dos exercícios, através de *patch* secundários, a possibilidade de gravar a execução do usuário, possibilitou obter o registro em arquivo do seu próprio estudo ou apresentação. Levando-se em consideração os aspectos gerais dos requisitos das classes de problema, em primeiras verificações, atendendo o estímulo à autoaprendizagem.

Levando-se em consideração a questão visual, como é possível verificar nos artefatos existentes que apresentam a própria partitura na tela do desktop, foi direcionada essa funcionalidade para propostas futuras, E isso ocorreu pelo tempo breve de desenvolvimento da pesquisa durante o mestrado.

No entanto, pensando na efetivação da ferramenta a curto prazo, e já com essas funcionalidade e requisitos parcialmente resolvidos, iniciou-se o processo de apresentação do artefato aos especialistas da área de música. E isso com o intuito imergi-los na interação com o *patch* BoneAux, tendo suas observações e análises ao uso da ferramenta, na busca de

compreender se a mesma, de acordo com os requisitos estabelecidos pelo DSR nas classes de problema, atendia o rigor e relevância que se buscou nesta pesquisa.

4 ESPECIALISTAS: INTERAÇÃO E VALIDAÇÃO

Como citado na seção de procedimentos metodológicos (1.3), esse capítulo apresenta o processo de imersão dos 16 especialistas na utilização do artefato criado, a partir da demonstração e interação, para avaliar o *patch* BoneAux. Vale ressaltar que, devido à crise sanitária global, ocasionada pelo vírus Sars-Cov 2, esse processo de apresentação da ferramenta e interação, precisou se limitar a uma ação via videoconferência no *Google Meet*. Assim, não sendo possível a sua interação direta com a ferramenta, tanto pela sua versão que se estende neste trabalho por conta das dependências como o dispositivo e os processos de instalação, quanto pela participação física/presencial nos testes do protótipo.

A partir da aplicação de um formulário (apêndice A), pretendeu-se coletar as informações necessárias para a validação do artefato. Esse mecanismo de levantamento de dados aplicou-se no final da intervenção com os especialistas, com 3 objetivos: 1) Identificar os perfis dos especialistas participantes, detalhado na seção 4.1, assim como verificar a interação dos especialistas com o uso de ferramenta tecnológicas; 2) Na seção 4.1, apresentar o conteúdo de aplicação da pesquisa através do workshop; 3) Coletar as análises dos especialistas sob a utilização e aplicação do artefato em questão para validar a ferramenta, apresentado na seção 4.3.

4.1 PERFIL DOS ESPECIALISTAS

Os especialistas que participaram da pesquisa tinham idades entre 21 e 50 anos. Desses, 1 tinha entre 21 a 25 anos, 3 tinham entre 26 e 30 anos, 5 tinham entre 31 a 35 anos, 2 tinham entre 36 a 40, 3 tinham entre 41 e 45 anos e 2 tinham entre 46 e 50. Em relação ao grau de instrução, 2 desses especialistas (12,5%) tinham apenas o ensino médio completo[45]; 5 tinham o ensino superior incompleto (31,3%); 3 tinham o ensino superior completo (18,8%);

[45] Importante considerar sobre esse ponto a situação dos especialistas em questão serem da área da performance (músicos) e não terem um grau de instrução acadêmico mínimo como os especialistas pedagógicos. Estes também são considerados especialistas devido ao grau de técnico musical que estes detêm, assim considerou-se utilizá-los na pesquisa.

5 tinham pós-graduação/especialização (32,3%); e apenas 1 tinha mestrado (6,3%). Desses citados, todos eram especialistas profissionais *Performer (*100%); e, de forma conjunta, 10 especialistas deste eram profissionais pedagógicos (62,5%). 2 desses citados profissionais performers tinham outras atribuições complementares na resposta, colocando a função empregatícia (primária) como atuação, a exemplo de serviço militar e auxiliar de serviços gerais.

Das instituições que esses profissionais representam, identificou a Universidade Federal do Piauí (UFPI), Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Conservatório Estadual de Pernambuco, Banda de Música 72 BI MTz, Bandas de música do estado de Sergipe e Corpo de Bombeiro do Estado do Maranhão (MA).

Ao tempo de atuação profissional performer (músicos), 4 tinham de 6 a 10 anos de atuação (28,6%); 5 tinham entre 11 e 15 anos de atuação (35,7%); e 5 tinham acima de 21 anos de atuação (35,7%). Aos profissionais de ensino (professores), 6 tinham 5 anos de atuação (50%); 3 tinham de 6 a 10 anos de atuação (25%); 2 tinham entre 11 e 15 anos de atuação (16,7%); e apenas 1 tinha entre 16 e 20 anos de atuação (8,3%). Dos níveis de atuação docente (profissionais de ensino), 2 tinham atuação no nível infantil (16,7%); 9 nos níveis fundamentais 1 e 2 (75%); 3 no nível médio (25%) e, por último, 2 no nível superior (16%,7).

Sobre os aspectos de produção artística ou científica, 2 desenvolvem atividade de pesquisa e extensão (12,5%); 6, atividade na atividade científica de publicação de artigos (37,5%); 1, atividades para mesas redondas (6,3%); 4, como encontros didáticos (25%); 3 promovem palestras (18,8%), 3 promovem Workshops (18,8%); além desses, 8 especialistas não desenvolviam nenhum tipo de atuação artística ou científica (50%).

Tratando-se das experiências com ferramentas tecnológicas, 3 especialistas disseram ter apenas de forma inicial (18,8%); 10 disseram ter conhecimento de nível intermediário as ferramentas (62,5%), e 3 especialistas disseram conhecer de forma avançada ferramentas tecnológicas (18,8%).

Aos dados relacionados à importância das tecnologias direcionadas ao aprimoramento técnico-musical, tanto de alunos como de profissionais, 14 especialistas disseram achar necessário (87,5%), e 2 consideram que talvez pudesse ser necessário o uso de tecnologias (12,5%). Em contexto a essa pergunta, na questão seguinte, gerou-se o porquê dessas considerações ao aprimoramento técnico-musical. Dessas, destacam-se:

> *por conta das facilidades de recursos que o profissional pode ter a mão dependendo da atividade que o mesmo vá executar* (Apêndice A, Q15 - E9);
>
> *vivemos em uma era de total advento tecnológico e comunicação entre as pessoas. A tecnologia aplicada com ferramentas de auxílio e amplo acesso, facilita na educação e aprendizado do estudante e/ou profissional* (Apêndice A, Q15 - E13).

Em relação às ferramentas que os especialistas utilizaram ao longo do dia, pode-se perceber 2 tipos delas. 1) as que tinham relação com à música e 2) as que tinham relação com as atividades básicas do cotidiano dos especialistas. À primeira questão: Editores de partitura (Finale e Encore); Afinador, Metrônomo e gravação (Reaper), playback; à segunda questão: Ferramentas Google (Google Meet), Mix Bus, Zoom, Computador, Smartphone, Cloud AWS, Tablet, Câmera, Smart TV.

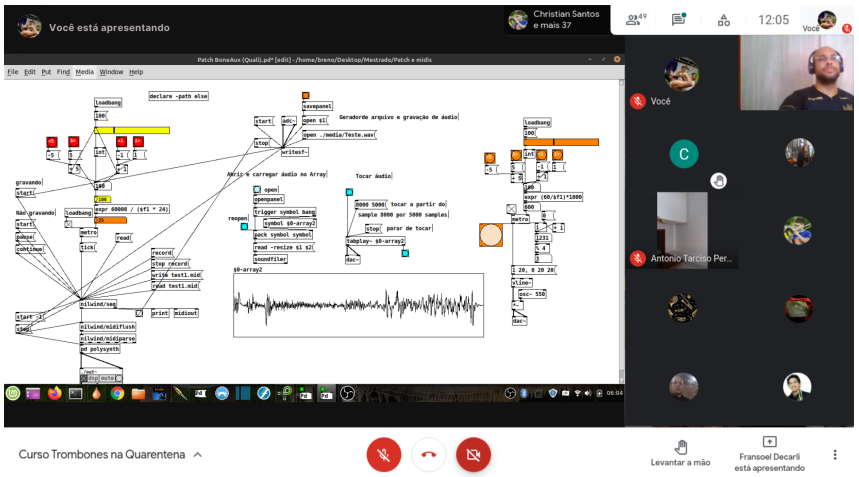
Na pergunta seguinte, de forma mais específica, tratando-se de *software*s voltados ao próprio estudo em ambiente de ensino, os nomes citados pelos especialistas foram: Chromer Music Lab, Ava, Encore, Finale, Aplicativos para percepção musical, ouvido perfeito, beats, musescore, te tuner, piano teacher, soundcorset, sibelius, reaper, garageband, audacity, viva Cut, Mastro.

4.2 ROTEIRO E AÇÃO DO WORKSHOP

Para essa fase de demonstração e validação, já com a efetividade e testes primários da ferramenta em simulações do artefato, como mostra o capítulo anterior, aplicou-se um workshop para profissionais especialistas de música/trombone e alunos[46] do projeto de extensão da Universidade Federal da Paraíba, por nome de Trombones na Quarentena (Figura 64).

[46] Para os critérios e análises das ferramentas, buscando-se o rigor e a relevância da validação do artefato, considerou-se apenas os resultados obtidos dos especialistas no processo de verificação de dados. Até mesmo na aplicação do formulário, apenas responderam esses especialistas citados no trabalho.

Figura 64 - Intervenção da pesquisa (workshop).



Fonte: o autor.

Especificamente na data de 26 de julho de 2021, às 11h, após o aquecimento diário com um mediador trombonista, cedido pela organização do projeto de extensão, iniciou-se uma breve explanação da pesquisa. Com o tempo estimado em 20 minutos, foi apresentado aos especialistas e alunos presentes, a proposta científica e o processo que a mesma decorria como os tópicos 1) como surgiu a pesquisa; 2) em que circunstâncias foi proposta a criação de uma ferramenta tecnológica; 3) quais foram os fatores científicos de literatura que possibilitaram essa pesquisa e 4) em qual estágio ela se encontra.

Em seguida, apresentou-se as ferramentas, em cerca de 30 minutos, que seriam utilizadas durante o processo de aplicação e execução do *patch.* Desse modo, explanou-se os programas *QJackCtl, Qsynth* e *Patchage* buscando propor a inserção dos participantes no conhecimento dessas ferramentas com os tópicos: 1) o que são essas ferramentas 2) o que podem executar; 3) quais funcionalidades elas possibilitam e por último, 4) como utilizá-las. Também se tinha o interesse de possibilitar um processo de compreensão sobre o uso dessas ferramentas para propor a manipulação posterior das mesmas, incentivando o uso das tecnologias no ambiente didático e de autoaprendizagem, como definido nos procedimentos metodológicos do DSR.

Após esse momento, introduziu-se, através de uma apresentação no formato de apostila interativa[47] (Apêndice B) sobre a ferramenta Pure Data (Pd), com as funcionalidades

[47] Apostila criada dentro do próprio ambiente Pure Data que possibilita manipular ferramentas, modificar objetos, combinar situações chaves, reproduzir som.

e ações que a mesma possibilita, para esse momento foi destinado 15 minutos. Esse momento do workshop foi importante porque foi apresentado situações específicas de utilização de ferramenta tecnológica no seu processo de construção e como ela pode permitir a criação e desenvolvimento de novas propostas de artefatos dentro de uma problemática real e específica a determinado usuário, seja para resolver problemas individuais ou coletivos.

Na quarta ação do workshop, com a duração de cerca de 30 minutos, e já com a breve apresentação do Pd e sua utilização, apresentou-se o *patch* BoneAux e toda sua estrutura dependente. Nesse momento, foi especificado 1) quais objetos foram utilizados; 2) de que forma eles interagiam entre si; 3) como era o processo de conexão com os outros *software*s; 4) Como era feita a manipulação do áudio executado para o acompanhamento e, por último, de forma prática, 5) apresentando trecho de exercício musical - *Exercício 3 - Slow Lip Slurs de Brad Edwards* e a música - *Romance for trombone and Piano de Axel Jorgensen* (Apêndice C) utilizando a ferramenta simulando dois momentos. O primeiro, 5.1) o processo de estudo de uma música com a manipulação da ferramenta otimizando o acompanhamento e o segundo, 5.2) simulando uma performance de palco utilizando a ferramenta na ausência de um correpetidor.

O quinto e último momento, que durou cerca de 15 minutos, foi direcionado para as dúvidas dos especialistas sobre o *patch*. Entre essas perguntas, tiveram questões sobre funcionalidades que o Pd poderia fazer, entendimentos mais aprofundados sobre a ferramentas, questões específicas sobre estrutura e desenvolvimento de *patches*. E, enquanto a interação era feita nesse tempo, ambos responderam as questões do formulário, cedendo suas contribuições para pesquisa.

4.3 CONSIDERAÇÕES DOS ESPECIALISTAS AO ARTEFATO

A princípio, é importante considerar uma das seções do formulário, sobre as experiências que esses especialistas tinham e tiveram com ferramentas tecnológicas. Isso porque, parte da validação desse artefato depende da imersão desses profissionais com tecnologias digitais e de como os mesmos reagiram a uma pesquisa com aspectos reais a problemáticas no âmbito educacional musical.

Além disso, também é preciso considerar o tempo de ação da pesquisa em que necessitava de uma maior imersão por parte dos especialistas quando os mesmos precisariam

manipular o próprio p*atch* BoneAux, aplicando testes individuais e coletivos. E que, apesar de haver limitações na intervenção da pesquisa, conseguiu-se obter resultados relevantes para o processo de validação desse estudo.

A *priori*, um dos dados importantíssimos a ser considerado foi o não conhecimento sobre Pure Data dos especialistas (100%). Além disso, nenhum dos especialistas havia manipulado a ferramenta nem testando-a de alguma forma para fins musicais ou didáticos. Mesmo com esse nível de conhecimento do Pd, percebeu-se que, através das análises dos dados que 14 especialistas (87,5%), entendiam que o Pd, poderia contribuir com o desenvolvimento performático e de aprendizado de ferramentas no âmbito musical. 12 desses profissionais (75%), responderam que não só utilizariam o Pure Data, como também teriam interesse em desenvolver *patches* na busca de aperfeiçoamento tecnológico para suas atividades individuais ou coletivas.

De forma específica ao *patch* BoneAux, 15 especialistas (93,8%) dos especialistas disseram perceber a possibilidade de aprimoramento instrumental utilizando o artefato criado nesta pesquisa. Esse dado mostra que, apesar de ser uma ferramenta nova, pode-se ter uma satisfatória aceitação no ambiente de estudo e performance musical.

Sobre as perguntas abertas (Apêndice A), dos pontos conexos apresentados ao aprimoramento da performance instrumental na utilização do *patch* BoneAux, significativamente alguns dos especialistas responderam que essa ferramenta:

> *Na ausência de caminhos que precisam de auxílio pessoal professor-aluno-professor, esta ferramenta trará certa autonomia nos estudos individuais. Tornando o desenvolvimento proveitoso mesmo de forma indireta (contato direto com um profissional de ensino)* (Apêndice A, Q24-E13).
>
> *[...] proporciona um ambiente musical mais próximo da prática e ambientes para apresentações* (Apêndice A, Q24-E3)
>
> *Por conta das ferramentas, e as maneiras de aplicá-las seja nas aulas seja nos estudos* (Apêndice A, Q24-E9)
>
> *Ele pode auxiliar muito no processo de estudos* (Apêndice A, Q24-E10)
>
> *Por ser amplo e ter a capacidade de se adaptar ao meu cotidiano.* (Apêndice A, Q24-E16)
>
> *Não sei como melhor explicar, mas nos dá um alicerce com referência (*Apêndice A, Q24-E15)

A essa questão do formulário não houveram respostas, dentro do contexto da pergunta, que levasse a ferramenta ou a sua proposta a uma reconsideração de processos estruturais. Exceto uma das colocações feita por um especialista em que considerou "não entender a palestra" (Q24 – E1). Como já citado nessa pesquisa, o tempo de utilização da ferramenta foi curto durante o workshop, assim é aceitável essa posição por parte do especialista em questão tendo em consideração a não manipulação presencial e física da ferramenta. Assim, essas considerações apresentadas, apenas colaboraram positivamente com a validação do artefato.

Uma questão apresentada no formulário teve, também, bastante relevância para a validação da ferramenta. Nessa pergunta, coloca-se em situação o uso do *patch* BoneAux para um possível atendimento pessoal de necessidades reais e atemporal de estudo ou prática performática. Das respostas, 6 especialistas (31%) disseram que o protótipo atenderia totalmente às suas necessidades musicais, ou seja, convalida os aspectos atribuídos nas classes de problemas definidos pelo DSR em que o artefato precisa estar interligado entre a teoria e prática para se ter o rigor e relevância necessária. As essas respostas, destaca-se uma em específico onde o especialista (Q25 – E5) considera a utilização do BoneAux por ele estar mais atuante, no momento, na questão performática da sua profissão.

Em seguida aos aspectos de proposta satisfatória, 9 especialistas (56,3%), disseram resolver as suas necessidades de forma parcial. E, apenas 1 especialista (6,3%) disse, sobre o protótipo, não atender às suas necessidades.

Outra questão considerável é sobre a utilização do *patch* BoneAux no dia a dia dos estudos dos especialistas. 11 deles (68,8%), disseram que sim, utilizariam o *patch* BoneAux diariamente; 1 especialista (6,3%), disse talvez utilizar no seu estudo diário, e 5 especialistas (26,3%), não utilizariam diariamente a ferramenta. Fazendo uma conexão dessas respostas com a questão anterior, entende-se que, pela a falta de convivência por parte de alguns especialistas ou propriedade na utilização dessas ferramentas, estes 5 especialistas acabariam não utilizando o *patch* BoneAux no seu dia a dia. Porém, isso não desconsiderava a satisfação da ferramenta uma vez que, maioria (68,8%), fariam uso da mesma diariamente.

Seguida dessa utilização, na questão sobre recomendação do *patch* BoneAux, 15 especialistas (93,8%) disseram que o recomendaria para alunos e/ou outros profissionais. Essa visão sobre o protótipo no sentido de recomendação, sustenta ainda mais a validação do mesmo, pois o torna utilizável e indispensável para fins musicais, pedagógicos e performáticos.

Atrelada a questão de recomendação, aos aspectos de inovação visto por 15 especialistas (93,8%), o *patch* BoneAux foi considerado uma ferramenta possível ao desenvolvimento musical e científico, tanto para ser utilizado para questões performáticas quanto para fontes de pesquisa no ambiente acadêmico. Essa validação sob as posições consideradas pelos especialistas, torna discutível a proposta de estudos futuros na busca de um melhor aproveitamento e desenvolvimento do *patch.*

De forma conclusiva, apesar da satisfação dos especialistas, considerou-se em outra pergunta no formulário, funcionalidades que pudessem agregar na satisfação do *patch* BoneAux. Entre os dados, exceto uma única respostas dentro do contexto, que foi a que considerava uma melhoria nos *"plugins de instrumentos, interface de tela mais funcional e intuitiva"* (Apêndice A, Q29, E13), tiveram-se 2 tipos de respostas, 1) que não haveria observação clara as melhorias a curto ou longo prazo do *patch* Boneaux pelo não acesso da ferramenta, por exemplo "*No momento não tenho como responder essa pergunta"* (Apêndice A, Q29, E6)*; "Só posso opinar depois de experimentar na prática e sentir qual necessidade"* (Apêndice A, Q29, E15)*;* 2) que, pela não possibilidade de interação mais imersiva com o *patch*, respondeu funcionalidades que foram apresentadas no workshop, por exemplo *"Estudo diário e estudo de peças"* (Apêndice A, Q29, E3); *"Os playbacks* (Apêndice A, Q29, E16)*"*.

De modo geral, a partir dos dados obtidos no formulário, entendeu-se que o *patch* BoneAux teve uma satisfação por parte dos especialistas e que suas posições afirmaram isso. E, observando na ótica no DSR, percebe que isso agrega ao protótipo questões de rigor e relevância necessária para a validação do mesmo, por cumprir com as especificidades colocadas nos requisitos das classes de problema.

5 ANÁLISES E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão vistos os processos em que sucederam a pesquisa assim como, de forma criteriosa, as análises e discussões sobre os impactos que o estudo trouxe para a área. Além disso, será considerado o último ponto dentro dos procedimentos metodológicos decorrente ao *Design Science Research* (DSR), sobre a criação do artefato e suas considerações relacionadas ao seu funcionamento, utilização e execução, demonstrando a validação do protótipo *patch* BoneAux.

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Inicialmente, ao contexto geral do estudo, é colocado as impressões ao longo da criação do trabalho por parte do pesquisador. Em que, a partir dos processos analisados como *stakeholder*, houve a necessidade de uma maior imersão nas questões tecnológicas que a ferramenta poderia trazer como pressuposto significativo às ações científicas aqui expostas.

Essa ação possibilitou uma compreensão por parte das primeiras impressões do trabalho, e que pode perceber ao artefato as funcionalidades que se buscavam na pesquisa, até mesmo aquelas levantadas durante a elaboração do TCC da graduação listadas no capítulo de conclusão como estudos futuros.

Entretanto, à validação geral do artefato sobre a satisfação da ferramenta por parte dos pesquisados, considerou-se as necessidades apresentadas pelos especialistas ao longo da explanação do protótipo que o mesmo poderia permitir uma breve resolução, como mostra na seção 5.3 deste trabalho, de problemáticas existentes no campo de atuação desses profissionais como ação propositiva a atividade do aprendiz, educador e profissional da performance.

Assim, percebe-se que, através dos dados gerados na pesquisa, grande parte dos profissionais especialistas em música, tanto no contexto didático quanto performático, têm dificuldade no conhecimento e utilização de ferramentas tecnológicas, principalmente, as direcionadas para o campo de atuação musical. Isso, de certa forma, deixa clara a importância de um artefato que facilite, como no caso o *patch* BoneAux, esse acesso e consiga fazê-los ter uma imersão mais assertiva na utilização desses programas.

No âmbito de aplicação do artefato aos problemas de pesquisa, tanto do pesquisador quanto dos especialistas pesquisados, entendeu-se que o protótipo pode auxiliar no processo de aprendizado musical levando em consideração alguns fatores como: 1) a falta de um profissional para acompanhar o processo musical; 2) a possibilidade de acompanhamento musical na prática performática 3) na orientação sobre o contexto linguístico da música a época, gênero, estilo e interpretação 4) no estímulo ao o uso de tecnologia no aprendizado musical; 5) e no acesso democrático a uma ferramenta gratuita e livre.

Assim, com as premissas apresentadas, será discorrido na próxima seção em detalhes o processo de pesquisa alinhado ao todo embasamento teórico e científico que foi apresentado

neste trabalho para fundamentar a validação do artefato desenvolvido com base no rigor e relevância do *patch* BoneAux na pesquisa.

5.2 DIÁLOGO ENTRE A FUNDAMENTAÇÃO E OS RESULTADOS OBTIDOS

Nesta seção, estabeleceu-se a relação dos resultados obtidos do trabalho com os conceitos apresentados na fundamentação analisada durante a pesquisa. Assim, para comentar e fazer uma referência às seções e subseções ao longo do estudo de forma conexa, dividiu-se em tópicos essas construções temáticas a serem analisadas e discutidas neste capítulo.

a) Ensino e performance musical

Ao que se refere às questões históricas sobre o processo pedagógico musical, sempre houveram dificuldades de esclarecer tais dinâmicas de ação para proporcionar um desenvolvimento musical satisfatório. E isso ocorreu pelo foco direcionado à condução musical a partir dos fatores técnicos de aprendizagem, ou somente, a orientação teórica sobre estudos que permeiam a música. Porém, pelo que se compreende e o que é relatado pelos autores na fundamentação é que esse processo tem demorado a tomar novas ações, principalmente, nas questões pedagógicas que se esperam nos tempos atuais sobre a performance.

A tecnologia, por exemplo, é uma ferramenta que pode proporcionar esse diálogo em inovação ao processo pedagógico, porém, como é observado pelos autores na fundamentação, ainda ocorre sobre ela uma rigidez no uso desses elementos para causar essa dinâmica no desenvolvimento musical. Vale considerar também, como é citado por Haning (2016), o tempo em que se precisa considerar uma imersão nessas ações pedagógicas musicais baseadas no contexto tecnológico. No entanto, torna-se importante considerar estudos nesse formato a serem levados ao ambiente acadêmico para que ele possa não ser apenas algo discutido, como também aplicado ativamente na construção musical, tanto do profissional quanto do aprendiz.

Uma forma de perceber essas questões, como cita o parágrafo acima, é entender que já está havendo essa ação no sentido de tornar a ciência tecnológica como ferramenta propulsora aos estudos musicais, porém sabe-se que esse processo não é imediato, é algo que precisa considerar o tempo e o processo de apropriação dos profissionais a essas ferramentas.

Inclusive, como mostra os resultados deste trabalho em relação aos especialistas pesquisados, a facilitação como tais ferramentas proporcionam essa imersão.

Já citando o DSR, é possível trazer, por exemplo, ao pesquisador que cria essas dependências e requisitos, que há a possibilidade de implementar essas ações ao que se pretende alcançar como proposta de desenvolvimento musical. Um exemplo explícito disso, é o relacionamento que se cria com o problema e a possível solução, que é o artefato construído de forma satisfatória na busca da necessidade artificial para o real.

Fazer essa relação como se coloca nas abordagens didáticas, como é o caso dos instrumentos de metais, pode suprir necessidades oriundas, preferencialmente, das especificidades de cada instrumento. Como produzir um comportamento linguístico da música de acordo com as experiências adquiridas ao longo de anos de estudos por esses profissionais.

Levando esse pensamento a utilização do *patch* BoneAux, faz-se perceber que a abordagem estabelecida pelo educador pode, inclusive, ter a sua própria característica e sequência didática. Sendo assim, isso mostra que o artefato criado nesta pesquisa tem uma relevância significativa para essa produção de conhecimento e desenvolvimento musical.

b) Aprendizagem: um discurso aplicável ao ensino musical

Tratando-se sobre os pilares da aprendizagem que representaram esse trabalho, um dos fatores a serem considerados, além das questões voltadas ao aprendizado assistido por um profissional, é a relação que a música tem, principalmente, possibilitada pelos tempos atuais, com o autoaprendizado.

Essa abordagem conceituada por Costa (2014), Mitra (2014), Sala et al (2018) e Gohn (2002) pode fundamentar, na individualidade, quando necessária ou possível, ao estudo musical em uma autocompreensão e autoanálise do desenvolvimento musical. Pensar e desenvolver uma ferramenta que possa possibilitar isso, principalmente nessa era digital, é poder democratizar a imersão do aprendiz ou estimular o profissional da performance a dar continuidade nos seus estudos a partir do não acesso a esses profissionais educadores.

Valendo ressaltar que, a proposta desse trabalho não descaracteriza o papel do profissional pedagógico. Ela apenas busca, de forma orgânica, possibilitar o acesso a esse formato de aprendizagem quando se tem a intenção de assim o fazer ou quando esse aprendiz ou *performer* não está no seu ambiente de estudo. Um exemplo disso, é o caso de um

instrumentista que não detém de um profissional ou grupo de acompanhamento a sua disposição, ou quando o mesmo vê a necessidade de continuar o seu estudo no ambiente extraescolar, assim a possibilidade de utilizar uma ferramenta tecnológica, como é o caso do *patch* BoneAux.

Para construir a relação necessária entre conteúdo e aprendiz ou profissional da performance, dentro dessa ótica dos pilares da aprendizagem, constatou-se a relevância do *patch* BoneAux, no sentido de assistir essas ações pedagógicas musicais, a uma abordagem significativa. Caso esse, caracterizado na figura conceitual do princípio da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003), que coloca, além da questão informativa, o interesse e relevância que causará no usuário através da ferramenta com um artefato satisfatório.

Essa situação, como foi buscada através dos requisitos do DSR, para criação do protótipo, pode proporcionar aos usuários, a exemplo dos especialistas analisados, que há ganho no processo técnico e linguístico musical quando se utiliza de uma ferramenta capaz de acompanhar esse desenvolvimento e que o mesmo pode contribuir no desenvolver de funcionalidades equiparadas às necessidades performáticas do seu dia a dia.

Essa compreensão, citando o processo da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), leva a proposta desse trabalho a um rigor e relevância satisfatórios do artefato gerado nesta pesquisa. E, considerar o Modelo TPACK (SHULMAN, 1986; MISHRA; MATTHEW, 2006), em que há a necessidade de caracterizar o processo de conteúdo e pedagogia como uma ferramenta facilitadora ao conhecimento, reforça essa ação.

c) Música eletrônica: fundamentos e ferramentas musicais

O que se pode considerar nas análises e discussões da seção dos fundamentos tecnológicos para esse momento da pesquisa é o que já foi citado no início deste capítulo como ação por *stakeholders.* Quando, a exemplo do autor, sempre houve uma aproximação pela temática pedagógica musical, inclusive ao longo da sua jornada acadêmica e que, apenas nas premissas da pesquisa, precisou emergir dentro do ambiente tecnológico musical para conseguir compreender as diversas ações possíveis a executar esse projeto.

Compreender sobre os fatores executáveis ao ambiente de ensino musical com base em uma interdisciplinaridade, trouxe à capacidade fundamental da pesquisa criando um vínculo necessário ao conceito de DSR. Entender sobre os processos que tomaram à música

com base na tecnologia; entender sobre os conceitos técnicos aplicados à música eletrônica; entender os fundamentos e ações decorrentes de pesquisa na área, e propor, através dessas experiências, um artefato capaz de levar essas funcionalidades ao desenvolvimento instrumental.

Outro ponto considerável na seção citada foi a busca pelos conceitos de funcionalidades que, previamente, seriam direcionadas a integrar os requisitos do artefato dentro das classes de problema. Desse modo, combinou-se as ações de acompanhamento musical pelo *playalong* (playback), junto às ações de tempo flexíveis a criação de um metrônomo. Essa combinação, preliminarmente, condicionou a execução do protótipo a ser utilizado no tempo conseguinte as primeiras ações do *patch* BoneAux.

5.3 DISCUSSÕES SOBRE O MSL

Nos resultados, foram encontradas relações do pensamento pedagógico com a Aprendizagem Significativa. O pensamento de Ausubel (2003, p.6), contextualiza a aquisição de novos conhecimentos baseados em experiências lógicas de aprendizagem e no significado delas, essa característica é um dos principais pontos em questão nas metodologias das bases do mapeamento.

O uso das tecnologias tem como objetivo auxiliar na realização de tarefas cotidianas, assim como em ambientes didáticos. No entanto, alguns desenvolvimentos de *software*s não têm se atentado à efetividade e importância das ferramentas no contexto pedagógico dos alunos, deixando aquém das necessidades educacionais que são apresentadas em sala. Essa discussão apresenta e torna o pensamento significativo de ensino em um dos pressupostos mais importantes no desenvolvimento da aprendizagem musical, inclusive, foi identificado em grande parte das fontes apresentadas.

Nas análises dos estudos, fomentou-se a utilização de ferramentas *Open Source* que, possam, de forma interdisciplinar, auxiliar o ensino musical. Isso tornaria interessante para os *stakeholders*, porque no ambiente escolar, o compartilhamento de informações e ferramentas entre professores, alunos e pesquisadores que observam o processo, é essencial. Principalmente em se tratando da rede pública de educação, cujo processo licitatório de aquisição de *software* específico é limitado.

Encontrou-se, também, na maioria dos estudos a preocupação com as plataformas digitais ao que se refere aos requisitos metodológicos de aprendizagem. Pois são pontos importantes nos processos de ensino musical que podem fazer enorme diferença no desenvolvimento dos usuários.

Um dos aspectos mais relevantes dos trabalhos, é a interação da música com outros ambientes de mídia. Na interação de imagens, como na proposta do SG, dinamizando e tornando lúdica as representações gráficas dos elementos musicais. Esse tipo de abordagem pode possibilitar uma interação maior da música com os *softwares*, até mesmo contribuir como acessibilidade, por exemplo, de pessoas com deficiências auditivas ou limitações motoras ou sensoriais.

Em relação aos *softwares*, nota-se que estão aparecendo várias aplicações com o intuito de auxiliar a aprendizagem musical. Não só ferramentas que estão sendo desenvolvidas para suprir algumas necessidades técnicas, mas também, aplicações que conseguem dar outros caminhos para a realização objetivo musical.

Também se faz importante pontuar que, cada vez mais, o pensamento da educação musical está entrando em outros ambientes de interação social, hospitais, creches e lugares de convívio profissional. Dando uma abertura maior a integração musical que não seja apenas a aprendizagem de um instrumento ou teoria musical.

Através dos 34 artigos lidos, chegou-se à conclusão de que, gradativamente, está crescendo o número de pesquisas direcionadas ao ensino de música, com a preocupação de melhorar o seu aprendizado a partir da interdisciplinaridade de outras áreas. As principais ideias e discussão das pesquisas estão na necessidade de o ensino acompanhar a evolução natural das tecnologias e, cada vez mais, trazê-las para as práticas pedagógicas em ambientes de aprendizagem musical.

Isso pode ser percebido por meio da dificuldade em que os métodos tradicionais não estão alcançando, de forma eficiente, as perspectivas de ensino musical. Existindo assim, limitações como maneira de competitividade das mídias digitais em relação à aprendizagem musical, por possibilitarem uma rapidez na busca de informação e comunicação.

Com a existência de metodologias e *softwares* criados com o direcionamento da música, pode-se perceber uma maior qualidade e eficiência no ensino da área nos próximos anos. Pois, mesmo que uma grande parte das aplicações desenvolvidas não estão tendo uma

preocupação metodológica com o ensino, os ambientes acadêmicos têm demonstrado uma atenção maior ao ensino musical com qualidade.

Também é importante fomentar que, além do pensamento técnico e prático sobre a aprendizagem musical, tem crescido o intuito de vincular a música usando ferramentas tecnológicas para ambientes de convivência social. Formas de contribuir para o público deficiente que necessitam de estímulos sensório-motores utilizando a música como ferramenta de inclusão, dando a pedagogia musical um outro sentido educacional.

Ainda como forma de reflexão, pode-se entender sobre a importância do uso das ferramentas tecnológicas de forma correta e objetiva por parte dos docentes. Pois, grande parte dos professores que não fizeram parte desta geração digital apresentam dificuldades na manipulação dessas ferramentas, em outros casos, evitando até usá-los por conta da falta de interação com as mesmas.

Através do MSL, conseguiu-se uma análise geral das metodologias e *softwares* destinados ao ensino de música de 2015 a 2019. Em que viesse servir para futuras pesquisas na área de educação musical, tendo a tecnologia como ferramenta de apoio. Embora haja um histórico anterior a esta data, de inúmeros trabalhos e pesquisas na área, teve-se o interesse de fomentar esse período de tempo para que houvesse um panorama recente de estudos na educação musical e tecnologia. Como este estudo tem como finalidade suceder na construção de uma ferramenta interdisciplinar de apoio à aprendizagem musical, com o máximo dos pressupostos apresentados na MSL, e percebendo que ainda há a necessidade de estreitar a pesquisa para um Revisão Sistemática de Literatura, para que realmente se consiga desenvolver esta ferramenta a uma utilização relevante e significativa.

5.3.1 Diálogo entre o MSL e os resultados obtidos

Através das discussões apresentadas, na seção do estado da arte, compreende-se que ainda existe uma reflexão geral em que a música, só pelo fato de utilizar a tecnologia como fonte interdisciplinar, já é uma demonstração de evolução significativa e prazerosa no ensino musical. Isso acontece porque a ligação pedagógica da área ainda tem detrimentos afetivos com o fazer e aprender tradicional, porque é o que perdurou durante vários séculos. No entanto, é importante frisar que, apesar do tempo, esses métodos trazem fundamentos que

podem e devem ser reconsiderados em atividades pedagógicas em tempos atuais, como é o caso da utilização do *patch* BoneAux na busca de suportar o desenvolvimento musical.

Através do que foi analisado como pensamento do DSR, dentro dos trabalhos apresentados, entende-se que apenas induzir a aprendizagem musical pelo viés tecnológico não é o suficiente. Realmente é preciso ter um panorama de utilização estrutural pedagógica que possa atender as necessidades dos educandos, além do que eles possam apresentar a curto prazo, assim como na utilização da ferramenta para fins performáticos. E isso, foi uma preocupação dessa pesquisa para que o artefato criado pudesse levar em consideração a relevância e o rigor na validação da ferramenta para atender os requisitos das classes de problema, que tinham essas ações como fundamentais para o processo de criação.

Através dos trabalhos apresentados, também pode-se compreender que o objetivo da tecnologia não é substituir o papel de interação de alunos em ambientes físicos, deixando de lado o convívio pessoal. A maioria dos autores analisados apresentaram uma preocupação com o interesse de complementar o ensino, dando a usabilidade de novas ferramentas que pudessem ser usadas no intuito de facilitar o aprendizado e torná-lo mais eficientes.

É possível enxergar que ainda existem certas limitações nas ferramentas que estão sendo direcionadas a o ambiente educacional, principalmente para contextos artísticos, no caso a música que é composta por várias situações diversas de subjetividade, tanto por quem produz quanto por quem consome. Às vezes, limitações as possibilidades, em outrora, capacidade intelectual de interação, são problemáticas que vão surgindo conforme vão sendo utilizadas essas ferramentas e caracteriza o que se tem no contexto atual para o desenvolvimento musical.

Os objetivos do mapeamento foram alcançados, pois além de fundamentar a estrutura do artefato a ser criado, pode conduzi-lo na validação da ferramenta perante os especialistas. Os passos percorridos pelo trabalho estreitaram o campo de pesquisa sobre o ambiente musical instrumental e permitiram explorar as metodologias e *softwares* que estavam sendo criados. Assim, todo esse levantamento feito com o objetivo de fundamentar os processos metodológicos na criação do artefato para o acompanhamento musical, trouxe resultados satisfatórios e permitiram o *patch* BoneAux ser visto, dentro dos aspectos de funcionalidades, pelos os especialistas como uma ferramenta útil à aprendizagem.

5.4 VALIDAÇÃO DO ARTEFATO

Com as considerações feitas pelos os especialistas em conjunto com as observações do autor durante o estudo, pode-se chegar a uma compreensão de que o desenvolvimento do *patch* BoneAux proporcionou uma ação prática satisfatória a esse trabalho. E isso ocorreu devido aos cumprimentos dos requisitos sob as classes de problema que foram levantadas a partir dos procedimentos metodológicos baseados no DSR.

Inicialmente, a ação pode compreender, dentro dos dois fatores analíticos (ambiente interno e externo), que o artefato compreendeu as necessidades levantadas na pesquisa e elas foram preponderantes para alinhar o desenvolvimento do *patch* BoneAux ao cumprimento dos interesses científicos colocados neste estudo.

Ao ambiente externo, como citado na seção 4.1.1, buscou-se considerar os estudos analisados pelo MSL com base no interesse científico que se tinha entre os trabalhos. Assim, colocando a situação de análise para Ferramentas Pedagógicas de Execução e Ferramenta Pedagógica de Facilitação, entendeu-se que o *patch* BoneAux pode dar suporte nessas duas ações, uma vez que seja utilizado pelos aprendizes e profissionais da performance para acompanhar o seu estudo ou apresentação, esse último tendo como exemplo um concerto.

Nesse panorama, pode também considerar o acesso remoto de um protótipo com o alcance tecnológico em que o mesmo pode ser desenvolvido, implementado e utilizado nas

necessidades do usuário. Tornando-o o foco ou perspectiva sob o artefato não somente a questão musical, como também a imersão em problemáticas que poderão ser resolvidas pelos próprios usuários dentro da ótica teórica e prática, interativa e no alcance democrático de uma ferramenta tecnológica.

Ao ambiente interno, seção 4.1.2, considerou positiva a proposta desse trabalho sobre os aspectos artificiais de pesquisa e problema colocados pela ótica do DSR. Principalmente, quando se buscou desenvolver uma ferramenta que possibilitasse obter funcionalidades diversas ao longo de pesquisas futuras, dando o acesso a um protótipo democrático de uso livre e gratuito aos profissionais no campo da interação tecnológica.

Além do quesito apresentado como elaboração de artefato, essas considerações colocaram a proposta desse trabalho, também de forma positiva, a levar o ambiente de ensino musical a propor novas condições metodológicas à evolução dela mesma. Para que se possa

levar ao desenvolvimento de uma ferramenta, ações propositivas ao desenvolvimento instrumental e a condicionar a qualificação de materiais disponíveis com o foco na performance.

Esse resultado, leva a considerar que, conhecer sobre os aspectos funcionais da tecnologia, pode auxiliar na construção de uma ferramenta direcionada às suas necessidades, neste caso, para ensino e performance musical. E isso, contribui na validação do artefato quando o mesmo é direcionado a ações artificiais pensados para o ambiente de desenvolvimento musical.

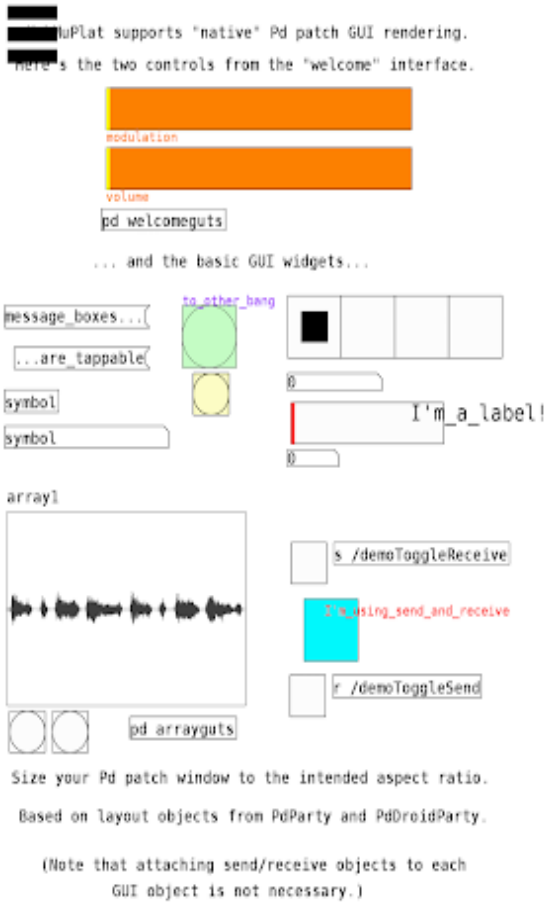
5.5 LIMITAÇÕES: PESQUISA E ARTEFATO

Apesar dos resultados satisfatórios obtidos durante o estudo, percebeu-se limitações que precisaram ser pontuadas neste trabalho para se ter uma estimativa de condições e ações futuras sob o artefato proposto. Inicialmente, a situação de pesquisa oriunda da crise sanitária global, sobre a limitação de aplicação dos processos metodológicos que precisaram ser reorganizados devido ao distanciamento social.

Apesar do protótipo ter condições para atividades assíncronas, no caso de testes e validação da ferramenta, os percalços foram enormes se tratando da manipulação da própria ferramenta por parte dos especialistas. E isso ocasionada pela fase de testes em que não haveria a possibilidade de instalar, inicialmente, as otimizações de áudio, dependências, programas e ações referentes ao próprio estudo. Logo, a intenção de validar a pesquisa nos próprios computadores do público-alvo ou estar presencialmente junto a ele, precisou ser adequada através da aplicação de workshop, dificultando as amostras deste público pela não manipulação da ferramenta.

No caráter interno ao artefato, o que trouxe limitações para pesquisa foi o baixo acesso a estudos aprofundados e técnicos na utilização do Pure Data. Uma dessas situações, inclusive, que se pensou no período da graduação era desenvolver esse artefato aplicado durante a pesquisa em dispositivos móveis. E que, no entanto, não se encontrou trabalho referentes a essa ação ou proposta. Apenas o que se conseguiu aproximar a essa atividade foi o conhecimento sobre o aplicativo chamado MobMuPlat (Figura 65) que carregava o *patch* BoneAux, porém não tinha atividade executável nele.

Figura 65 - Tela de execução - MobMuPlat.



Fonte: (SEARCH, 2021)

Outra limitação referente ao protótipo apresentado foi a questão visual do mesmo. Ele, apesar de apresentar o próprio organograma como funcionalidade para manipulação da ferramenta Pd, a sua interpretação lógica não estava autossuficiente e explicativa que, inclusive, teve a necessidade de maiores esclarecimentos por parte do autor aos especialistas. No entanto, vale ressaltar que o artefato ainda está em fase de testes, e que pretende incluir camadas através de *subpatches* para que sua usabilidade seja intuitiva.

Tratando-se das dependências do Pd, também foram observadas limitações referentes às necessidades de outros *softwares* para rodar os arquivos *Midi* no *patch* BoneAux. Algo que foi pensado para executar todas as funcionalidades dentro do próprio *patch* e essa proposta acabou não sendo possível devido a não leitura dele, ou pelo menos não identificada, a possibilidade de executar *soundfonts* externos específicos, tendo apenas à disposição a biblioteca do Pd para isso.

Ainda há muitas funcionalidades de objetos dentro do Pd que não foram aprofundadas, ou pelo menos, a curto prazo. Sabe-se que há possibilidades diversas dentro da ferramenta que ocorrem de acordo com a sua atualização e de *Pd externals*. Isso traz a compreensão de que, ainda é possível aplicar, combinar, avaliar e propor a tornar a ferramenta, cada vez mais, independente em estudos futuros. Até porque uma das propostas seguintes a esse trabalho é disponibilizar o *patch* BoneAux, de forma gratuita, nas plataformas digitais de *download* para que esse acesso seja, realmente, democratizado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises e discussões geradas, essa pesquisa pode apresentar conceitos bases que esclareceram situações oriundas da área de prática e ensino musical com a inserção das tecnologias no campo da aprendizagem. Além disso, percebeu-se a esse contexto um formato significativo de saberes na criação, como foi o caso desenvolvido neste trabalho, de um artefato capaz de suportar satisfatoriamente a performance musical de aprendizes e profissionais da música. E isso contribui para o melhoramento das técnicas utilizadas pelos profissionais de ensino na busca do aperfeiçoamento musical.

Colocando em consideração os aspectos de aprendizagem, compreende-se esse trabalho como um ciclo de ações a continuar sendo desenvolvido ao longo dos anos. E isso porque, ao autor e os envolvidos na pesquisa como os especialistas, que os mesmos poderão estar migrando entre as concepções didáticas já conhecidas, estas pensadas no campo de atuação musical, e as ações de pesquisas em tecnologia na intenção de corroborar com o desenvolvimento musical.

É visto que o ensino de música precisa, cada vez mais, ter o aporte de ações didáticas sendo atreladas a outras áreas de conhecimento, porém como demonstra essa pesquisa, isso precisa ser desenvolvido de forma sistemática as necessidades reais da área. E que, como é apresentado no Modelo TPACK, é preciso fundamentar essas ações ao que se tem de conteúdo, didática e uso de ferramentas que possam proporcionar essas ações. A exemplo do *patch* BoneAux, faz-se importante entender que ferramentas que são criadas nesse sentido, de resolver ações reais pelo artificial, podem proporcionar aspectos significativos de aprendizagem.

Dessa forma, compreende-se que a criação do artefato neste trabalho contribui nas situações musicais como a prática no interesse acadêmico e de pesquisa. E isso, porque ele pode servir tanto na ação didática quanto no interesse performático, como é o caso de escolas e bandas de música, que não demandam de profissionais que possam acompanhar essas atividades musicais em seus respectivos ensaios e apresentação, assim servindo de campo passível de estudos científicos.

Sobre os aspectos do conhecimento gerado neste trabalho, ficará como referência estudos que foram levantados ao longo desses últimos anos que servirão como orientações

prévias a trabalhos futuros. E isso ocorreu tanto na intenção de projeto de pesquisa junto ao *patch* BoneAux quanto a outros artefatos que poderão ser desenvolvidos a partir deste.

Especificamente ao *patch* BoneAux, como artefato, percebeu-se que o mesmo cumpriu com os requisitos estipulados pelas classes de problema. E, as suas funcionalidades, dentro do contexto teórico e prático, sedimentou as ações prévias à satisfação de um produto com a condição de rigor e relevância necessária para validação de pesquisa.

Enquanto os especialistas, visto ao longo da aplicação do workshop e formulário, entende-se que pesquisas como estas podem ser úteis nas ações didático musicais. E essa posição possibilita, inclusive, colocar em pauta o autoaprendizado que a ferramenta poderá proporcionar.

Sobre os objetivos, como citado nos resultados e percebido durante os estudos, eles foram atingidos de forma significativa e trouxeram uma base de informações sólidas que permitiram estudos mais específicos sobre o tema. O exemplo disso foi o protótipo disponibilizado de forma gratuita e livre com as funcionalidades executáveis, as especificações dos requisitos de DSR atingidos e avaliados pela classe profissional da área pedagógica e performática.

Por fim, as experiências adquiridas durante essa pesquisa contribuirão, de forma específica, na ascensão profissional do ensino musical baseado nas ferramentas digitais. E, não somente ao seu uso, mas na forma criteriosa de imersão, condicionando requisitos para o desenvolvimento de artefatos satisfatórios a classe musical.

Como visão geral e futura, pretende-se a esse trabalho disponibilizar, o artefato criado, nas plataformas de acesso para os possíveis usuários músicos e pesquisadores utilizarem durante suas jornadas musicais e acadêmicas. Além disso, poder através de um estudo mais aprofundado, aplicar essa ferramenta em projetos de pesquisa e extensão para gerar artigos, resumos, roda de discussões e um possível doutorado. Essa ação teria como objetivo intervir o protótipo em escolas de música formais e informais, instituições de níveis técnico e superior para coletar maiores informações sobre a utilidade e usabilidade do *patch* BoneAux. E isso, para que, cada vez mais, seja aprimorada a ferramenta na condição de contribuir de forma positiva a área musical e performática.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. tradução da 1º edição brasileira coordenada e revisada por Alfredo Bossi; revisão de tradução e tradução dos novos textos Ivone Castilho Bennetti. - 5º ed. - São Paulo: Martins Fontes, 2007.

AJERO, M. **The effects of computer-assisted keyboard technology and MIDI accompaniments on group piano students' performance accuracy and attitudes**. The University of Oklahoma, 2007. Disponível em: https://media.proquest.com/media/pq/classic/doc/1475168611/fmt/ai/rep/NPDF?_s=aN4Hn0wPM3tt6EuwPyZilrrG0wQ%3D acesso em: 17 jul 2021.

AMARAL, M. S. da R. **Migração de suporte de fitas magnéticas de áudio cassete: um estudo preliminar do tribunal regional da 4ª região TRF4**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação, Comissão de Graduação em Arquivologia. 2009. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/22780/000740181.pdf?sequence=1 acesso em: 15 jul. 2021.

ARANHA, M. L. de A. **História da educação e da pedagogia: geral e Brasil**. *São Paulo: Moderna* 3, 2006.

ARAUJO, R. R. de; SANDY, J. M. da S.; CIRILO, E. J. R.; SCHIAVONI, F; L. **Análise e classificação de Linguagens de Programação Musical**. Revista Vórtex, Curitiba, v.6, n.2, 2018, p.1-24. Disponível em: https://alice.dcomp.ufsj.edu.br/papers/2018araujoSandySchiavoni.pdf acesso em: 19 jul 2021.

ARICI, İ. **Computer-Assisted Music teaching in Music Teacher Education Departments: Marmara University Sample**. Educational Policy Analysis and Strategic Research, v. 13, n. 1, p. 71–80, 2018. Disponível em: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1177134.pdf acesso em: 02 jun. 2019.

ASZTALOS, K; CSAPÓ, B. **Development of musical abilities: Cross-sectional computer-based assessments in educational contexts**. Psychology of Music, v. 45, n. 5, p. 682–698, 2017. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0305735616678055 acesso em: 13 jul. 2019.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

ALVES, B. N. **Software para smartphone: contribuições tecnológicas para a performance do trombone a partir do método Lip Slurs de Brad Edwards**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), Belo Jardim-PE, 2017.

BARATÈ, A; LUDOVICO, L. A.; MALCHIODI, D. **Fostering Computational Thinking in Primary School through a LEGO ® -based Music Notation**, Procedia Computer Science, v. 112, p. 1334–1344, 2017. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050917313571acesso em: 29 out. 2019.

BAUER, W. I. **Technological Affordances for the Music Education Researcher.** Update: Applications of Research in Music Education, v. 34, n. 3, p. 5-14, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276886156_Technological_Affordances_for_the_Music_Education_Researcher acesso em: 14 ago. 2019.

BBC, R. W. **The New Sound of Music (BBC Documentary 1979).** Alan Richard da Luz, Youtube. 2015. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=fGX2MWmLurw&t=1222s acesso em: 14 jul 2021.

BELL, J; BELL, T. **Integrating Computational Thinking with a Music Education Context**. Informatics in Education, v. 17, n. 2, p. 151-166, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328741184_Integrating_Computational_Thinking_with_a_Music_Education_Context acesso em: 12 ago. 2019.

BERWECK, S. **Vintage Synth**: Yamaha DX7. Digitaler FM Synthesizer. Benedo Das Musikerportal. DIsponível em: https://www.bonedo.de/artikel/einzelansicht/vintage-synth-yamaha-dx7.html acesso em: 20 jul 2021.

BITTER, J. M. **Creating a Constructivist Online Music Course for Community College Students: Theory and Practice.** The Community College Enterprise, v. 24, n. 2, p. 55-67, 2018. Disponível em: https://eric.ed.gov/?id=EJ1207788 acesso em: 13 ago. 2019.

BLATT, L. **Introdução a programação a partir de conhecimentos sobre música**. Universidade Federal da Paraíba. Centro de Informática. Programa de Pós-Graduação em Computação, Comunicação e Artes. Dissertação de mestrado. João Pessoa, 2019. Disponível em: https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/2019183087dbe213964747e14227b2f59/2019_-_LUCAS_BLATT.pdf acesso em: 15 de set/2019.

BRAVO, P.; GONZÁLEZ, I.; CID, C. **A Proposal for Supporting Learning Flute at Primary School**. In: *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings* (Vol. 2, No. 19, p. 1226). 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328467490_A_Proposal_for_Supporting_Learning_Flute_at_Primary_School acesso em: 12 mar. 2019.

BRAGA, R. T., & FERRAZ, M. H. M. **O Telharmonium e o Telegraphone**. 17º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia. Anais letrônicos. UNIRIO. 2020. Disponível em: https://www.17snhct.sbhc.org.br/resources/anais/11/snhct2020/1596131381_ARQUIVO_2cce7d17d941e49ac0783aa5ce11912c.pdf acesso em: 06 de jun de 2021.

BURTON, S. L.; PEARSALL, A. **Music-based iPad app preferences of young children**. Research Studies in Music Education, v. 38, n. 1, p. 75-91, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301309355_Music-based_iPad_app_preferences_of_young_children acesso em: 02 out. 2019.

CANO, M.; SANCHEZ-IBORRA, R. **On the use of a multimedia platform for music**

education with handicapped children: A case study. In: Computers & Education, v. 87, p. 254–276, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131515300154 acesso em: 05 out. 2019.

CERQUEIRA, D. L. **Compêndio de Pedagogia da Performance Musical**. São Luís: Edição do Autor, 2011. ISBN 978-85-912882-0-5, 70 p. Disponível em https://www.academia.edu/1744194/Comp%C3%AAndio_de_Pedagogia_da_Performance_Musical. acesso em: 25 jul. 2020.

CERQUEIRA, D. L.; ZORZAL, R. C.; ÁVILA, G. A. de. **Considerações sobre a aprendizagem da performance**. Per Musi, Belo Horizonte, n.26, p.94-109, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-75992012000200010&script=sci_arttext acesso em: 31 jul. 2020.

CERVO, D. **Relação Cronointervalar:** Uma teoria para Estruturação do andamento musical. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999. Disponível em: https://www.ufrgs.br/ppgmusica/teses/?ordem=antigo Acesso em: 12 jun. 2021.

CHEN, C. W. J. **Mobile learning: Using application Auralbook to learn aural skills**. In: International journal of music education, v. 33, n. 2, p. 244-259, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/262525391_Mobile_learning_Using_application_Auralbook_to_learn_aural_skills acesso em: 19 set. 2019.

CHENG, L, **Musical competency development in a laptop ensemble**, Research Studies in Music Education, v. 41, n. 1, p. 117–131, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1177/1321103X18773804 acesso em: 14 set 2019.

CHO, S.; BAEK, Y.; CHOE, E. J. **A strategic approach to music listening with a mobile app for high school students**; In: International Journal of Music Education, v. 37, n. 1, p. 132–141, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1177/0255761418819016 acesso em: 28 ago. 2019.

COSTA, M. J. **Self-organized learning environments and the future of student-centered education.** School of Health Sciences, University of Minho, Gualtar Campus, Braga, Portugal, p.160-161, 2014. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/32984/1/costa%20mj_bioch%20molec%20bio%20ed%202014_need%20posp.pdf acesso em: 06 ago 2020.

CREMATA, R.; POWELL, B. **Online music collaboration project: Digitally mediated, deterritorialized music education**. In: International Journal of Music Education, v. 35, n. 2, p. 302–315, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1177/0255761415620225 acesso em: 14 ago. 2019.

DÉCHELLE, F.; BORGHESI, R.; CECCO, M.; MAGGI, E.; ROVAN, B.; SCHNELL, N. **jMax: an environment for real-time musical applications.** Institut de Recherche et

Coordination Acoustique Musique (IRCAM). *Computer Music Journal* 23, no. 3 (1999): 50-58. Disponível em: https://watermark.silverchair.com/014892699559887.pdf acesso em: 19 jul 2021.

DUARTE, M. L. **A contribuição de Max Mathews para a Música Computadorizada**. *Anais do SIMPOM*, (3), 2014. Disponível em: http://seer.unirio.br/simpom/article/view/4685 acesso em: 12 jul. 2021.

DUNFORD, J. **"Sainte-Colombe [Sainte Coulombe],** Jean de." *Grove Music Online.* 2001. Disponível em: https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000024309. acesso em 25 jul. 2020.

DUNBAR, L. **Embedding Technology and Assessment Into the Music Classroom With Nearpod**. General Music Today, v. 29, n. 3, p. 33–37, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1177/1048371315624734 acesso em: 12 set. 2019.

FAZENDA, I. **A aquisição de uma formação interdisciplinar de professores**. In: Didática e interdisciplinaridade / Ivani CA. Fazenda (org.). - Campinas, SP: Papirus, 1998.

FONTERRADA, M. T. de O. **De Tramas e Fios: um ensaio sobre Música e Educação**. Ed. UNESP, São Paulo, 1a ed, 2005.

FRIEDMAN, A. L.; MILES, S. **Stakeholders: Theory and practice**. Oxford University Press on Demand, 2006.

FERREIRA, J. L. C. M. **Música mista e sistemas de relações dinâmicas**. Universidade Católica Portuguesa. Tese de doutoramento. 2016. Disponível em: https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/24086 acesso em: 20 mai. 2020.

GARCÍA-GIL, D.; ANDREU, R. C. **Gender Differences in Music Content Learning using a Virtual Platform in Secondary Education**, Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 237, p. 57–63, 2017. Disponível em: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877042817300174?token=AC325EDFFF111E91DAD27B4B83633B9A9056C33576FF8F12BF8C2ABC44BA6A470959619ABE4278F39A1AF9C9995C88CE acesso em: 21 ago. 2019.

GERRY, L. J.; DAHL, S.; SERAFIN, S. "**ADEPT: exploring the design, pedagogy, and analysis of a mixed reality application for piano training**." *Proceedings of 16th Sound & Music Computing Conference*. 2019. Disponível em: http://smc2019.uma.es/articles/P2/P2_05_SMC2019_paper.pdf Acesso em 20 fev. 2020.

GERSTEN, J. **The Beat Goes On:** A Short History of the Metronome. WQXR Editorial, 2017. Disponível em: https://www.wqxr.org/story/beat-goes-history-metronome/ acesso em: 15 jul. 2021.

GOMIDES, J. E. **A definição do problema de pesquisa a chave para o sucesso do projeto de pesquisa**. Revista do Centro de Ensino Superior de Catalão–CESUC–Ano IV, 6, 2002. Disponível em: http://wwwp.fc.unesp.br/~verinha/ADEFINICAODOPROBLEMA.pdf ecesso em: 13 out. 2019.

GOHN, D. M. **Auto-aprendizagem musical: alternativas tecnológicas**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Escola de Comunicações e Artes, 2002. Disponível em: https://www.academia.edu/27584523/Auto_aprendizagem_Musical_Alternativas_Tecnol_gicas acesso em: 03 ago 2020.

GORCE, J.; MILLIOT, S. **Marais, Marin.** *Grove Music Online.* 2001. Disponível em: https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000017702. acesso em: 25 jul. 2020.

HANING, M. **Are They Ready to Teach With Technology? An Investigation of Technology Instruction in Music Teacher Education Programs**. Journal of Music Teacher Education, v. 25, n. 3, p. 78–90, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1177/1057083715577696 Acesso em: 27 de jul 2019.

HARNONCOURT, N. **O Discurso dos Sons: Caminhos para uma nova compreensão musical**. 1982. Trad do alemão por Marcelo Fagerlande; revisão, Maria Teresa Resende Costa e Myrna Herzog; prefácio e notas, Myrna Herzog. -Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1998.
Hiley, D. "Neuma." *Grove Music Online.* 2001. Disponível em: https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000019776. acesso em: 24 jul. 2020.

HILLER, L. **Música eletrônica**. Enciclopédia Britânica. Disponível em:https://www.britannica.com/art/electronic-music. acesso em 12 jul. 2021.

ISSAKA, A; HOPKINS, L. **Engagement with education: Music education in a paediatric hospital**. International Journal of Educational Research. v. 83, p. 142–153, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ijer.2017.02.012 acesso em: 17 ago. 2019.

INSTITUTE, THE P. **History of the Pianola** - An overview. Pianola,org, 2019. Disponível em: http://www.pianola.org/history/history.cfm acesso em: 14 jul. 2021.

JURIED, C. **Fritz Pfleumer**. History of recording. 2013. Disponível em: https://www.historyofrecording.com/fritz-pfleumer.html acesso em: 15 jul. 2021.

KERMAN, J., TYSON, A., BURNHAM, S., JOHNSON, D., & DRABKIN, W. **Beethoven, Ludwig van**. *Grove Music Online,* 2001. Disponível em: https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000040026. acesso em: 26 jul. 2020.

KIM, J; ANANTHANARAYAN, S; YEH, T. **Seen music: Ambient Music Data Visualization for Children with Hearing Impairments**. Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '15, p.426-429, 2015. Disponível em: http://makingthingsblink.com/publications/IDC2015-SeenMusic.pdf acesso em: 07 ago. 2019.

KING, D. **The Analysis and comparison of the brass methods by James Stamp**, Donald Reinhardt, Carmine Caruso, and Claude Gordon. Doctoral Dissertation: The Ohio States University. 2004. Disponível em:

https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_etd/send_file/send?accession=osu1070918203&disposition=inline acesso em: 22 jun. 2021.

KITCHENHAN, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Tech. Rep. EBSE-2007-01, Keele University, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/302924724_Guidelines_for_performing_Systematic_Literature_Reviews_in_Software_Engineering acesso em: 21 out. 2019.

KUHN, D. **Yamaha FS1R**. Vintage Synth Explore. 2021. Disponível em: http://www.vintagesynth.com/yamaha/fs1r.php acesso em: 21 jul 2021.

LATORRE, D. **O órgão Hammond B-3**. Cult Jazz. Tecnologia do Blogger, HAMMOND GROOVES.2014 Disponível em: http://www.cultjazz.com.br/p/o-orgao-hammond-b-3.html acesso em: 06 de jul 2021.

KLEIN, J. T. 6. **Ensino interdisciplinar: didática e teoria**. In: Didática e interdisciplinaridade / Ivani CA. Fazenda (org.). - Campinas, SP: Papirus, 1998.

LING, Y. **Interactive visual music education software for children**. In: Proceedings of the 20th International Academic Mindtrek Conference, pp. 453-456. 2016. DIsponível em: https://www.researchgate.net/publication/308034011_Interactive_Visual_Music_Education_Software_for_Children acesso em: 14 jul. 2019.

LEE, A.; JEN, Y. H, **Interactive Whiteboard Integration into Music Teaching and Learning: Preschool Children as a Case Study**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 177, p. 449–458, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277361149_Interactive_Whiteboard_Integration_into_Music_Teaching_and_Learning_Preschool_Children_as_a_Case_Study acesso em: 20 out. 2019.

LUDOVICO, L. A.; MANGIONE, G. R. **Music coding in primary school**. In: *Smart Education and Smart e-Learning* (pp. 449-458). Springer, Cham. 2015. https://www.researchgate.net/publication/300886157_Music_Coding_in_Primary_School. acesso em: 12 set. 2019.

MACRIDES, E; ANGELI, C. **Domain-Specific Aspects of Technological Pedagogical Content Knowledge: Music Education and the Importance of Affect.** TechTrends, v. 62, n. 2, p. 166–175, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322599102_Domain-Specific_Aspects_of_Technological_Pedagogical_Content_Knowledge_Music_Education_and_the_Importance_of_Affect acesso em: 18 ago. 2019.

MARCONDES, J. **O que é o fonógrafo?** Souza Lima, 2021. Disponível em: https://souzalima.com.br/blog/o-que-e-fonografo/ acesso em: 14 jul 2021.

MARSTON, K. L. **Finding the balance: Jan Kagarice, a case study of a master trombone teacher**. Teachers College, Columbia University, 2011.

MATEIRO, T.; ILARI, B. (Org.). **Pedagogias em educação musical** [livro eletrônico] /

Curitiba: InterSaberes, 2012. – (Série Educação Musical). 2 MB / PDF.

MELLOR, D. **Inside the Synclavier (SOS Aug 1989)**. *Sound on Sound* Aug 1989. 29-32, 1989. Disponível em: http://www.muzines.co.uk/articles/inside-the-synclavier/5620# acesso em: 20 jul 2021.

MELLOR, D. **Hands On:** Korg M1. *Sound on Sound*. Music Magazine Archive. 1992. Disponível em: http://www.muzines.co.uk/articles/hands-on-korg-m1/9345 acesso em: 21 jul 2021.

MATIAS, M.; VIVIAN, H.; Dos SANTOS, N. **Aspectos cognitivos da interação humano-computador multimídia**. Informatio. Revista del Instituto de Información de la Facultad de Información y Comunicación 5, 53-67, 2001. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://informatio.fic.edu.uy/index.php/informatio/article/download/65/62&hl=en&sa=T&oi=gsb-gga&ct=res&cd=0&d=14633878370703880380&ei=O5rzYLfKK8uIy9YPwbCiIA&scisig=AAGBfm2qMmSPHCc1CAPxki1W69o3XjDq9w acesso em: 17 jul 2021.

MITRA, S. **The future of schooling: Children and learning at the edge of chaos**. Prospects 44, no. 4: 547-558, 2014. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11125-014-9327-9?sa_campaign=email%2Fevent%2FarticleAuthor%2FonlineFirst acesso em: 05 ago 2020.

MISHRA, P. KOEHLER, M J. **Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge.** Teachers college record 108, no. 6, p. 1017-1054, 2006. Disponível em: https://www.learntechlib.org/p/99246/?nl=1 acesso em: 16 ago. 2020.

MOREIRA, M. A. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa** . *Porto Alegre-RS*, 2009.

NEUMANN, F. **The Use of Baroque Treatises on Musical Performance.** *Music & Letters* Vol. 48, No. 4., 1967, (315-324). Disponível em: https://www.jstor.org/stable/733226 acesso em: 24 jul. 2020.

NICHOLS, B. E. **The Interactive Classroom: An Overview of SMART Notebook Software**. General Music Today, v. 28, n. 3, p. 28-32, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275346404_The_Interactive_Classroom_An_Overview_of_SMART_Notebook_Software acesso em: 14 ago. 2019.

NIELSEN, J. **Heuristic evaluation**. In: Nielsen, J. and Mack, R. L. (Eds.). Usability inspection methods. New York: John Wiley & Sons, 1994. p. 25–62. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/10.5555/189200.189209 acesso 24 jun. 2020

ORDER, S. **'ICreate': Preliminary usability testing of apps for the music technology classroom**. Journal of University Teaching & Learning Practice, v. 12, n. 4, p. 8, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/301547019_'ICreate'_Preliminary_usability_testing_of_apps_for_the_music_technology_classroom acesso em: 04 set. 2019.

ORMAN, E. K.; PRICE, Harry E.; RUSSELL, C. R. **Feasibility of using an augmented immersive virtual reality learning environment to enhance music conducting skills**. Journal of Music Teacher Education, v. 27, n. 1, p. 24-35, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/314973214_Feasibility_of_Using_an_Augmented_Immersive_Virtual_Reality_Learning_Environment_to_Enhance_Music_Conducting_Skills acesso em: 18 set. 2019.

PALAZÓN, J; GIRÁLDEZ, A. **QR codes for instrumental performance in the music classroom**. In: International Journal of Music Education, v. 36, n. 3, p. 447–459, 2018. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0255761418771992 acesso em: 17 out. 2019.

PAULINO, Dennis *et al*. **Professor Piano: a music application for people with intellectual disabilities**. Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion - DSAI 2016, p. 269-274, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315586975_Professor_Piano_A_Music_Application_for_People_with_Intellectual_Disabilities acesso em: 15 ago. 2019.

PAVIS, P. **Dicionário de teatro** / Patrice Pavis. tradução para a língua portuguesa sob a direção de J. Guinsburg e Maria Lúcia Pereira. 3 ed. - São Paulo: Perspectiva. 2008.

PÉREZ, E. C; ROMÁN-GARCÍA, S.; CHAO-FERNÁNDEZ, R. **Free software in music education: An interdisciplinary practical approach in Primary School**. Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality - TEEM 2017, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321356134_Free_software_in_music_education_an_interdisciplinary_practical_approach_in_Primary_School acesso em: 12 out. 2019.

PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia**. 2ºed. Forense. Rio de Janeiro, 1972.

PIETER, P. **Arduino MIDI**. Github. 2017. Disponível em: https://tttapa.github.io/PDF/Arduino-MIDI.pdf acesso em: 21 maio 2020.

POŠĆIĆ, A.; KREKOVIĆ, G. **The Frailty of Formal Education: Visual Paradigms and Music Creation.** Proceedings of the 12th International Audio Mostly Conference on Augmented and Participatory Sound and Music Experiences. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320994160_The_Frailty_of_Formal_Education_Visual_Paradigms_and_Music_Creation acesso em: 23 set. 2019.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª Edição. Editora Feevale, 2013.

RAUTIAINEN, K. **Starting points of multilateral learning in implementing a music project by utilizing music education technology**. In: Problems in Music Pedagogy, Vol. 16(1), 63 - 76. 2017. Disponível em:https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/55132 acesso em: 12 jul. 2020.

RAY, S. **Pedagogia da Performance Musical**. Diss. Tese de Pós-doutoramento. Goiânia:

UFG, 2015. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/270/o/TESE_TITULAR_(POS-DOUTORAMENTO)__de_Sonia_Ray_-_EMAC-UFG_2015_ANEXOS.pdf acesso em: 20 jul. 2020.

RAY, S. **Os conceitos EPM, Potencial e Interferência inseridos numa proposta de mapeamento de Estudos sobre Performance Musical.** In: Performance musical e suas interfaces. Goiânia: Vieira 37-60, 2005.

REESE, J A.; BICHELER, R.; ROBINSON, C. **Field experiences using iPads: Impact of experience on preservice teachers' beliefs**. Journal of Music Teacher Education, v. 26, n. 1, p. 96-111, 2016. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1057083715616441 acesso em 23 mar. 2020.

NETO, L. Da S. Leandro da. **Rizómata**: Uma introdução às raízes da música de Iannis Xenakis." PhD diss., Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27140/tde-05072009-183519/publico/5062364.pdf acesso em: 16 jul. 2021.

RODRIGUES, R. N. A. **O playback instrumental como suporte musical no ensino do piano:** estudo sobre competências instrumentais e motivação (Doctoral dissertation, Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Setúbal), 2012. DIsponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/4635/2/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20de%20Mestrado%20-%20Ricardo%20Rodrigues.pdf acesso em: 07 jul. 2021.

ROWE, V.; TRIANTAFYLLAKI, A.; ANAGNOSTOPOULOU, X. **Young pianists exploring improvisation using interactive music technology**. In: International Journal of Music Education, v. 33, n. 1, p. 113–130, 2015. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0255761414540137?journalCode=ijma acesso em: 27 jul. 2019

ROSSETTI, D. **Projetando o espectro do som no espaço**: imagens-movimento de parciais e grãos sonoros. *Orfeu* v 5, no.1, p. 571-594, 2020. Disponível em: https://periodicos.udesc.br/index.php/orfeu/article/download/17084/12199 acesso em: 16 jul 2021

RUOKONEN, I.; RUISMÄKI, H. **E-Learning in Music: A Case Study of Learning Group Composing in a Blended Learning Environment**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 217, p. 109–115, 2016. Disponível em: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877042816000641?token=35F0386E5882B7AD10A160F86425B9529035F8D8A7DDCBECD58F33332E3858AB1D48E185D1D7A1EF0263EDDECC8D3F23 acesso em: 28 jul. 2019.

SALA, H.; ARIAS, C.; RANGO, M. **¿ Educar sin docentes? Lecturas críticas en torno a Sugata Mitra."** Revista Electrónica de Didáctica en Educación Superior, 16, p.29, 2018. Disponível em; http://ojs.cbc.uba.ar/index.php/redes/article/view/26 acesso em: 06 ago 2020.

SCHMIDT-JONES, C. A. **Open ends and means: Inquiry as a link between formal music concepts and informal music learning**. International Journal of Music Education, v. 35, n. 4, p. 621–630, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316925321_Open_ends_and_means_Inquiry_as_a_link_between_formal_music_concepts_and_informal_music_learning acesso em: 13 ago.

2019.

SÈDES, A.; BONARDI, A.; PARIS, E.; MILLOT, J.; GUILLOT, P. **Teaching, investigating, creating: MUSICOLL.** 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/319543314_Teaching_investigating_creating_MUSICOLL acesso em: 06 jul. 2019.

SHULMAN, L. S. **Those who understand: Knowledge growth in teaching**. Educational researcher 15, no. 2, 4-14, 1986. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0013189x015002004?journalCode=edra acesso em: 15 ago. 2020.

SILVA, C. P. A. **O estudo da síntese sonora**. Ministério da Educação e Cultura. p.316, 2014.

STAN, S. **A thousand miles midi.** Yqg5. 2021. Disponível em: http://yqg5.com/sebastian-stan-jboagxf/a-thousand-miles-midi# acesso em: 21 jul 2021.

TEGARDEN, D. P.; STEVEN D. S.; DAVID E. M. **A software complexity model of object-oriented systems**. In: Decision Support Systems. 13.3-4 (1995): 241-262. Disponível em: https://doi.org/10.1016/0167-9236(93)E0045-F acesso em 31 ago. 2019.

TOSCANO, F. **A conexão Haydn-Mozart. História da música**. EUTERPE Música Clássica. abr. 2017. Disponível em: http://euterpe.blog.br/a-conexao-haydn-mozart/ acesso em: 26 jul. 2020.

TOSCANO, R. M. N. "Framework para auxiliar terapeutas no design de recursos Audiovisuais para ensinar competências e habilidades a crianças autistas." Dissertação de Mestrado, PPGCCA, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/19180 acesso em: 16 ago 2021.

TRASK, S. **Roland D-50**. Linear Arithmetic Synthesizer. Music Magazines Archive. 1987. Disponível em: http://www.muzines.co.uk/articles/roland-d50/2026?msg-select-one=Please+select+an+option&msg-already-voted=You+have+already+voted%21&tip-box-duration=2000 acesso em: 20 jul 2021.

UPITIS, R. *et al*. **Usability Testing for DREAM**, Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 171, p. 543–552, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/275552990_Usability_Testing_for_DREAM acesso em: 17 set. 2019.

VALENTE, R. A. D. V. **Composição por modelo físico:** a concretude do instrumento na criação musical. PhD diss, Universidade de São Paulo. Escola de Comunicações e Artes. 2020. Disponível em:

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27158/tde-02032021-132552/publico/RodolfoAugustoDanielVazValenteVC.pdf acesso em: 16 jul. 2021.

VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV A. N., Linguagem**, Desenvolvimento e Aprendizagem**/ Lev Semenovich Vigotskii; tradução de: Maria da Pena Villalobos. - 11º edição - São Paulo: ícone, 2010.

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

VOLIOTI, Christina *et al*. **Music Gestural Skills Development Engaging Teachers, Learners and Expert Performers**. Procedia Manufacturing, v. 3, p. 1543–1550, 2015. Disponível em: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2351978915004291?token=CFD052DB398A54FBC1EBE50805598F76D6AEECB32E71239275F3EC332DAB6984D0086E5623F86E8C66C7F3A2C36855D2 acesso em: 03 out. 2019.

WEST, C.; CLAUHS, M. **Peers Observing Peers: Exploring Cross-Institutional Observations and Dialogues Facilitated by Videoconferencing Software**. In: Journal of Music Teacher Education, v. 28, n. 2, p. 43-55, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/328457554_Peers_Observing_Peers_Exploring_Cross-Institutional_Observations_and_Dialogues_Facilitated_by_Videoconferencing_Software acesso em: 14 ago. 2019.

YANG, J. **The Comprehensive Application of Vmus.net for Musical Performance Studies**, Proceedings of the 4th International Workshop on Digital Libraries for Musicology - DLfM '17, 2017. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3144749.3144750 acesso em: 17 set. 2019.

ZHANG, P.; SUI, X. **Application of digital music technology in music pedagogy.** International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET). Application of Digital Music Technology in Music Pedagogy. 12.12. p. 4-13, 2017: Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321953913_Application_of_Digital_Music_Technology_in_Music_Pedagogy/fulltext/5a3b3d91458515a77aa8ebde/Application-of-Digital-Music-Technology-in-Music-Pedagogy.pd acesso em: 25 ago. 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Coleta de dados (formulário)

Abaixo, seguem as perguntas utilizadas, dentro do escopo do formulário do workshop aplicado aos especialistas.

Dados Pessoais[48]:

- (Q1) Nome Completo;
- (Q2) E-mail;
- (Q3) Idade;
- (Q4) Gênero;
- (Q5) Estado civil;
- (Q6) Grau de instrução;

Dados profissionais e acadêmicos:

- (Q7) Tipo de atuação;
- (Q8) Caso tenha, instituição ou órgão que atua;
- (Q9) Ao profissional performer (músico), tempo de atuação profissional
- (Q10) Ao profissional de ensino (professor), tempo de atuação profissional
- (Q11) Ao profissional de ensino, em qual(is) nível(is) discente(s) você atua?
- (Q12) Você produz ou desenvolve algum tipo de atuação artística ou científica? qual(is)?

Experiência com ferramentas tecnológicas:

- (Q13) Qual o seu nível de interação com tecnologia?
- (Q14) Você acha necessário o uso de tecnologia para o aprimoramento técnico-musical próprio e de outro (discente ou profissionais)?
- (Q15) Caso sim, por quê?
- (Q16) Qual(is) tipo(s) de ferramenta(s) tecnológica(s) você utiliza no seu dia a dia?
- (Q17) Você utiliza ou já utilizou algum tipo de programa (software) para estudo próprio e/ou para uso em ambiente de ensino?
- (Q18) Caso a resposta seja sim, qual(is)?

Em relação ao Pure Data e o Patch BoneAux

- (Q19) Você conhece ou conhecia o Software Pure Data?

[48] As respostas em relação aos dados pessoais dos pesquisados (especialistas) não estarão presente no apêndice para garantir a integridade dos mesmos.

- (Q20) Caso sim, já havia utilizando-o de alguma forma? como?
- (Q21) Com base no exposto, o Pure Data pode contribuir no desenvolvimento performático?
- (Q22) Você utilizaria o Pure Data para desenvolver Parches e utilizá-los no desenvolvimento instrumental?
- (Q23) É possível aprimorar a performance instrumental utilizando o Patch BoneAux?
- (Q24) Por quê?
- (Q25) De que forma o Patch BoneAux atenderia suas necessidades?
- (Q26) Você utilizaria o Patch BoneAux no seu dia a dia de estudos musicais?
- (Q27) Você recomendaria o Patch BoneAux para o seu aluno ou para outros profissionais?
- (Q28) Você acredita que o Patch BoneAux pode inovar no processo de desenvolvimento performático e ser uma ferramenta essencial no ambiente acadêmico tanto para uso cotidiano quanto para pesquisas acadêmicas?
- (Q29) Qual tipo de funcionalidade o Patch BoneAux poderia ter a mais para melhorar o seu desempenho?

Especialista	Q6 - Grau de instrução
Q6 - E1	Superior Incompleto
Q6 - E2	Superior Completo
Q6 - E3	Mestrado
Q6 - E4	Superior Incompleto
Q6 - E5	Pós-graduação/Especialização
Q6 - E6	Superior Completo
Q6 - E7	Superior Completo
Q6 - E8	Superior Incompleto
Q6 - E9	Superior Incompleto
Q6 - E10	Pós-graduação/Especialização
Q6 - E11	2º grau completo (ensino médio)
Q6 - E12	Pós-graduação/Especialização
Q6 - E13	Pós-graduação/Especialização
Q6 - E14	Superior Incompleto
Q6 - E15	2º grau completo (ensino médio)
Q6 - E16	Pós-graduação/Especialização

Especialista	Q7 - Tipo de atuação
Q7 - E1	profissional pedagógico (professor)
Q7 - E2	profissional performance (músico) Músico, porém não mais a atividade principal
Q7 - E3	profissional pedagógico (professor); professional performance (músico)
Q7 - E4	professional performance (músico) Gerente de TI
Q7 - E5	profissional pedagógico (professor); professional performance (músico)
Q7 - E6	militar[49]
Q7 - E7	professional performance (músico)
Q7 - E8	profissional pedagógico (professor)
Q7 - E9	Auxiliar de serviços gerais[50]
Q7 - E10	profissional pedagógico (professor); professional performance (músico)
Q7 - E11	professional performance (músico)
Q7 - E12	profissional pedagógico (professor); professional performance (músico)
Q7 - E13	profissional pedagógico (professor); professional performance (músico)
Q7 - E14	profissional pedagógico (professor); professional performance (músico)

[49] O formulário do especialista 06 foi considerado na pesquisa devido a sua atuação como músico militar.
[50] O formulário do especialista 09 foi considerado na pesquisa devido a sua demonstração de atuação profissional no quesito seguinte com anos de experiência musical.

Q7 - E15	profissional pedagógico (professor); professional performance (músico)
Q7 - E16	profissional pedagógico (professor); professional performance (músico)

Especialista	Q8 - Caso tenha, instituição ou órgão que atua
Q8 - E1	UFPI
Q8 - E3	Universidade do Estado do Amazonas
Q8 - E4	Filarmônica Lira Popular de Lagarto - SE
Q8 - E6	CBMMA
Q8 - E10	Banda Filarmônica de Itajaí
Q8 - E11	IFPE
Q8 - E13	Banda de Música 72 BI Mtz
Q8 - E15	Banda de música
Q8 - E16	Educandário Jardim Piedade - PE

Especialista	Q9 - Ao profissional performer (músico), tempo de atuação profissional
Q9 - E2	de 11 a 15 anos
Q9 - E3	acima de 21 anos
Q9 - E4	de 11 a 15 anos
Q9 - E5	de 6 a 10 anos
Q9 - E7	de 11 a 15 anos
Q9 - E8	de 06 a 10 anos
Q9 - E9	de 06 a 10 anos
Q9 - E10	acima de 21 anos
Q9 - E11	acima de 21 anos
Q9 - E12	acima de 21 anos
Q9 - E13	entre 11 e 15 anos
Q9 - E14	acima de 21 anos
Q9 - E15	de 11 a 15 anos
Q9 - E16	de 6 a 10 anos

Especialista	Q10 - Ao profissional de ensino (professor), tempo de atuação profissional
Q10 - E1	até 5 anos
Q10 - E3	de 6 a 10 anos
Q10 - E5	até 5 anos
Q10 - E6	de 6 a 10 anos
Q10 - E8	até 5 anos
Q10 - E10	de 11 a 15 anos
Q10 - E11	até 5 anos
Q10 - E12	de 6 a 10 anos
Q10 - E13	até 5 anos
Q10 - E14	de 16 a 20 anos
Q10 - E15	até 5 anos
Q10 - E16	de 11 a 15 anos

Especialista	Q11 - Ao profissional de ensino, em qual(is) nível(is) discente(s) você atua?
Q11 - E1	nível fundamental (1 e 2)
Q11 - E3	nível superior
Q11 - E4	nível fundamental (1 e 2)
Q11 - E6	nível fundamental (1 e 2)
Q11 - E8	nível médio
Q11 - E10	nível fundamental (1 e 2); nível médio
Q11 - E11	nível fundamental (1 e 2)
Q11 - E12	nível superior
Q11 - E13	nível fundamental (1 e 2)
Q11 - E14	nível fundamental (1 e 2); nível médio
Q11 - E15	nível infantil; nível fundamental (1 e 2)
Q11 - E16	nível infantil; nível fundamental (1 e 2)

Especialista	Q12 - Você produz ou desenvolve algum tipo de atuação artística ou científica? qual(is)?
Q12 - E1	encontros didáticos; palestras
Q12 - E2	não
Q12 - E3	pesquisa e extensão; artigos; mesa redonda; encontros didáticos; palestras; workshop
Q12 - E4	não
Q12 - E5	artigos
Q12 - E6	não
Q12 - E7	encontros didáticos
Q12 - E8	não
Q12 - E9	não
Q12 - E10	artigos; workshop
Q12 - E11	não
Q12 - E12	Pesquisa e extensão; artigos; encontros didáticos; palestras; workshop
Q12 - E13	artigos
Q12 - E14	não
Q12 - E15	não
Q12 - E16	artigo

Especialista	Q13 - Qual o seu nível de interação com tecnologia?
Q13 - E1	intermediário (utilizo com conhecimento parcial)
Q13 - E2	iniciante (utilizo, com com conhecimento mínimo)
Q13 - E3	intermediário (utilizo com conhecimento parcial)
Q13 - E4	avançado (utilizo com domínio parcial ou total)
Q13 - E4	intermediário (utilizo com conhecimento parcial)
Q13 - E6	intermediário (utilizo com conhecimento parcial)
Q13 - E7	avançado (utilizo com domínio parcial ou total)
Q13 - E8	iniciante (utilizo, com com conhecimento mínimo)
Q13 - E9	intermediário (utilizo com conhecimento parcial)
Q13 - E10	avançado (utilizo com domínio parcial ou total)
Q13 - E11	iniciante (utilizo, com com conhecimento mínimo)
Q13 - E13	intermediário (utilizo com conhecimento parcial)
Q13 - E14	intermediário (utilizo com conhecimento parcial)
Q13 - E15	intermediário (utilizo com conhecimento parcial)
Q13 - E16	intermediário (utilizo com conhecimento parcial)

Especialista	Q14 - Você acha necessário o uso de tecnologia para o aprimoramento técnico-musical próprio e de outro (discente ou profissionais)?
Q14 - E1	talvez
Q14 - E2	sim
Q14 - E3	sim
Q14 - E4	sim
Q14 - E5	sim
Q14 - E6	sim
Q14 - E7	talvez
Q14 - E8	sim
Q14 - E9	sim
Q14 - E10	sim
Q14 - E11	sim
Q14 - E13	sim
Q14 - E14	sim
Q14 - E15	sim
Q15 - E16	sim

Especialista	Q15 - Caso sim, por quê?
Q15 - E2	Acredito que seja uma forma de assessoramento
Q15 - E3	Por diminuir a distância entre mocidades e aproximar de um mundo novo e de suma importância o virtual
Q15 - E4	hoje em dia a tecnologia faz parte de nossas vidas
Q15 - E6	Por ter um alcance muito significante e podermos guardar muito material sem criar volume físico
Q15 - E8	Pra ficar na atualidade e ter novos conhecimentos
Q15 - E9	Por conta das facilidades de recursos que o profissional pode ter a mão dependendo da atividade que o mesmo vá executar
Q15 - E10	Porque a tecnologia quando bem utilizada sempre facilita a vida do usuário e pode (como já vem sendo) auxiliar muito nos estudos e ensinos de música
Q15 - E13	Vivemos em uma era de total advento tecnológico e comunicação entre as pessoas. A tecnologia aplicada com ferramentas de auxílio e amplo acesso, facilita na educação e aprendizado do estudante e/ou profissional.
Q15 - E14	É importante estarmos atualizados com relação a tecnologia e o universo que abrange
Q15 - E15	Desde a invenção da roda a tecnologia nos facilita uma melhor condição na condução de um determinado objetivo.
Q15 - E16	Pelo gama de possibilidades que a tecnologia proporciona

Especialista	Q16 - Qual(is) tipo(s) de ferramenta(s) tecnológica(s) você utiliza no seu dia a dia?
Q16 - E1	Editor de partitura; DAW.
Q16 - E2	Afinador; metrônomo e gravador
Q16 - E3	Google meet; mix bus. Zoom
Q16 - E4	Cloud AWS
Q16 - E6	Editores de partitura e smartphone, pc
Q16 - E8	Finale e Encore
Q16 - E9	Aplicativos de afinação; metrônomo, edição de partitura, celular, tablet e computador
Q16 - E10	Afinador, metrônomo, gravador, câmera, editor de partituras e ferramentas síncronas e assíncronas
Q16 - E13	Reaper; ferramentas do Google; Mídias sociais; Smart TV; Notebook; Smartphone; Viva Cut; entre outros.
Q16 - E14	Computador e celular
Q16 - E15	Smartphone, computador/laptop, tablet
Q16 - E16	Metrônomo, afinador, gravador, câmera, playback’s, etc.

Especialista	Q17 - Você utiliza ou já utilizou algum tipo de programa (software) para estudo próprio e/ou para uso em ambiente de ensino?
Q17 - E1	Sim
Q18 - E2	Não
Q18 - E3	Sim
Q18 - E4	Sim
Q18 - E5	Sim
Q18 - E6	Não
Q19 - E7	Não
Q19 - E8	Sim
Q19 - E9	Sim
Q19 - E10	Sim
Q19 - E11	Sim
Q19 - E13	Sim
Q19 - E14	Sim
Q19 - E15	Sim
Q19 - E16	Sim

Especialista	Q18 - Caso a resposta seja sim, qual(is)?
Q18 - E1	Chrome Music Lab
Q18 - E3	Ava e meet
Q18 - E4	Encore; Finale
Q18 - E5	APLICATIVOS DO ANDROID PARA PERCEPÇÃO MUSICAL.
Q18 - E8	Finale
Q18 - E9	FInale, ouvido perfeito, metronomo beats, musescore, te tuner, piano teacher, soundcorset afinador
Q18 - E10	sibelius TE tuner, Reaper, garage banda
Q18 - E13	Reaper; AudaCity; VivaCut;
Q18 - E14	Maestro, encore, finale
Q18 - E15	Editor de partitura no computador, leitura de partitura app no tablet
Q19 - E16	Finale

Especialista	Q19 - Você conhece ou conhecia o Software Pure Data?
Q19 - E1	Não
Q19 - E2	Não
Q19 - E3	Não
Q19 - E4	Não
Q19 - E5	Não
Q19 - E6	Não
Q19 - E7	Não
Q19 - E8	Não
Q19 - E10	Não
Q19 - E11	Não
Q19 - E13	Não
Q19 - E14	Não
Q19 - E15	Não
Q19 - E16	Não

Especialista	Q20 - Caso sim, já havia utilizado-o de alguma forma? como?
Q20 - E9	não
Q20 - E15	Não se aplica

Especialista	Q21 - Com base no exposto, o Pure Data pode contribuir no desenvolvimento performático?
Q21 - E1	Não
Q21 - E2	Sim
Q21 - E3	Sim
Q21 - E4	Sim
Q21- E5	Sim
Q21 - E6	Sim
Q21 - E7	Sim
Q21 - E8	Sim
Q21 - E9	Sim
Q21 - E10	Sim
Q21 - E11	Não
Q21 - E13	Sim
Q21 - E14	Sim
Q21 - E14	Sim
Q21 - E16	Sim

Especialista	Q22 - Você utilizaria o Pure Data para desenvolver Patches e utilizá-los no desenvolvimento instrumental?
Q22 - E1	Não
Q22 - E2	Sim
Q22 - E3	Sim
Q22 - E4	Sim
Q22 - E5	Sim
Q22 - E6	Sim
Q22 - E7	Sim
Q22 - E8	Sim
Q22 - E9	Sim
Q22 - E10	Não
Q22 - E11	Não
Q22 - E13	Sim
Q22 - E13	Sim
Q22 - E15	Sim
Q22 - E16	Sim

Especialista	Q23 - É possível aprimorar a performance instrumental utilizando o Patch BoneAux?
Q23 - E1	Não
Q23 - E2	Sim
Q23 - E3	Sim
Q23 - E4	Sim
Q23 - E5	Sim
Q23 - E6	Sim
Q23 - E7	Sim
Q23 - E8	Sim
Q23 - E9	Sim
Q23 - E10	Sim
Q23 - E11	Sim
Q23 - E13	Sim
Q23 - E14	Sim
Q23 - E15	Sim
Q23 - E16	Sim

Especialista	Q24 - Por quê?
Q24 - E1	Não entendi a palestra
Q24 - E2	Estabelece parâmetros e metodologia para atingir os objetivos
Q24 - E3	Pois proporciona um ambiente musical mais próximo da prática de de apresentações
Q24 - E4	Como é código aberto pode ser aprimorado
Q24 - E6	Tudo pode e deve ser aprimorado
Q24 - E9	Por conta das ferramentas, e as maneiras de aplicá-las seja nas aulas seja nos estudos
Q24 - E10	Ele pode auxiliar muito no processo de estudos
Q24 - E13	Na ausência de caminhos que precisam de auxílio pessoal professor-aluno-professor, esta ferramenta trará certa autonomia nos estudos individuais. Tornando o desenvolvimento proveitoso mesmo de forma indireta (contato direto com um profissional de ensino).
Q24 - E14	Porque é mais uma ferramenta muito útil
Q24 - E15	Não sei como explicar, mas nos dá um alicerce com referência
Q24 - E16	Por ser amplo e ter capacidade de se adaptar ao meu cotidiano.

Especialista	Q25 - De que forma o Patch BoneAux atenderia suas necessidades?
Q25 - E1	Não atenderia às minhas necessidades
Q25 - E2	Atenderia parcialmente as minhas necessidades
Q25 - E3	Atenderia parcialmente as minhas necessidades
Q25 - E4	Atenderia parcialmente as minhas necessidades
Q25 - E5	ATENDERIA. NO MOMENTO ESTOU MAIS NA PERFORMANCE. EM QUESTÕES PESSOAIS DE ESTUDOS E TAL...
Q25 - E6	Atenderia parcialmente as minhas necessidades
Q25 - E7	Atenderia parcialmente as minhas necessidades
Q25 - E8	Atenderia totalmente as minhas necessidades
Q25 - E9	Atenderia parcialmente as minhas necessidades
Q25 - E10	Atenderia parcialmente as minhas necessidades
Q25 - E11	Atenderia totalmente as minhas necessidades
Q25 - E13	Atenderia parcialmente as minhas necessidades
Q25 - E14	Atenderia totalmente as minhas necessidades
Q25 - E15	Atenderia parcialmente as minhas necessidades
Q25 - E16	Atenderia parcialmente as minhas necessidades

Especialista	Q26 - Você utilizaria o Patch BoneAux no seu dia a dia de estudos musicais?
Q26 - E1	Não
Q26 - E2	Sim
Q26 - E3	Talvez
Q26 - E4	Não
Q26 - E5	Sim
Q26 - E6	Sim
Q26 - E7	Sim
Q26 - E8	Não
Q26 - E9	Sim
Q26 - E10	Sim
Q26 - E11	Não
Q26 - E13	Sim
Q26 - E14	Sim
Q26 - E15	Sim
Q26 - E16	Sim

Especialista	Q27 - Você recomendaria o Patch BoneAux para o seu aluno ou para outros profissionais?
Q27 - E1	Não
Q27 - E2	Sim
Q27 - E3	Sim
Q27 - E4	Sim
Q27 - E5	Sim
Q27 - E6	Sim
Q27 - E7	Sim
Q27 - E8	Sim
Q27 - E9	Sim
Q27 - E10	Sim
Q27 - E11	Sim
Q27 - E13	Sim
Q27 - E14	Sim
Q27 - E15	Sim
Q27 - E16	Sim

Especialista	Q28 - Você acredita que o Patch BoneAux pode inovar no processo de desenvolvimento performático e ser uma ferramenta essencial no ambiente acadêmico tanto para uso cotidiano quanto para pesquisas acadêmicas?
Q28 - E1	Não
Q28 - E2	Sim
Q28 - E3	Sim
Q28 - E4	Sim
Q28 - E5	Sim
Q28 - E6	Sim
Q28 - E7	Sim
Q28 - E8	Sim
Q28 - E9	Sim
Q28 - E10	Sim
Q28 - E11	Sim
Q28 - E13	Sim
Q28 - E14	Sim
Q28 - E15	Sim
Q28 - E16	Sim

Especialista	Q29 - Qual tipo de funcionalidade o Patch BoneAux poderia ter a mais para melhorar o seu desempenho?
Q29 - E3	Estudo diário e estudo de peças
Q29 - E4	nda
Q29 - E6	No momento não tenho como responder essa pergunta
Q29 - E13	plugins de instrumentos; interface de tela mais funcional e intuitiva
Q29 - E15	Só posso opinar depois de experimentar na prática e sentir qual necessidade
Q29 – E16	Os playback’s

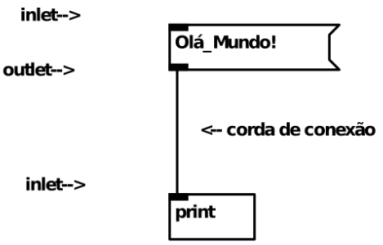
APÊNDICE B - Breve apresentação sobre Pd (Modelo Baseado no tutorial criado por Porres

Pure Data: Entendendo na prática e utilizando o software.

Arquivo criado por Breno Novaes Alves utilizando o tutorial de Alexandre Porres como referência.

Pure Data/Puredata (Dados Puros), ou simplesmente "Pd", é uma ferramenta de código aberto (open source) para programação em multimídia (áudio, vídeo, animação). Originalmente, o Pd era um ambiente dedicado apenas à Computação Musical, mas, por ser open source, um esforço comunitário de desenvolvedores mundo afora expandiu suas capacidades. Hoje, o Pd pode ser instalado em Windows, Linux, Mac OS, smartphones (como o Iphone), e até mesmo Ipods e outros portáteis. (PORRES, 2010).

1) Um patch é basicamente a comunicação de caixas de entrada(inlet) e saida(outlet)

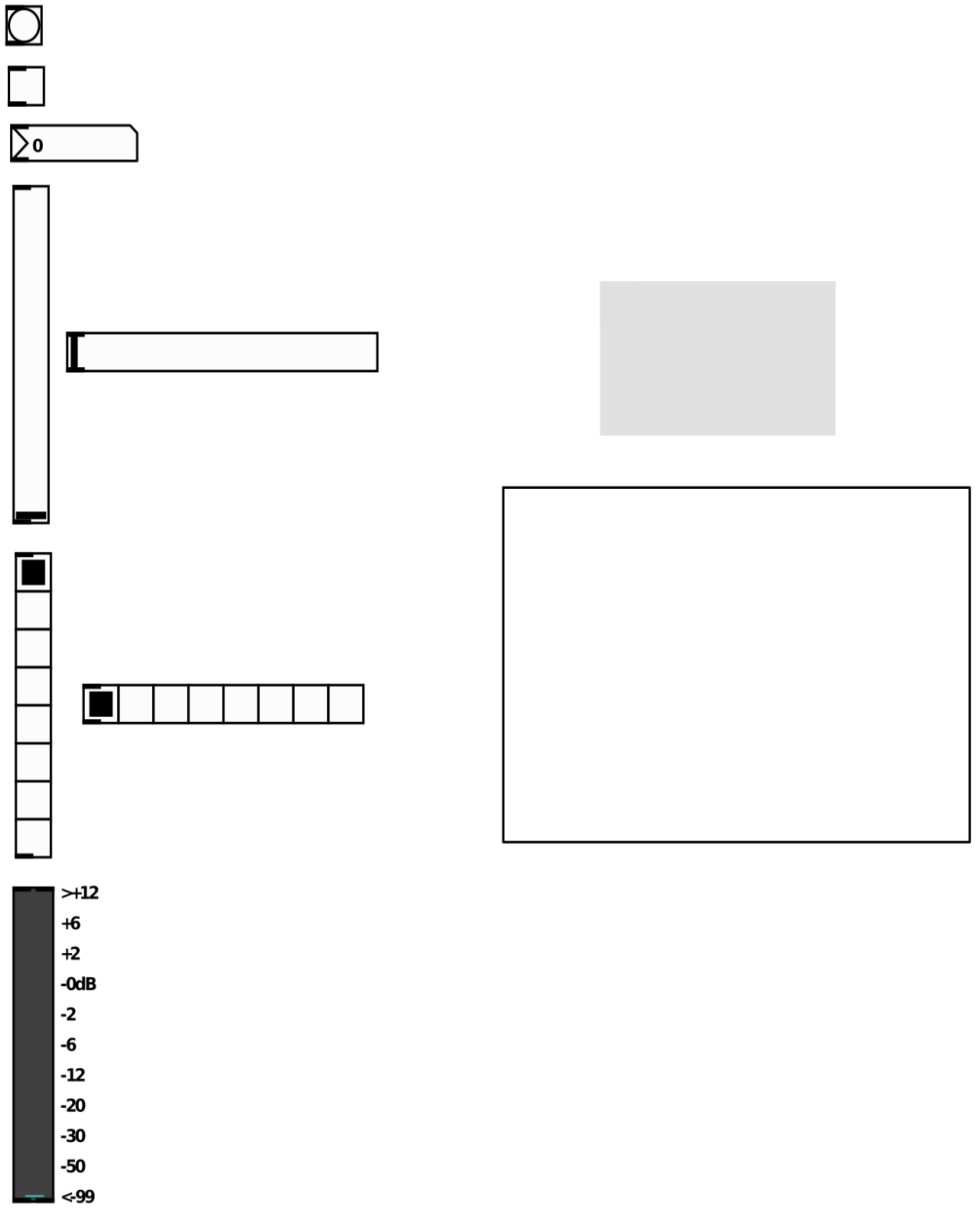


2) As principais caixas são: -Objeto -Mensagem -Números -Símbolos -comentários



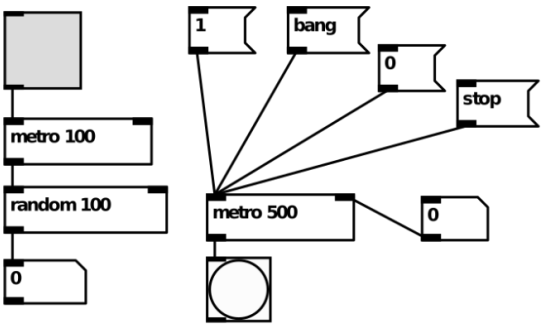
Ao clicar com o botão direito na caixa poderá visualizar no "Help" mais informações sobre.

3) Outras caixas: -bang -Toggle -number2 -Vslider -Hslider -Vradio -Hradio -VUmeter -Canvas -Graph -Array

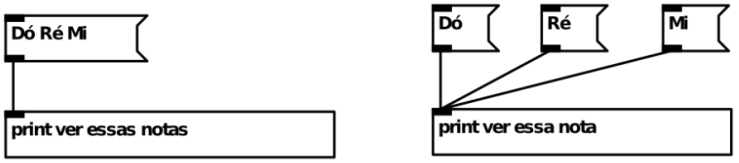


Essa imagens não são consideradas tão objetos, eles são blocos de interação chamados GUIs (Graphical User Interfaces) que dão funcionalidade visual ao patch.

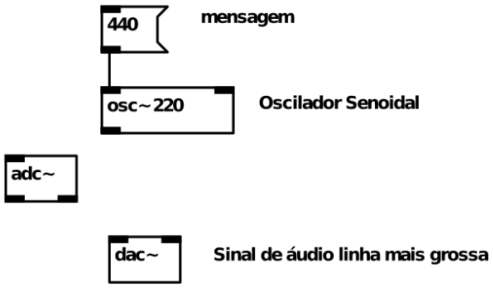
4) O cursor em seta pode alterar sua funcionalidade "put" ao colocar no modo de edição Ctrl + E.

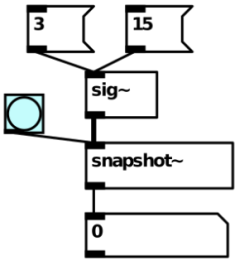


5) As informações que se coloca nas caixas podem ser direcionadas de acordo com sua necessidade de envio de dados .



6) a comunicação dos objetos e sinal de áudio:





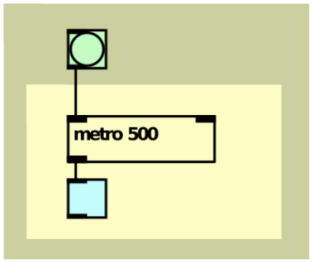
O sig~ tranforma dados em áudio e o snapshot, o inverso. E, para visualização, o bang que mostra qual informação está passando.

Para reproduzir o som, pelo próprio pd é preciso está com o DSP "on".

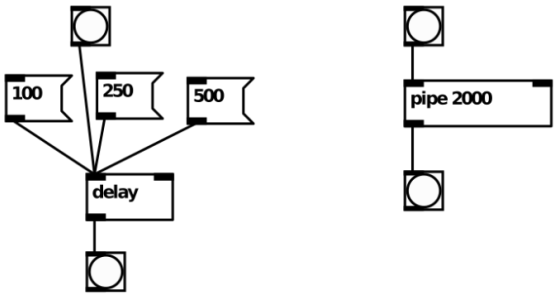
O "dac" é o Digital to Analog Converter (Conversor Analógico Digital, e saída de som do computador. O [adc~] (Analog to Digital Converter) que é a entrada de áudio do computador.

6) Vale ressaltar a diferença do Pd-Extended e o Pd Vanilla. Ambos, acabam tendo a mesma função de diálogo, porém o extended tem algumas bibliotecas a mais.

7) As camadas dos Guis:



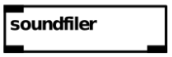
8) A exemplo do Metro, existe o Delay que dá um atraso no recebimento da mensagem quando ela é acionada. existem dois tipos:

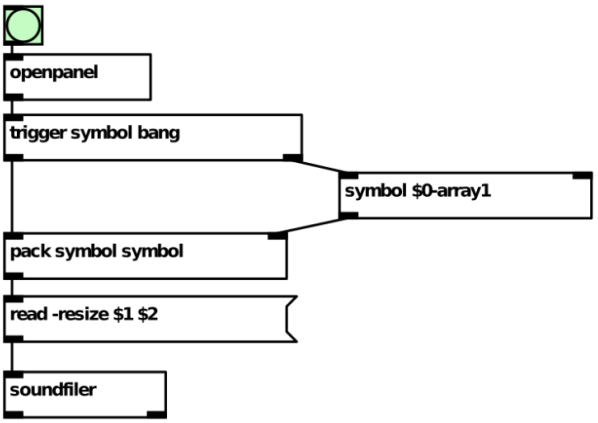


9) Utilizando o pd para arquivo de áudio

9) Utilizando o pd para arquivo de áudio

Objeto utlizado é o soudfiler:

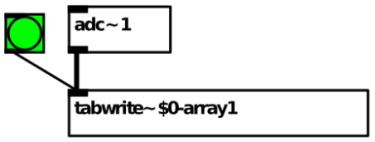




$0-array1

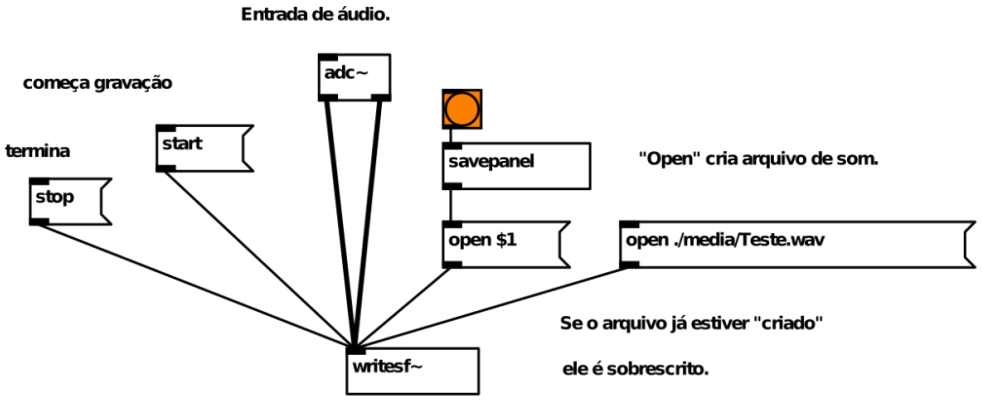


9.1 Gravar áudio na tabela:

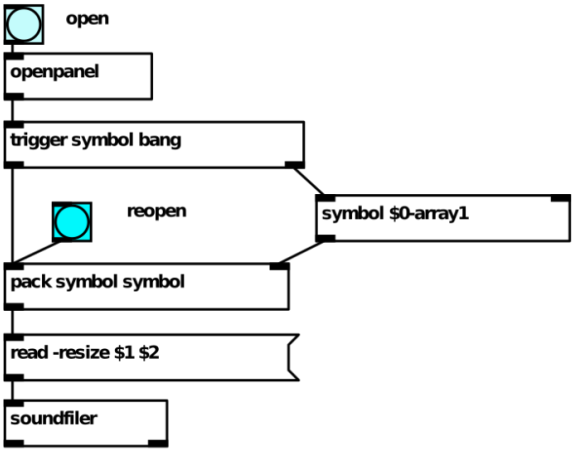


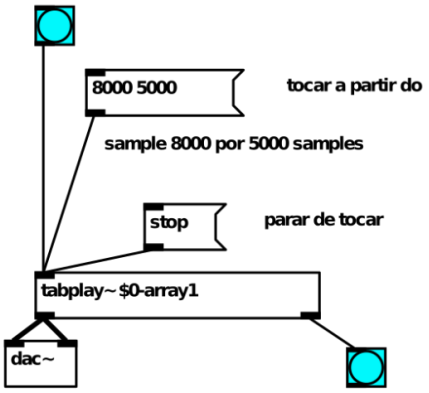
Patch que grava áudio diretamente na tabela e de acordo com a sua extensão.

9.2 Grava áudio com tempo determinado (play e stop)



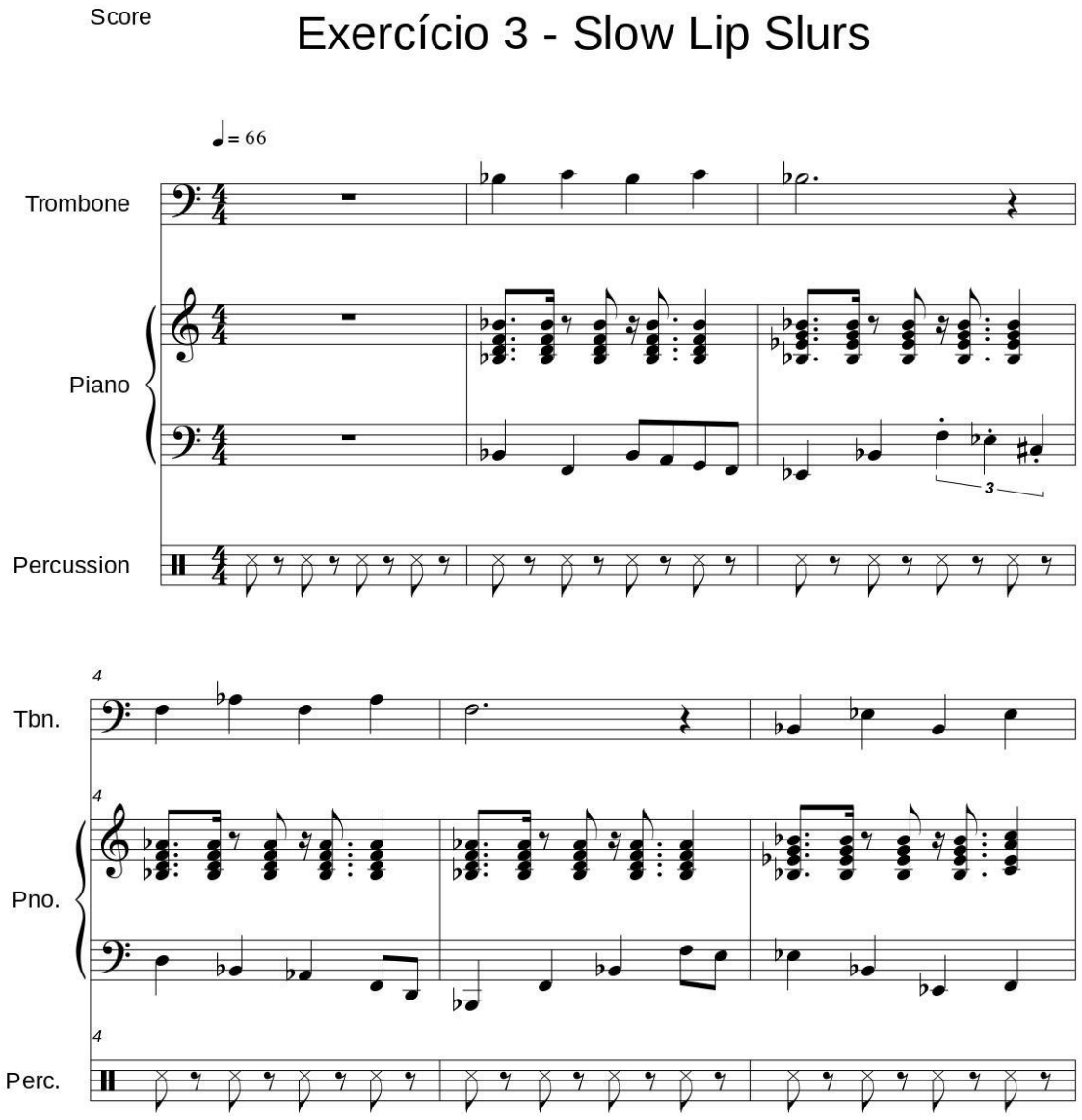
9.3 Abre e reproduz áudio
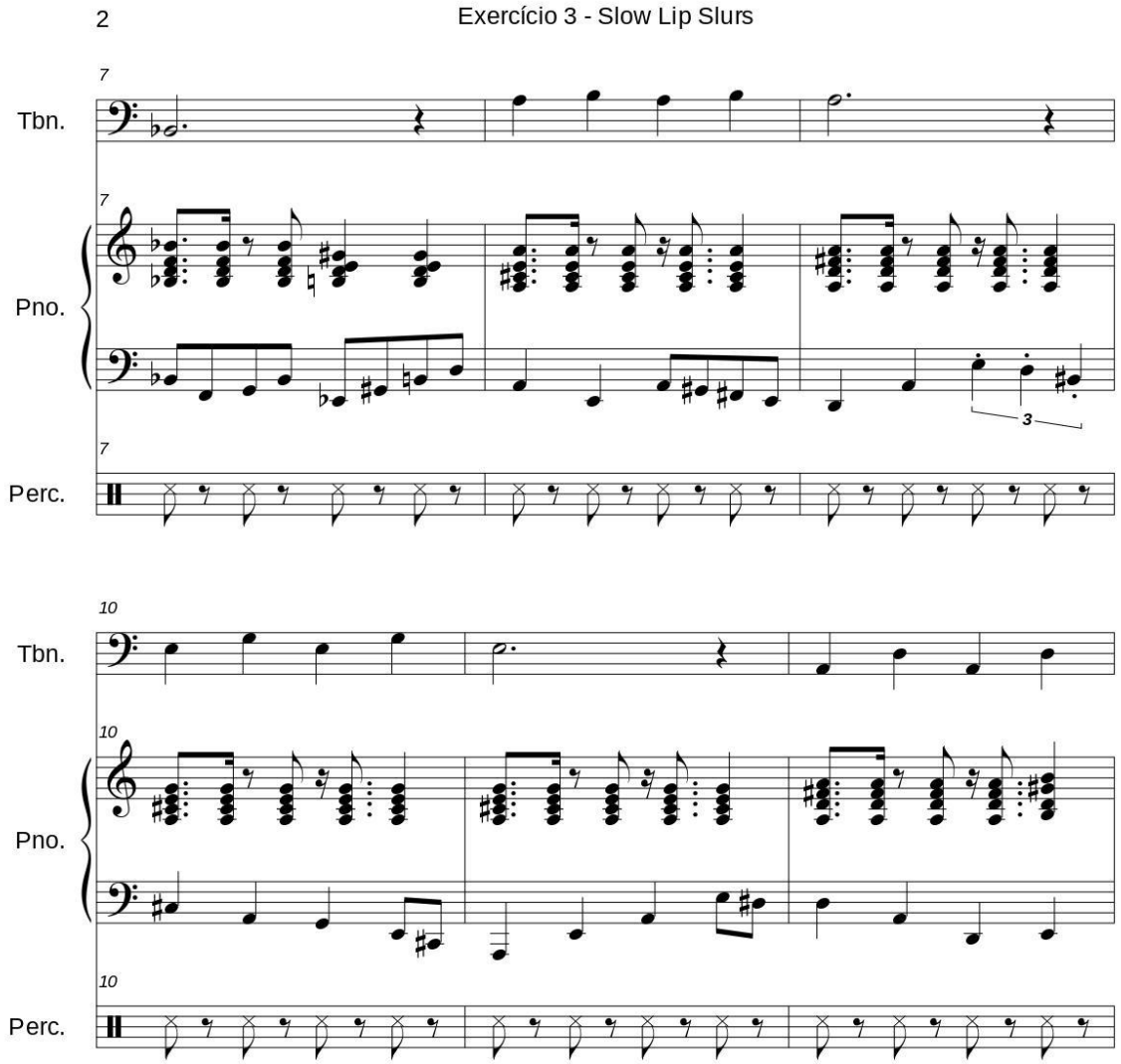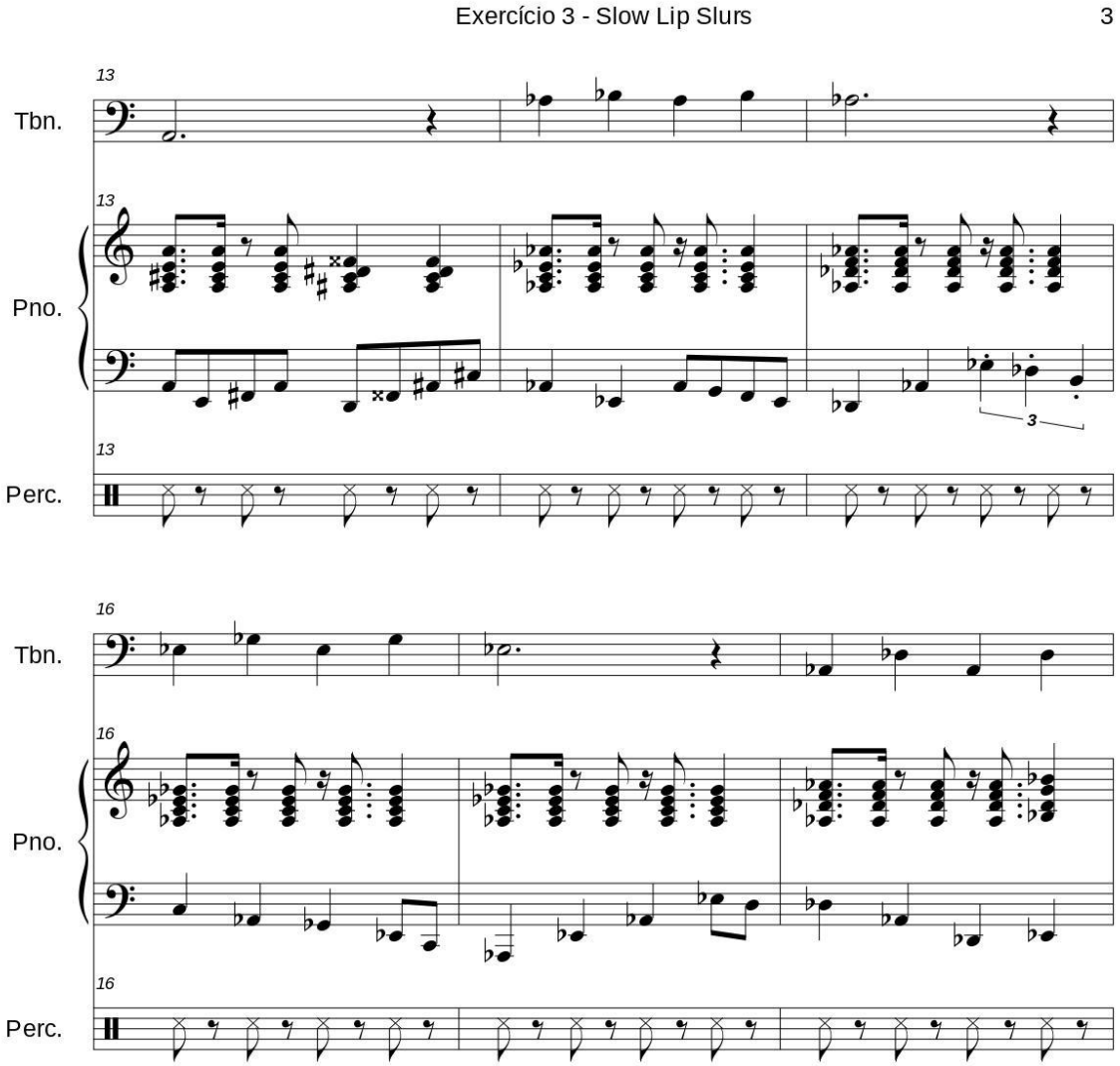




10) Concepção musical do Patch BoneAux ir para o patch
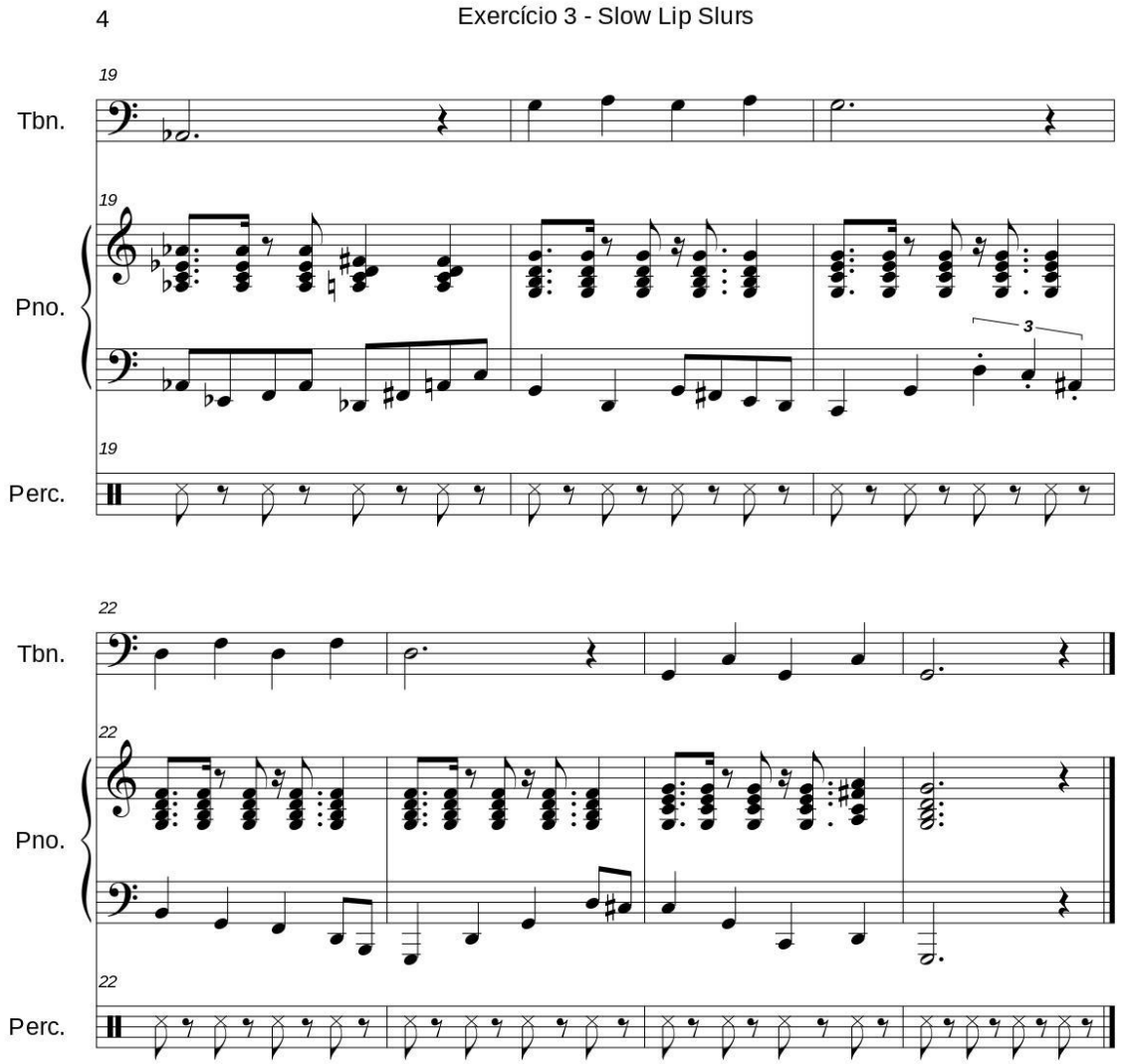
APÊNDICE C - Música e exercício utilizado no Workshop.



©


2
Exercício 3 - Slow Lip Slurs
7
Tbn.
7
Pno.
7
Perc.
3
10
Tbn.
10
Pno.
10
Perc.


Exercício 3 - Slow Lip Slurs
3
13
Tbn.
13
Pno.
13
Perc.
3
16
Tbn.
16
Pno.
16
Perc.
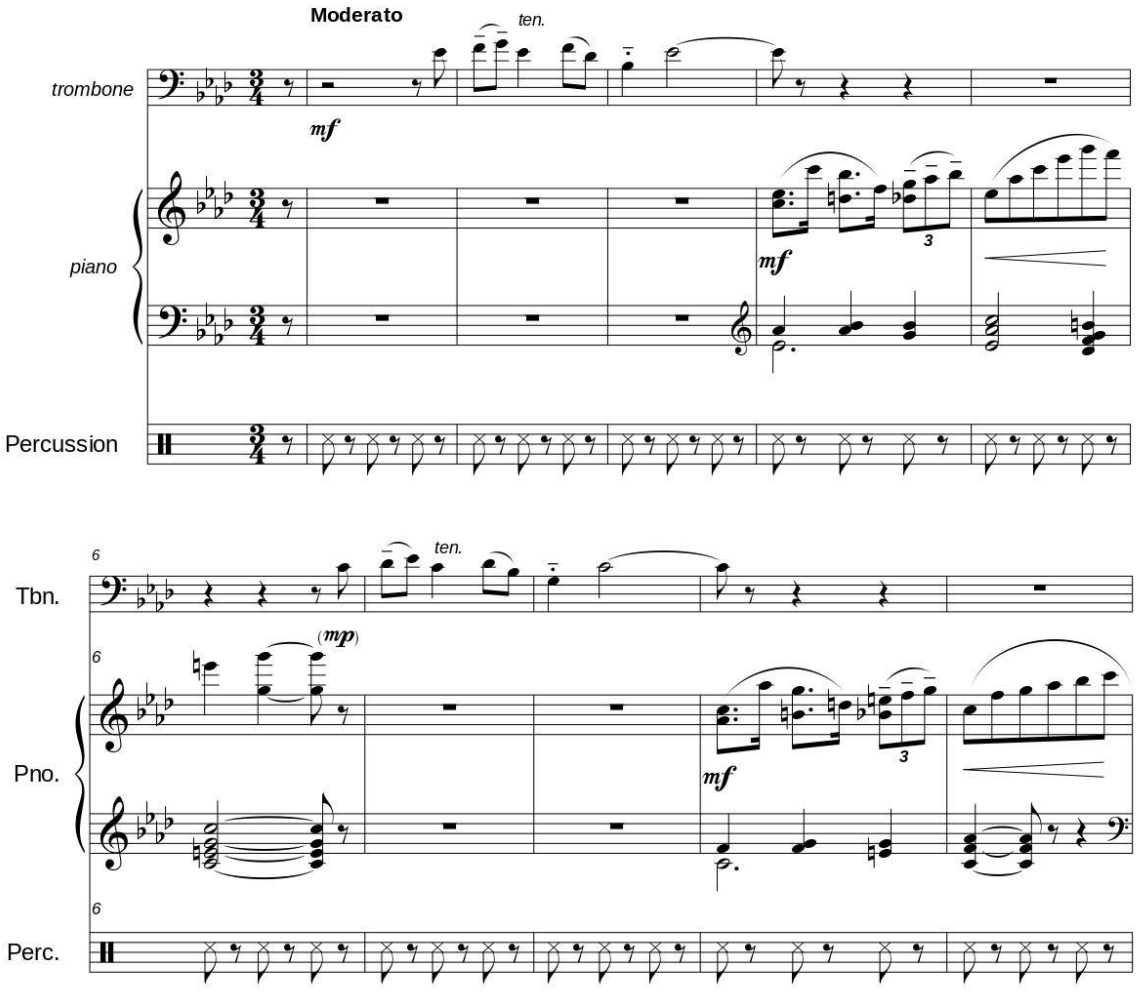

4
Exercício 3 - Slow Lip Slurs
19
Tbn.
19
Pno.
3
19
Perc.
22
Tbn.
22
Pno.
22
Perc.

Score
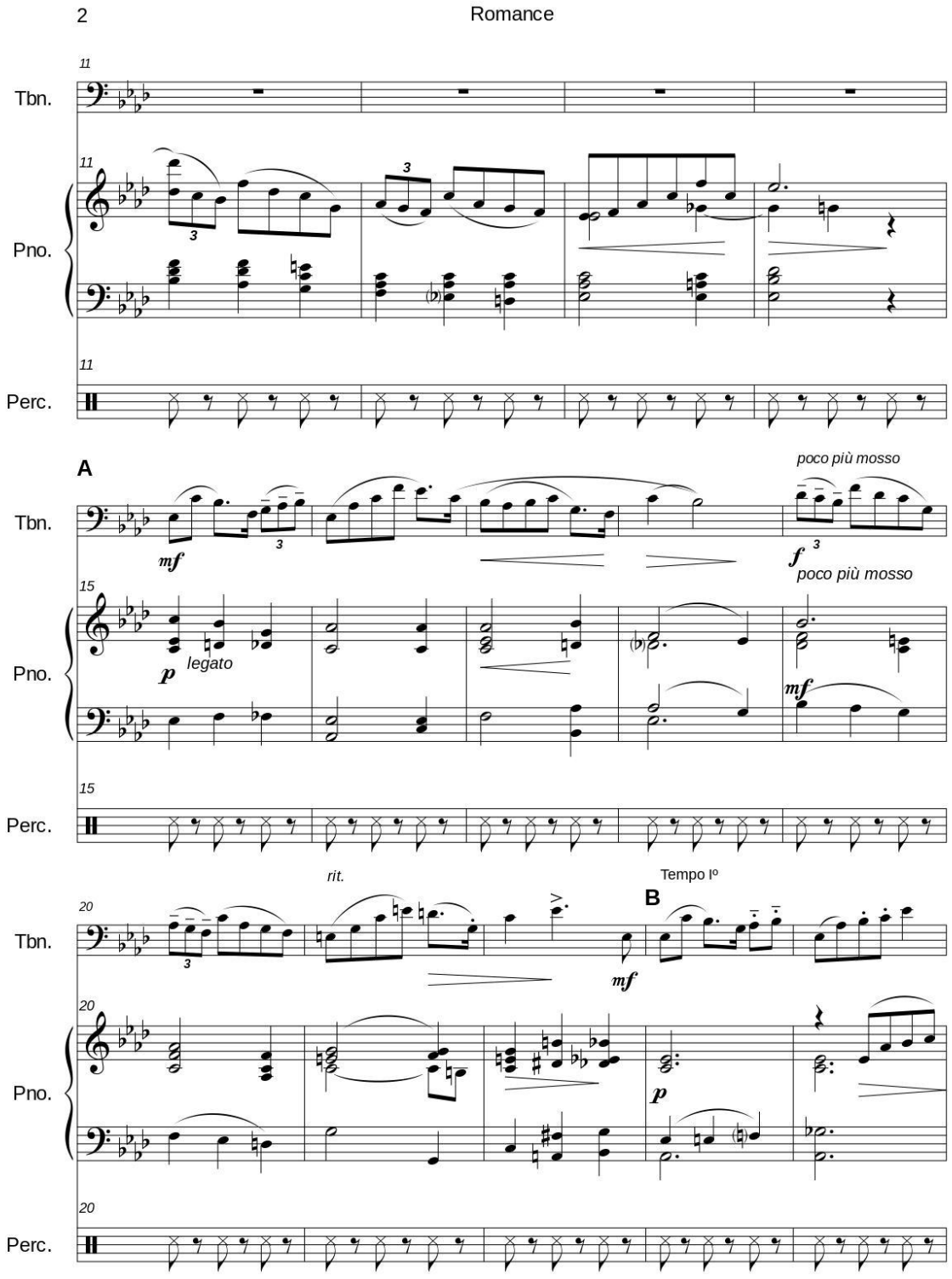
Romance
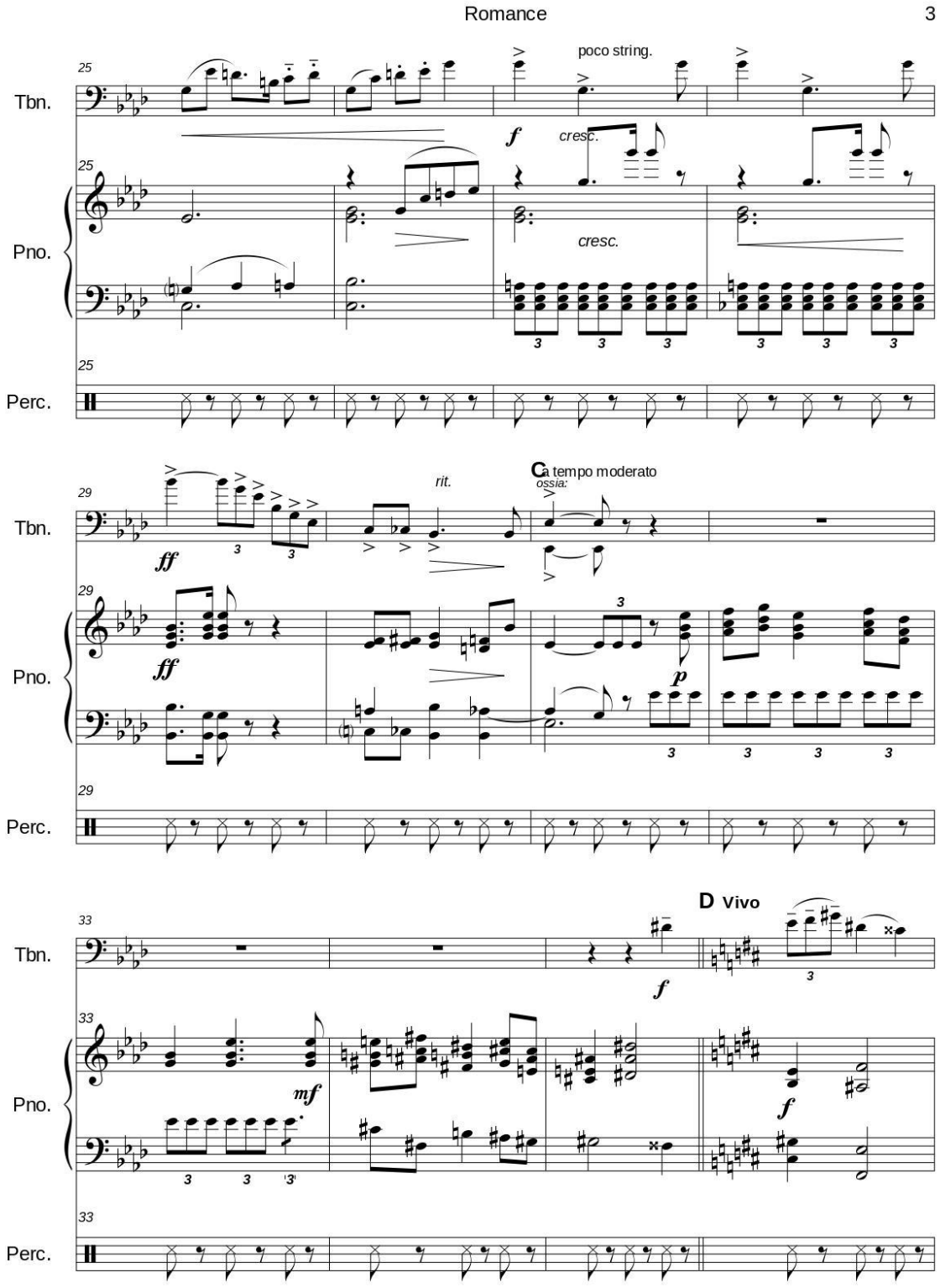
for
Trombone and Piano
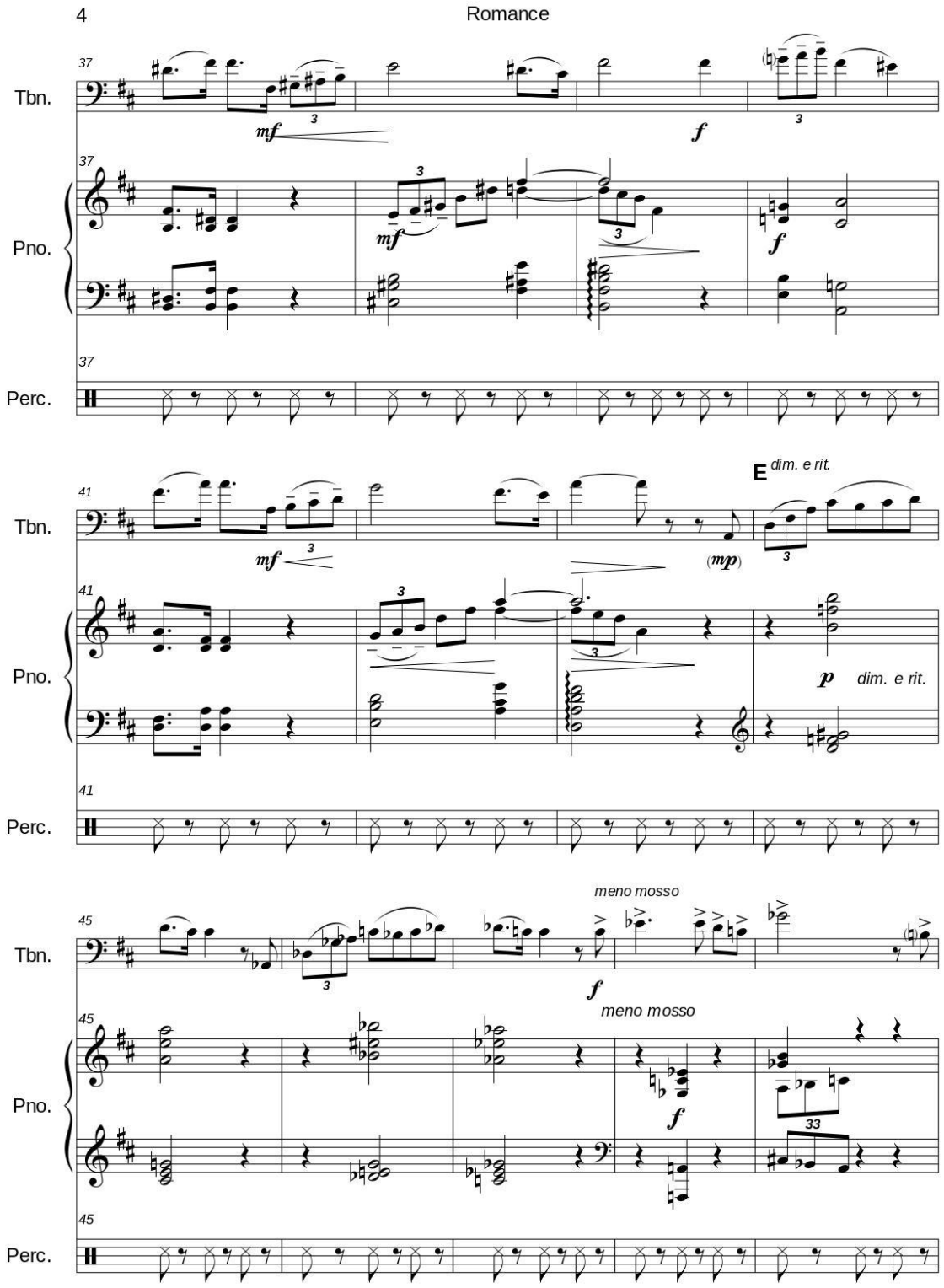
Axel Jørgensen, op. 21
(1881-1947)
Editor : Per Gade
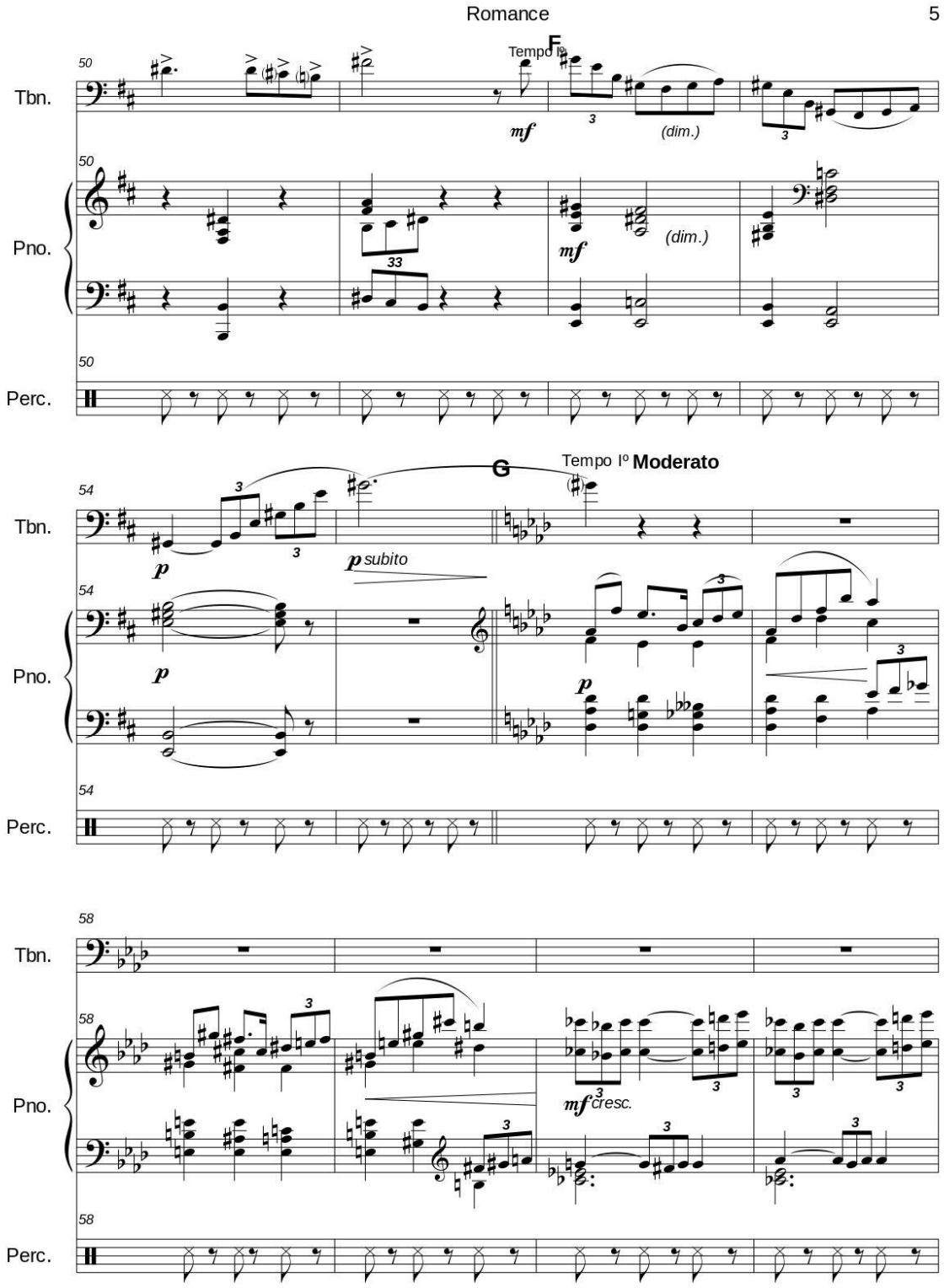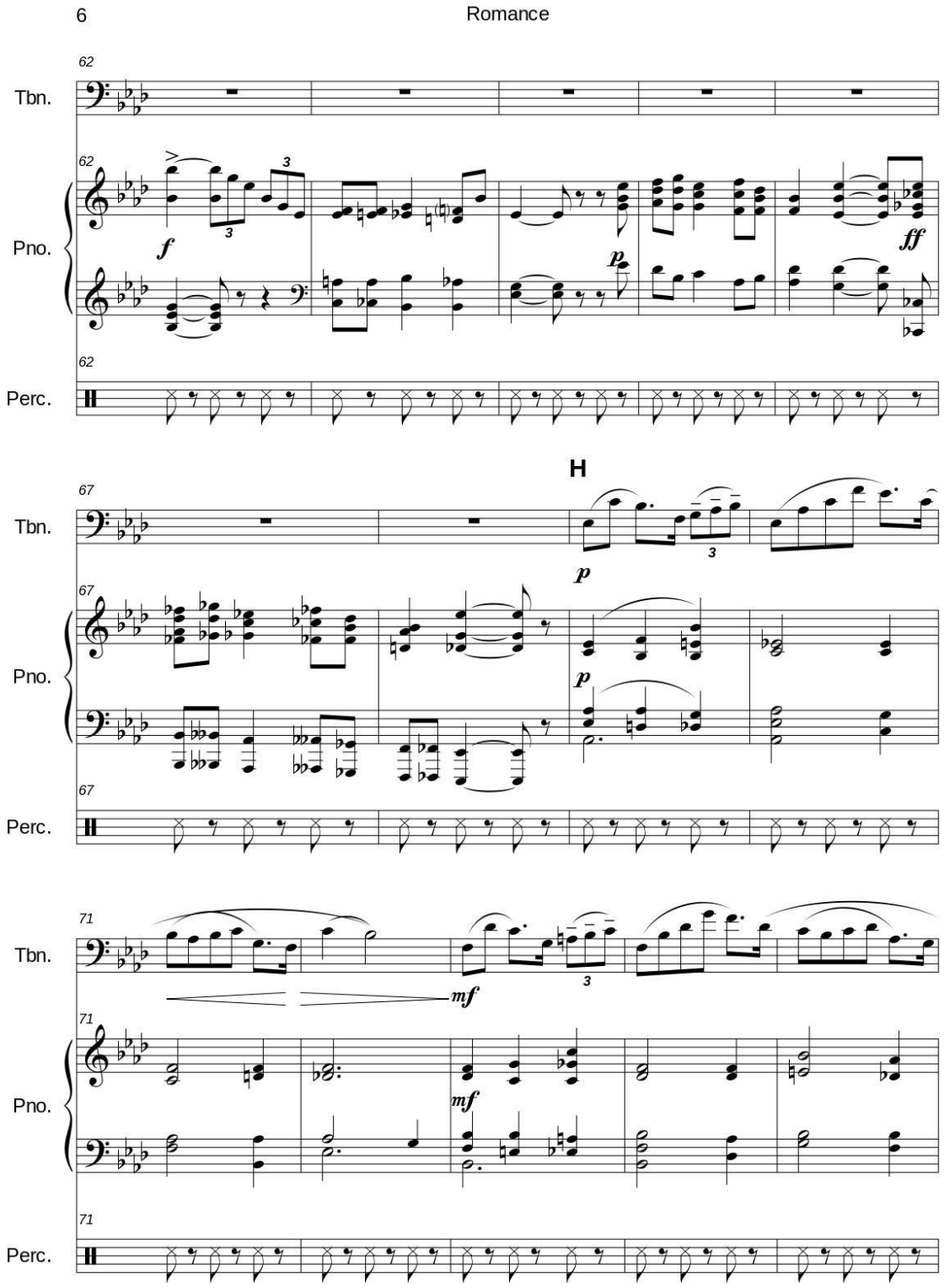


Copyright © 1982 by EDITION WILKEM HANSEN, Copenhagen
29516
editorado por: Breno Novaes Alves Joao Pessoa/PB jul. 2019
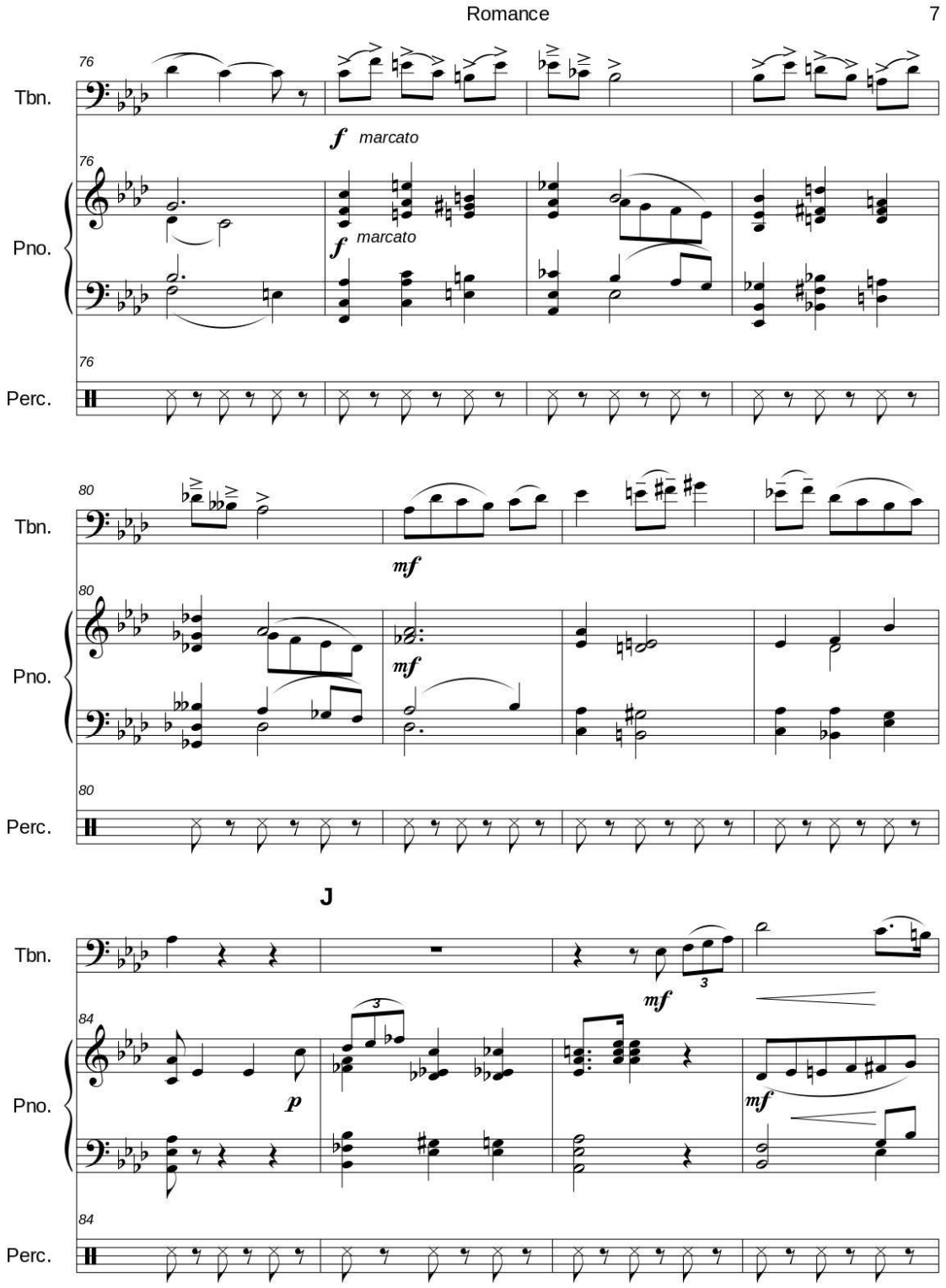

2
Romance
Tbn.
Pno.
Perc.
A
poco più mosso
mf
f
poco più mosso
p
legato
mf
rit.
Tempo Iº
B
mf
p
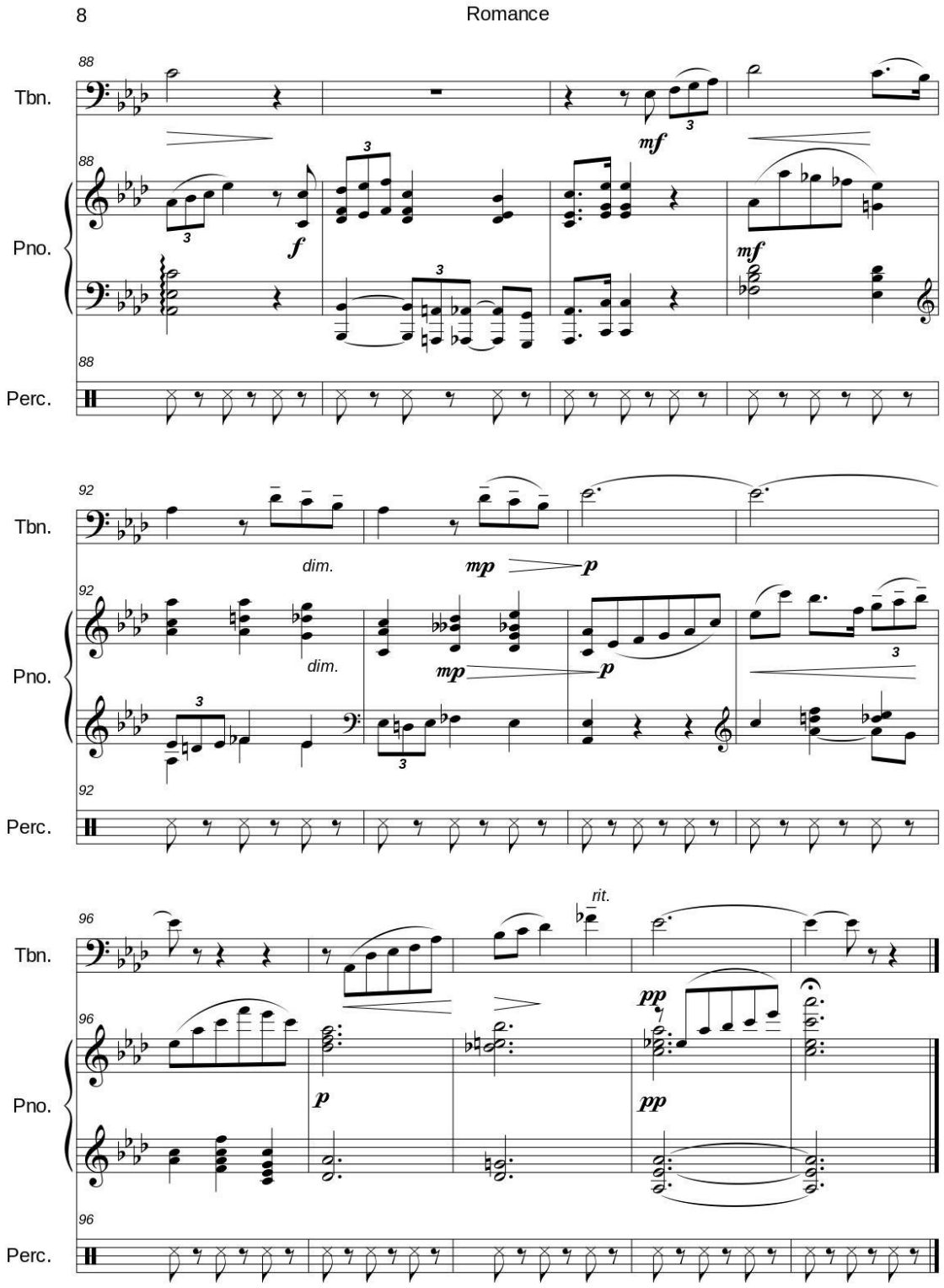

Romance
3
poco string.
Tbn.
Pno.
Perc.
25
f
cresc.
cresc.
rit.
C a tempo moderato
ossia:
ff
p
D Vivo
mf


4
Romance
37
Tbn.
mf
3
f
Pno.
Perc.
41
E
dim. e rit.
(mp)
p
meno mosso
45
33

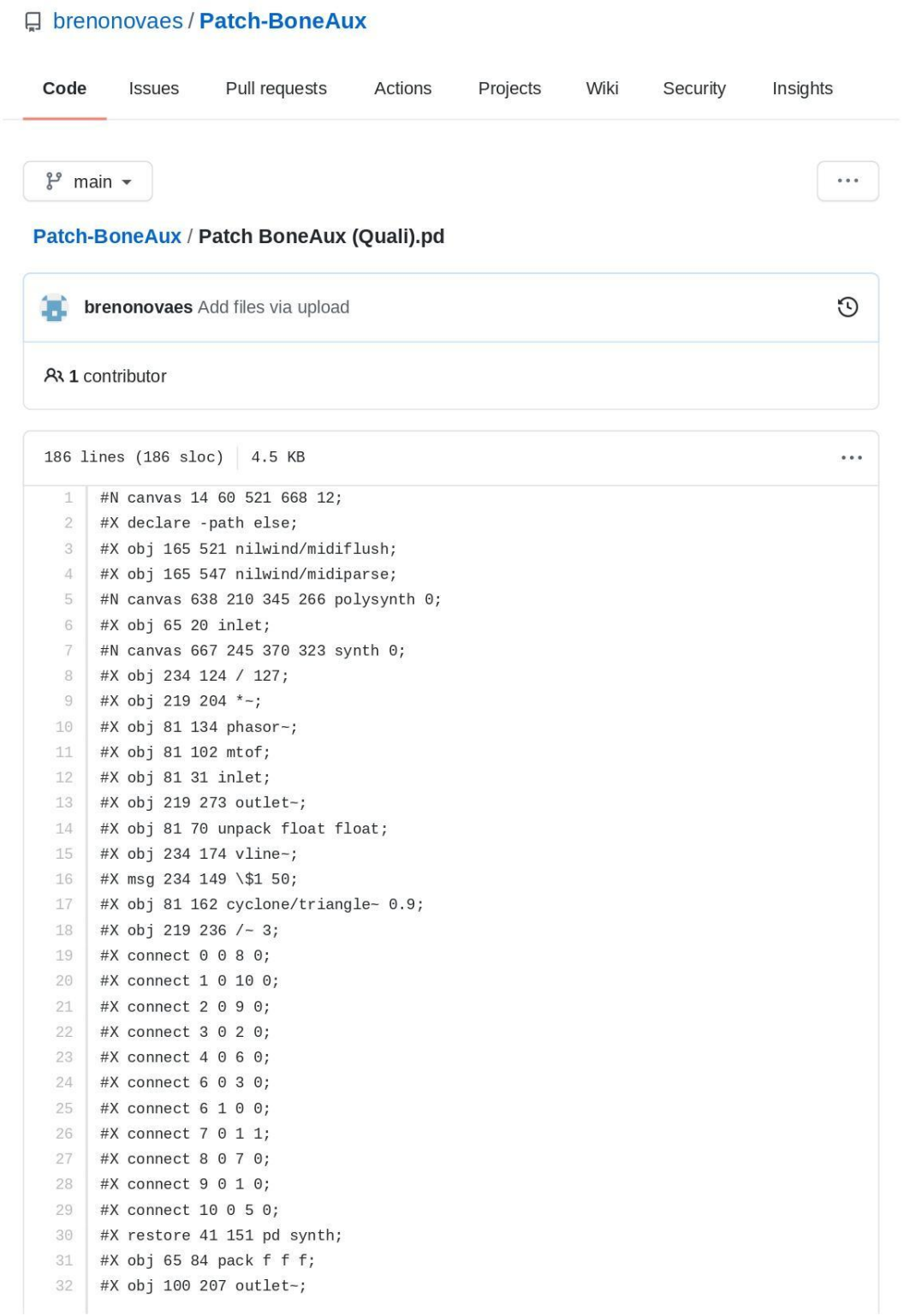

Romance
5
F
Tempo Io
mf
(dim.)
Tbn.
Pno.
Perc.
50
G
Tempo Io Moderato
p
p subito
54
58
mf cresc.


6
Romance
62
Tbn.
Pno.
Perc.
f
ff
p
H
67
71
mf


Romance
7
76
Tbn.
f marcato
76
Pno.
f marcato
76
Perc.
80
Tbn.
mf
80
Pno.
mf
80
Perc.
J
Tbn.
3
mf
84
Pno.
p
3
mf
84
Perc.


8
Romance
Tbn.
Pno.
Perc.
88
92
96
mf
f
mp
p
pp
dim.
rit.

APÊNDICE D - Visualização do patch BoneAux depositado no GitHub.



```
#N canvas 667 245 370 323 synth 0;
#X obj 234 124 / 127;
#X obj 219 204 *~;
#X obj 81 134 phasor~;
#X obj 81 102 mtof;
#X obj 81 31 inlet;
#X obj 219 273 outlet~;
#X obj 81 70 unpack float float;
#X obj 234 174 vline~;
#X msg 234 149 \$1 50;
#X obj 81 162 cyclone/triangle~ 0.9;
#X obj 219 236 /~ 3;
#X connect 0 0 8 0;
#X connect 1 0 10 0;
#X connect 2 0 9 0;
#X connect 3 0 2 0;
#X connect 4 0 6 0;
#X connect 6 0 3 0;
#X connect 6 1 0 0;
#X connect 7 0 1 1;
#X connect 8 0 7 0;
#X connect 9 0 1 0;
#X connect 10 0 5 0;
#X restore 100 151 pd synth;
#N canvas 667 245 370 323 synth 0;
#X obj 234 124 / 127;
#X obj 219 204 *~;
#X obj 81 134 phasor~;
#X obj 81 102 mtof;
#X obj 81 31 inlet;
#X obj 219 273 outlet~;
#X obj 81 70 unpack float float;
#X obj 234 174 vline~;
#X msg 234 149 \$1 50;
#X obj 81 162 cyclone/triangle~ 0.9;
#X obj 219 236 /~ 3;
#X connect 0 0 8 0;
#X connect 1 0 10 0;
#X connect 2 0 9 0;
#X connect 3 0 2 0;
#X connect 4 0 6 0;
#X connect 6 0 3 0;
#X connect 6 1 0 0;
#X connect 7 0 1 1;
#X connect 8 0 7 0;
#X connect 9 0 1 0;
#X connect 10 0 5 0;
#X restore 161 152 pd synth;
#X text 124 19 3-voice polyphonic synth;
#X obj 65 115 route 1 2 3, f 18;
#X obj 65 52 poly 3 1;
#X connect 0 0 8 0;
```

```
#X connect 1 0 3 0;
#X connect 2 0 7 0;
#X connect 4 0 3 0;
#X connect 5 0 3 0;
#X connect 7 0 1 0;
#X connect 7 1 4 0;
#X connect 7 2 5 0;
#X connect 8 0 2 0;
#X connect 8 1 2 1;
#X connect 8 2 2 2;
#X restore 165 570 pd polysynth;
#X msg 20 451 stop;
#X msg 87 409 continue;
#X obj 167 337 metro;
#X msg 167 370 tick;
#X obj 199 313 nbx 7 14 -1e+37 1e+37 0 0 empty empty empty 0 -8 0 10
-228856 -1 -1 24.0385 256;
#X obj 199 286 expr 60000 / ($f1 * 24);
#X obj 199 267 nbx 3 14 30 240 0 0 empty empty empty 0 -8 0 10 -257985
-1 -1 104 256;
#X floatatom 199 235 5 0 0 0 - - -;
#X obj 142 197 + 5;
#X msg 142 167 5;
#X obj 142 136 bng 23 250 50 0 empty empty 5> 4 9 0 10 -258113 -262144
-262144;
#X obj 202 115 hsl 160 15 60 220 0 0 empty empty empty -2 -8 0 10 -257985
-1 -1 4475 1;
#X obj 199 160 int;
#X msg 94 167 -5;
#X obj 94 137 bng 23 250 50 0 empty empty <5 4 9 0 10 -258113 -262144
-262144;
#X obj 199 51 loadbang;
#X obj 106 322 tgl 15 0 empty empty empty 17 7 0 10 -262144 -1 -1 1
1;
#X msg 199 80 100;
#X obj 106 294 loadbang;
#X msg 219 370 read;
#X obj 247 198 + 1;
#X msg 247 167 -1;
#X msg 284 166 1;
#X obj 284 136 bng 23 250 50 0 empty empty 1> 4 9 0 10 -258113 -262144
-262144;
#X obj 247 136 bng 23 250 50 0 empty empty <1 4 9 0 10 -258113 -262144
-262144;
#X obj 110 526 print;
#X obj 20 491 midiout;
#X obj 165 471 nilwind/seq;
#X msg 20 383 start -1;
#X obj 165 594 ./out~;
#X obj 358 29 declare -path else;
#X msg 107 373 pause;
#X obj 20 421 bng 15 250 50 0 empty empty empty 17 7 0 10 -262144 -1
```

```
-1;
#X msg 279 374 record;
#X msg 319 399 stop record;
#X msg 324 431 write test1.mid;
#X msg 324 458 read test1.mid;
#X connect 0 0 1 0;
#X connect 1 0 2 0;
#X connect 2 0 32 0;
#X connect 2 0 32 1;
#X connect 3 0 30 0;
#X connect 3 0 29 0;
#X connect 3 0 0 0;
#X connect 4 0 30 0;
#X connect 5 0 6 0;
#X connect 6 0 30 0;
#X connect 7 0 5 1;
#X connect 8 0 7 0;
#X connect 9 0 8 0;
#X connect 10 0 11 1;
#X connect 10 0 9 0;
#X connect 10 0 23 1;
#X connect 11 0 10 0;
#X connect 11 0 14 0;
#X connect 12 0 11 0;
#X connect 13 0 12 0;
#X connect 14 0 15 0;
#X connect 15 0 10 0;
#X connect 16 0 11 0;
#X connect 17 0 16 0;
#X connect 18 0 20 0;
#X connect 19 0 5 0;
#X connect 20 0 14 0;
#X connect 21 0 19 0;
#X connect 22 0 30 0;
#X connect 23 0 14 0;
#X connect 23 0 10 0;
#X connect 24 0 23 0;
#X connect 25 0 23 0;
#X connect 26 0 25 0;
#X connect 27 0 24 0;
#X connect 30 0 28 0;
#X connect 30 0 29 0;
#X connect 30 0 0 0;
#X connect 31 0 30 0;
#X connect 34 0 30 0;
#X connect 35 0 30 0;
#X connect 36 0 30 0;
#X connect 37 0 30 0;
#X connect 38 0 30 0;
#X connect 39 0 30 0;
```

APÊNDICE E - Checklist para o funcionamento do patch BoneAux.

1. Abrir o QJackCtl; *Download* disponível do QjackCtl em: https://qjackctl.sourceforge.io/
2. Conferir *no setup* > *tópico Setting* > *Driver* se está acionado o ALSA;
3. *No setup* > *Options* > *Scripting* > marcar a caixa do *execute script after startup*: /usr/share/pulse2jack/pulse2jack.sh (que é o arquivo de áudio otimizado pelas dependências do Pd; Arquivo disponível na pasta do *google drive* intitulado *Arquivos e documentos do patch BoneAux* em: https://drive.google.com/drive/folders/1kOl2GTIq2cKYwKN2cNXQiWC2xHsPNQli?usp=sharing
4. Abrir o Qsynth; *Download* disponível do Qsynth em: https://qsynth.sourceforge.io/qsynth-downloads.html
5. Conferir no *setup* > *MIDI* > *MIDI Driver* se está acionado o *alsa_seq*;
6. No *setup* > *Soundfonts* > verificar se o arquivo de *Soundfonts* AegeanSymphonicOrchestra-v2_5-universal está depositado no Qsynth; *Soundfont* disponível na pasta do google drive intitulado *Arquivos e documentos do patch BoneAux* em: https://drive.google.com/drive/folders/1kOl2GTIq2cKYwKN2cNXQiWC2xHsPNQli?usp=sharing
7. Voltar ao QjackCtl e verificar se aparece no *Connections* > *ALSA* > *Writable Client /Input Ports* > a extensão do Qsynth como 129: FLUIDSynth (8779) está aparecendo;
8. Abre o *software* Pure Data (Pd) verificar no tópico *Help* > *About* Pd se é a versão mínima 0.50.2 (versão utilizada durante a pesquisa). instalação do Pure Data (pd) https://puredata.info/downloads/pure-data/releases/0.50-2
9. No tópico *Media* verificar se o DSP está ON (essa função deve estar *off* enquanto não tiver utilizando o *patch*, lembrar de diminuir o volume do dispositivo antes de tocar o *patch*);
10. Ainda no tópico *Media* verificar de a dependência ALSA está ativa e o ALSA MIDI;
11. Verificar se no tópico *Media* > *MIDI Setting* o canal de conexão está "*in Ports: 1 no Out Ports: 1"*.

12. Verificar novamente no QjackCtl o *Connections* > *ALSA* > *Readable Clients/Output Ports* se aparece a ativação do *Pure Data* e no *Writable Client /Input Ports* também o Pure Data;
13. Para se fazer o cabeamento necessário, é preciso direcionar (clicando) no tópico *Pure Data do Readable Clients/Output Ports* para o 129: FLUIDSynth (8779). Logo após, clique em *Connect*. Ambas as dependências estão conectadas por uma linha vermelha.
14. Após essa ação, abre o Patchage e verifica, como mostra a figura 62, se os cabeamentos estão efetivados entre o Pure Data com o Qsynth e o *Pulse Audio Jack Source* com o *system*, tanto pelas saídas como pelas entradas. *Download* disponível do Patchage em: https://drobilla.net/software/patchage.html
15. Após essa verificação, no Pd, no tópico file, abrir o patch BoneAux para poder manipulá-lo. *Download* disponível do patch BoneAux em: https://drive.google.com/drive/folders/1kOl2GTIq2cKYwKN2cNXQiWC2xHsPNQli?usp=sharing
16. Caso algum objeto do Pure Data não esteja funcionando, ir no *Help* > *Find Externals* e buscá-lo através do *Show All*. Após encontrá-lo, baixar e instalar nas dependências do Pd. Em seguida, fechar o software Pd e iniciá-lo novamente.